

Modifikasi Transmisi dan *Final Gear* pada Mobil Prototype “Ronggo Jumeno”

Noorsakti Wahyudi
Program Studi Mesin Otomotif
Politeknik Negeri Madiun (PNM)
Madiun, Indonesia
ns.wyudi@yahoo.com

Indah Puspitasari
Program Studi Mesin Otomotif
Politeknik Negeri Madiun (PNM)
Madiun, Indonesia
indahpuspitasari@pnm.ac.id

Abstrak— Dengan diselenggarakannya *event* Kontes Mobil Hemat Energi menjadi dasar mobil Prototype Ronggo Jumeno dibuat. Dalam kendaraan tersebut penyusun memodifikasi transmisi dan *final gear* yang dibuat bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi transmisi dan *final gear* terhadap konsumsi bahan bakar. Dalam proses modifikasi transmisi dan *final gear*, dimana pada bagian transmisi dirubah rasio perbandingan gigi pada gigi kecepatan satu dan mengurangi lebar roda gigi 1, 2 dan 3. Pada *final gear* dimodifikasi dengan merubah perbandingan gigi nya dan disesuaikan dengan kebutuhan kendaraan Ronggo Jumeno. Pengujian dilakukan secara dinamis. Parameter yang diuji adalah konsumsi bahan bakar. Hasil dari pengujian secara dinamis dengan cara menjalankan kendaraan di jalan raya dengan jarak 1230 meter dengan bahan bakar 10 ml dengan variabel kontrol 40 ml dan kecepatan yang bervariasi, hasil yang dicapai ialah pada kecepatan 0 - 20 km/jam konsumsi bahan bakar 8 ml menempuh jarak 1230 m dengan waktu 212 detik, kecepatan 20 – 30 km/jam konsumsi bahan bakar 10 ml menempuh jarak 1230 m ditempuh dengan waktu 176 detik, kecepatan 30 - 40 km/jam konsumsi bahan bakar 10,6 ml menempuh jarak 1230 m dengan waktu 146 detik. Dan kecepatan roda dengan perbandingan rasio *final gear* modifikasi yang dihitung dengan teoritis adalah pada gigi kecepatan 1 dengan kecepatan roda 17,64 km/jam, gigi kecepatan 2 dengan kecepatan roda 33,92 km/jam, gigi kecepatan 3 dengan kecepatan roda 46,90 km/jam.

Kata kunci— Tuliskan empat atau lima kata kunci disini, dipisahkan oleh tanda titik koma (;).

I. PENDAHULUAN (HEADING 1)

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) adalah salah satu lomba mobil irit tingkat nasional. Peserta harus memiliki kemampuan untuk merancang dan membuat kendaraan irit dan ramah lingkungan. Berdasarkan regulasi dari KMHE 2015, pada lomba ini dibagi menjadi dua katagori yaitu *prototype* dan *urban concept* dengan kelas bahan bakar bensin, diesel, etanol, listrik. [3]

Berdasarkan penjelasan di atas penyusun ingin berperan mengikuti kontes mobil hemat energi yaitu membuat mobil *prototype* untuk kelas bahan bakar bensin dengan memodifikasi sistem transmisi dan *final gear* pada mobil *prototype* hemat energi Ronggo Jumeno. Berat kendaraan sangat berpengaruh pada efisiensi bahan bakar karena semakin berat kendaraan maka perlu tenaga besar untuk menggerakkan kendaraan tersebut sehingga membutuhkan bahan bakar yang

cukup banyak juga. Pada *final gear* rasio gigi mempengaruhi torsi awal ketika menggerakkan kendaraan dari posisi diam. Dengan memodifikasi transmisi dan *final gear* diharapkan dapat mengurangi beban dan mencapai torsi sesuai kebutuhan kendaraan.

II. METODOLOGI

A. Proses Perencanaan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Politeknik Negeri Madiun. Proses perencanaan salah satunya dengan menggunakan perhitungan rumus yang ada dalam teoritis dan disesuaikan dengan kebutuhan dari mobil Ronggo Jumeno. Dalam proses perencanaan ini, akan dilakukan modifikasi transmisi dan *final gear* beserta perhitungan rasionya.

1) Primary Gear



Gambar 1. Primary gear

Tabel 1. Perbandingan rasio roda gigi *primary gear*

Standar		Modifikasi		Hasil
Primary drive gear (Z ₁)	Primary driven gear (Z ₂)	Primary drive gear (Z ₁)	Primary driven gear (Z ₂)	
17	69	17	69	40,5

Dalam proses modifikasi transmisi dan *final gear*, rasio perbandingan *primary gear* tidak ada perubahan.

2) Transmisi

Pada transmisi ini menggunakan transmisi Honda Astrea Grand yang akan dikurangi lebar roda giginya sehingga menjadi lebih tipis dan ringan, selain itu juga untuk mengurangi gesekan antar roda gigi agar penyaluran tenaga dapat lebih maksimal. Dilihat dari konsep mobil prototipe Ronggo Jumeno yaitu mobil hemat energi yang tidak memperhitungkan kecepatan kendaraan maka penggunaan

roda gigi yang dipakai hanya sampai tiga gigi kecepatan dan mengantar perbandingan giginya. Adapun data sementara yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Mesin yang digunakan mesin Honda Astrea Grand. Berat standart Honda Astrea Grand 91,5 kg ditambah berat pengemudi rata – rata 70 kg jadi berat kendaraan total adalah 161,5 kg.
2. Untuk kendaraan yang akan dibuat, berat kendaraan tanpa pengemudi sesuai regulasi KMHE 2016 adalah minimal 140 kg ditambah berat pengemudi rata – rata 70 kg jadi berat kendaraan total adalah 210 kg.

Dilihat dari data tersebut maka perbandingan transmisi pada gigi kecepatan satu akan dirubah, agar ketika start awal untuk menggerakkan kendaraan dari posisi diam akan lebih ringan sehingga konsumsi bahan bakar tidak banyak terbuang.

Tabel 2. Perbandingan rasio roda gigi transmisi

Roda Gigi	Standar		Hasil	Modifikasi		Hasil
	Main shaft (Z ₄)	Counter shaft (Z ₄)		Main shaft (Z ₄)	Counter shaft (Z ₄)	
1	12	34	2,83	11	36	3,44
2	17	29	1,70	17	29	1,70
3	21	26	1,23	21	26	1,23



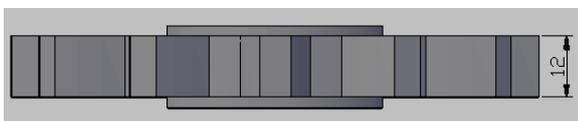
Gambar 2. Transmisi

Berikut merupakan tabel perbandingan lebar roda gigi:

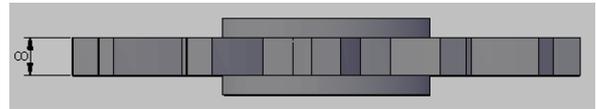
Tabel 3. Perbandingan lebar roda gigi

Lebar Gigi	Standar		Modifikasi	
	Main shaft gear (mm)	Counter shaft gear (mm)	Main shaft gear (mm)	Counter shaft gear (mm)
1	14,50	12,95		
2	11	9,10		
3	10	11		

Untuk mengurangi lebar roda gigi akan ditentukan secara teoritis, sehingga lebar roda gigi yang akan dikurangi dapat diketahui. Adapun rencana bagian yang dikurangi adalah seperti pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Lebar roda gigi standar



Gambar 4. Lebar roda gigi setelah dikurangi

3) Final Gear

Untuk roda gigi *final gear* karena mesin dan transmisi yang telah di modifikasi. Sehingga roda giginya harus menyesuaikan kebutuhan kendaraan.



Gambar 5. Final gear

Berikut merupakan tabel perbandingan rasio roda gigi *final gear*:

Tabel 4. Perbandingan rasio roda gigi *final gear*

Standart		Hasil	Modifikasi		Hasil
Drive gear (Z ₅)	Driven gear (Z ₆)		Drive gear (Z ₅)	Driven gear (Z ₆)	
14	36	2,57			

B. Proses Modifikasi

Proses modifikasi ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

- Alat :
 - 1) Mesin bubut
 - 2) Tool set
- Alat Ukur
 - 1) Jangka sorong
 - 2) Mikrometer
- Keamanan
 - 1) Kacamata
 - 2) Sarung Tangan
 - 3) Wearpack
- Bahan :
 - 1) Roda gigi
- Pembuatan

Dalam pembuatan transmisi ini menggunakan mesin bubut berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan.

C. Proses Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah perencanaan sesuai dengan hasil yang diinginkan atau tidak maka sistem transmisi harus diuji. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem transmisi bisa berjalan sesuai dengan yang direncanakan dan tidak terjadi slip, macet, kerusakan pada roda gigi transmisi. Untuk mengetahui pengaruh modifikasi transmisi terhadap bahan bakar yaitu dengan

pengujian dinamis di jalan lurus. Pengambilan data dilakukan 4 kali pengujian dengan kecepatan bervariasi dan sebelumnya sudah diberikan bahan bakar 40 ml sebagai variabel kontrol. Pemilihan variabel kecepatan ditentukan berdasarkan jarak tempuh dan waktu yang dibutuhkan sesuai regulasi KMHE 2016.

Tabel 5. Pengujian Dinamis dengan variasi kecepatan

Kecepatan (km/jam)	Proses	Bahan bakar (ml)	Jarak tempuh (km)	Waktu (detik)	Konsumsi bahan bakar (ml)
20	Pengujian 1	50	1,23		
	Pengujian 2	50	1,23		
	Pengujian 3	50	1,23		
30	Pengujian 1	50	1,23		
	Pengujian 2	50	1,23		
	Pengujian 3	50	1,23		
40	Pengujian 1	50	1,23		
	Pengujian 2	50	1,23		
	Pengujian 3	50	1,23		
	Pengujian 4	50	1,23		

D. Proses Analisa

Setelah dilakukan pengujian sistem transmisi pada kendaraan dan melihat apakah transmisi bisa bekerja sesuai dengan perencanaan dan kebutuhan mobil *prototype* hemat energi Ronggo Jumeno, lalu proses analisa dilakukan dengan menganalisa data hasil pengujian untuk mengetahui pengaruh modifikasi transmisi dan *final gear* terhadap efisiensi bahan bakar dengan cara melakukan perbandingan dengan transmisi standar.

III. HASIL DAN ANALISA

A. Perhitungan Rasio Gigi Transmisi Standar dan Modifikasi

- 1) Perhitungan Rasio Transmisi Standar
 - a. Rasio gigi kecepatan 1
 1. Jumlah gigi *main shaft*, $Z_3 = 12$
Counter shaft, $Z_5 = 35$
 2. $\frac{Z_5}{Z_3} = \frac{35}{12} = 2,83$
 - b. Rasio gigi kecepatan 2
 1. Jumlah *main shaft*, $Z_3 = 17$
Counter shaft, $Z_5 = 29$
 2. $\frac{Z_5}{Z_3} = \frac{29}{17} = 1,70$
 - c. Rasio gigi kecepatan 3
 1. Jumlah *main shaft*, $Z_3 = 21$
Counter shaft, $Z_5 = 26$
 2. $\frac{Z_5}{Z_3} = \frac{25}{26} = 1,23$
- 2) Perhitungan rasio transmisi modifikasi
 - a. Rasio gigi kecepatan 1
 1. Jumlah gigi *main shaft*, $Z_3 = 11$
Counter shaft, $Z_5 = 36$
 2. $\frac{Z_5}{Z_3} = \frac{36}{11} = 3,23$
 - b. Rasio gigi kecepatan 2
 1. Jumlah gigi *main shaft*, $Z_3 = 17$

2. $\frac{Z_5}{Z_3} = \frac{29}{17} = 1,70$
- c. Rasio gigi kecepatan 3
 1. Jumlah gigi *main shaft*, $Z_3 = 21$
Counter shaft, $Z_5 = 26$
 2. $\frac{Z_5}{Z_3} = \frac{25}{26} = 1,23$

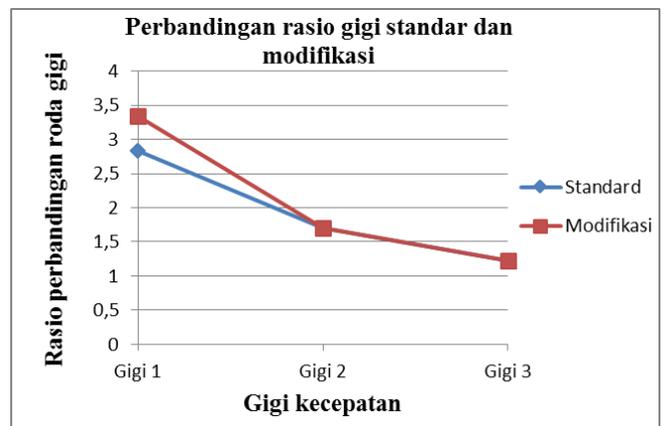
3) Perbandingan Gigi Transmisi Standar dan Modifikasi

Berdasarkan perhitungan rasio gigi transmisi standar dan modifikasi, maka dapat ditulis dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Perbandingan rasio gigi standar dan modifikasi

Roda Gigi	Standar		Modifikasi		Hasil
	<i>Main shaft</i> (Z_3)	<i>Counter shaft</i> (Z_5)	<i>Main shaft</i> (Z_3)	<i>Counter shaft</i> (Z_5)	
1	12	35	11	36	3,35
2	17	29	17	29	1,70
3	21	26	21	26	1,23

Jika ditulis dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Perbandingan rasio gigi standar dan modifikasi

B. Perhitungan Kecepatan Roda dengan Perubahan Rasio Final gear

Tabel 7. Rasio *final gear* standar dan modifikasi

Standart	Hasil	Modifikasi	Hasil
<i>Drive gear</i> (Z_5)	<i>Driven gear</i> (Z_6)	<i>Drive gear</i> (Z_5)	<i>Driven gear</i> (Z_6)
15	36	15	35
	2,57		2,52

- 1) Perhitungan kecepatan roda dengan rasio *final gear* standar
 - a. Gigi kecepatan 1
 1. Putaran mesin, $n_1 = 5000$
 2. Diameter roda, $d = 0,6$ m
 3. Rasio *Primary gear*, $Z_1 = 17, Z_2 = 69$

4. Rasio gigi kecepatan 1, $Z_3 = 11, Z_5 = 36$
5. Rasio *final gear*, $Z_5 = 15, Z_6 = 36$
6. Reduksi total,

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_5}{Z_3} \times \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{69}{17} \times \frac{36}{11} \times \frac{36}{15} = 35,05$$

7. Kecepatan,

$$v = \frac{60\pi d n_1}{1000i} = \frac{60 \times 3,15 \times 0,6 \times 5000}{1000 \times 35,05} = 16,59 \text{ km/jam}$$

b. Gigi kecepatan 2

1. Putaran mesin, $n_1 = 5000$
2. Diameter roda, $d = 0,6 \text{ m}$
3. Rasio *Primary gear*, $Z_1 = 17, Z_2 = 69$
4. Rasio gigi kecepatan 2, $Z_3 = 17, Z_5 = 29$
5. Rasio *final gear*, $Z_5 = 15, Z_6 = 36$
6. Reduksi total,

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_5}{Z_3} \times \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{69}{17} \times \frac{29}{17} \times \frac{36}{15} = 17,69$$

7. Kecepatan,

$$v = \frac{60\pi d n_1}{1000i} = \frac{60 \times 3,15 \times 0,6 \times 5000}{1000 \times 17,69} = 31,95 \text{ km/jam}$$

c. Gigi kecepatan 3

1. Putaran mesin, $n_1 = 5000$
2. Diameter roda, $d = 0,6 \text{ m}$
3. Rasio *Primary gear*, $Z_1 = 17, Z_2 = 69$
4. Rasio gigi kecepatan 2, $Z_3 = 21, Z_5 = 26$
5. Rasio *final gear*, $Z_5 = 15, Z_6 = 36$
6. Reduksi total,

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_5}{Z_3} \times \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{69}{17} \times \frac{26}{21} \times \frac{36}{15} = 12,80$$

7. Kecepatan,

$$v = \frac{60\pi d n_1}{1000i} = \frac{60 \times 3,15 \times 0,6 \times 5000}{1000 \times 11,80} = 55,15 \text{ km/jam}$$

2) Perhitungan kecepatan dengan rasio *final gear* modifikasi

a. Gigi kecepatan 1

1. Putaran mesin, $n_1 = 5000$
2. Diameter roda, $d = 0,6 \text{ m}$
3. Rasio *Primary gear*, $Z_1 = 17, Z_2 = 69$
4. Rasio gigi kecepatan 1, $Z_3 = 11, Z_5 = 36$
5. Rasio *final gear*, $Z_5 = 15, Z_6 = 35$
6. Reduksi total,

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_5}{Z_3} \times \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{69}{17} \times \frac{36}{11} \times \frac{35}{15} = 32,05$$

7. Kecepatan,

$$v = \frac{60\pi d n_1}{1000i} = \frac{60 \times 3,15 \times 0,6 \times 5000}{1000 \times 32,05} = 17,65 \text{ km/jam}$$

b. Gigi kecepatan 2

1. Putaran mesin, $n_1 = 5000$
2. Diameter roda, $d = 0,6 \text{ m}$
3. Rasio *Primary gear*, $Z_1 = 17, Z_2 = 69$
4. Rasio gigi kecepatan 2, $Z_3 = 17, Z_5 = 29$
5. Rasio *final gear*, $Z_5 = 15, Z_6 = 35$
6. Reduksi total,

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_5}{Z_3} \times \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{69}{17} \times \frac{29}{17} \times \frac{35}{15} = 16,66$$

7. Kecepatan,

$$v = \frac{60\pi d n_1}{1000i} = \frac{60 \times 3,15 \times 0,6 \times 5000}{1000 \times 16,66} = 33,92 \text{ km/jam}$$

c. Gigi kecepatan 3

1. Putaran mesin, $n_1 = 5000$
2. Diameter roda, $d = 0,6 \text{ m}$

3. Rasio *Primary gear*, $Z_1 = 17, Z_2 = 69$
4. Rasio gigi kecepatan 2, $Z_3 = 21, Z_5 = 26$
5. Rasio *final gear*, $Z_5 = 15, Z_6 = 35$
6. Reduksi total,

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_5}{Z_3} \times \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{69}{17} \times \frac{26}{21} \times \frac{35}{15} = 12,05$$

7. Kecepatan,

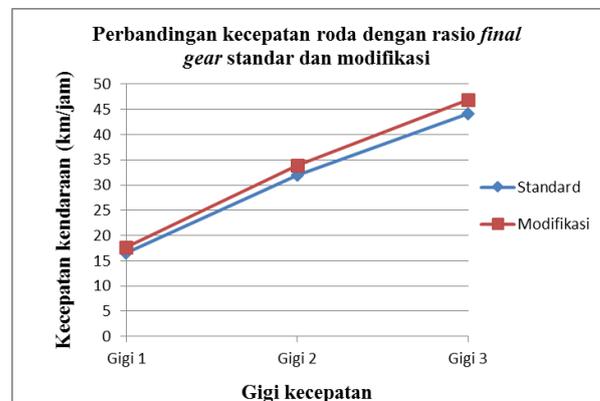
$$v = \frac{60\pi d n_1}{1000i} = \frac{60 \times 3,15 \times 0,6 \times 5000}{1000 \times 12,05} = 56,90 \text{ km/jam}$$

3) Perbandingan Reduksi Total dengan Perubahan Rasio Final gear

Berdasarkan perhitungan kecepatan dengan perubahan rasio *final gear* standar dan modifikasi, maka dapat dituliskan dalam bentuk tabel dan dapat dilihat perbandingannya melalui grafik berikut:

Tabel 8. Perbandingan kecepatan dengan rasio *final gear* standar dan modifikasi

Gigi Kecepatan	Kecepatan (km/jam)	
	Standar	Modifikasi
1	16,59	17,65
2	31,95	33,92
3	55,15	56,90



Gambar 5. Perbandingan kecepatan roda dengan perubahan rasio *final gear* standar dan modifikasi

C. Perhitungan Lebar Roda Gigi

a. Perhitungan Lebar Roda Gigi 1

1. Daya awal (spesifikasi mesin), $P = 7,5 \text{ HP} = 5,5 \text{ KW}$
 $n = 8000$
2. Faktor koreksi untuk daya rencana, $f_c = 1$
3. Daya rencana, $P_d = P \times f_c = 5,5 \times 1 = 5,5 \text{ KW}$
4. Jumlah gigi *main shaft*, $Z_3 = 11$
Jumlah gigi *counter shaft*, $Z_5 = 36$
5. Perbandingan reduksi *primary gear* $= \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{69}{17} = 5,05$
6. Perbandingan reduksi roda gigi kecepatan 1 $= \frac{Z_5}{Z_3} = \frac{36}{11} = 3,27$
7. Putaran poros penggerak,

- $$n_1 = \frac{\text{Rpm Mesin}}{\text{Perbandingan gigi primary gear}} = \frac{8000}{5,05} = 1975 \text{ rpm}$$
8. Putaran poros pada roda gigi kecepatan 1,

$$n_2 = \frac{\text{Rpm mesin}}{\text{Reduksi Roda Gigi Kecepatan 1}} = \frac{1975}{3,27} = 603 \text{ rpm}$$
 9. Modul, $m = 3,5$ (dilihat dari diagram 6.25 hal 255, buku sularso)
 10. Kekerasan permukaan sisi gigi, pinyon $H_{b1} = 559$ (rata – rata)
 11. Roda gigi besar $H_{b2} = 357$ (rata – rata)
 12. Faktor tegangan kontak, $k_h = 0,210$ (dilihat dari diagram 6.8 hal 253, buku sularso)
 13. Diameter lingkaran jarak bagi,

$$d_{01} = z_2 m = 11 \times 3,5 = 38,5 \text{ mm}$$

$$d_{02} = z_5 m = 36 \times 3,5 = 126 \text{ mm}$$
 14. Kecepatan keliling,

$$v = \frac{\pi d_{01} n_1}{60 \times 1000} = \frac{3,15 \times 38,5 \times 1975}{60000} = 3,97 \text{ m/s}$$
 15. Gaya tangensial, $F_t = \frac{102 P_d}{v} = \frac{102 \times 5,5}{2,95} = 138,75 \text{ kg}$
 16. Faktor dinamis, $f_v = \frac{3}{3+v} = \frac{3}{3+3,97} = 0,53$
 17. Beban permukaan yang diizinkan,

$$F'_H = f_v k_h d_{01} \frac{2Z_5}{Z_3 + Z_5} = 0,53 \times 0,210 \times 38,5 \times \frac{2 \times 36}{11 + 36} = 5,31 \text{ kg/mm}$$
 18. Lebar roda gigi, $b = \frac{F_t}{F'_H} = \frac{138,75}{5,31} = 26,12 \text{ mm}$
 19. Koreksi lebar roda gigi terhadap modul,

$$\frac{b}{m} = \frac{26,12}{3,5} = 7,56 \text{ mm (6 – 10) sesuai}$$
 Sehingga lebar roda gigi yang sesuai untuk roda gigi satu adalah 7,56 mm
- b. Perhitungan Lebar Roda Gigi 2
1. Daya awal (spesifikasi mesin), $P = 7,5 \text{ HP} = 5,5 \text{ KW}$
 $n = 8000$
 2. Faktor koreksi untuk daya rencana, $f_c = 1$
 3. Daya rencana, $P_d = P \times f_c = 5,5 \times 1 = 5,5 \text{ KW}$
 4. Jumlah gigi *main shaft gear*, $Z_3 = 17$
Jumlah gigi *counter shaft gear*, $Z_5 = 29$
 5. Perbandingan reduksi *primary gear* $= \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{69}{17} = 5,05$
 6. Perbandingan reduksi roda gigi kecepatan 2 $= \frac{Z_5}{Z_3} = \frac{29}{17} = 1,70$
 7. Putaran poros penggerak,

$$n_1 = \frac{\text{Rpm Mesin}}{\text{Perbandingan primary gear}} = \frac{8000}{5,05} = 1975 \text{ rpm}$$
 8. Putaran poros pada roda gigi kecepatan 2,

$$n_2 = \frac{\text{Rpm mesin}}{\text{Reduksi Roda Gigi kecepatan 2}} = \frac{1975}{1,70} = 1161 \text{ rpm}$$
 9. Modul, $m = 3$ (dilihat dari diagram 6.25 hal 255, buku sularso)
 10. Kekerasan permukaan sisi gigi, pinyon $H_{b1} = 559$ (rata – rata)
Roda gigi besar $H_{b2} = 357$ (rata – rata)
 11. Faktor tegangan kontak, $k_h = 0,210$ (dilihat dari diagram 6.8 hal 253, buku sularso)
 12. Diameter lingkaran jarak bagi, $d_{01} = z_2 m = 17 \times 3 = 51 \text{ mm}$
- $$d_{02} = z_5 m = 29 \times 3 = 87 \text{ mm}$$
13. Kecepatan keliling,

$$v = \frac{\pi d_{01} n_1}{60 \times 1000} = \frac{3,15 \times 51 \times 1975}{60000} = 5,27 \text{ m/s}$$
 14. Gaya tangensial, $F_t = \frac{102 P_d}{v} = \frac{102 \times 5,5}{5,27} = 105,5 \text{ kg}$
 15. Faktor dinamis, $f_v = \frac{3}{3+v} = \frac{3}{3+5,27} = 0,36$
 16. Beban permukaan yang diizinkan,

$$F'_H = f_v k_h d_{01} \frac{2Z_5}{Z_3 + Z_5} = 0,36 \times 0,210 \times 51 \times \frac{2 \times 29}{17 + 29} = 5,85 \text{ kg/mm}$$
 17. Lebar roda gigi, $b = \frac{F_t}{F'_H} = \frac{105,5}{5,85} = 21,55 \text{ mm}$
 18. Koreksi lebar roda gigi terhadap modul,

$$\frac{b}{m} = \frac{21,55}{3} = 7,18 \text{ mm (6 – 10) sesuai}$$
 Sehingga lebar roda gigi yang sesuai untuk roda gigi dua adalah 7,18 mm
- c. Perhitungan Roda Gigi 3
1. Daya awal (spesifikasi mesin), $P = 7,5 \text{ HP} = 5,5 \text{ KW}$
 $n = 8000$
 2. Faktor koreksi untuk daya rencana, $f_c = 1$
 3. Daya rencana, $P_d = P \times f_c = 5,5 \times 1 = 5,5 \text{ KW}$
 4. Jumlah gigi *main shaft*, $Z_3 = 21$
Jumlah gigi *counter shaft*, $Z_5 = 26$
 5. Perbandingan reduksi *primary gear* $= \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{69}{17} = 5,05$
 6. Perbandingan reduksi roda gigi kecepatan 3 $= \frac{Z_5}{Z_3} = \frac{26}{21} = 1,23$
 7. Putaran poros penggerak,

$$n_1 = \frac{\text{Rpm Mesin}}{\text{Perbandingan gigi primary gear}} = \frac{8000}{5,05} = 1975 \text{ rpm}$$
 8. Putaran poros pada roda gigi kecepatan 3,

$$n_2 = \frac{\text{Rpm mesin}}{\text{Reduksi Roda Gigi Kecepatan 3}} = \frac{1975}{1,23} = 1605 \text{ rpm}$$
 9. Modul, $m = 3$ (dilihat dari diagram 6.25 hal 255, buku sularso)
 10. Kekerasan permukaan sisi gigi, pinyon $H_{b1} = 559$ (rata – rata)
Roda gigi besar $H_{b2} = 357$ (rata – rata)
 11. Faktor tegangan kontak, $k_h = 0,210$ (dilihat dari diagram 6.8 hal 253, buku sularso)
 12. Diameter lingkaran jarak bagi, $d_{01} = z_2 m = 21 \times 3 = 63 \text{ mm}$
 $d_{02} = z_5 m = 26 \times 3 = 78 \text{ mm}$
 13. Kecepatan keliling,

$$v = \frac{\pi d_{01} n_1}{60 \times 1000} = \frac{3,15 \times 63 \times 1975}{60000} = 6,51 \text{ m/s}$$
 14. Gaya tangensial, $F_t = \frac{102 P_d}{v} = \frac{102 \times 5,5}{6,51} = 85,60 \text{ kg}$
 15. Faktor dinamis, $f_v = \frac{3}{3+v} = \frac{3}{3+6,51} = 0,31$
 16. Beban permukaan yang diizinkan,

$$F'_H = f_v k_h d_{01} \frac{2Z_5}{Z_3 + Z_5} = 0,31 \times 0,210 \times 63 \times \frac{2 \times 21}{21 + 26} = 5,51 \text{ kg/mm}$$
 17. Lebar roda gigi, $b = \frac{F_t}{F'_H} = \frac{85,60}{5,51} = 18,75 \text{ mm}$
 18. Koreksi lebar roda gigi terhadap modul,

$$\frac{b}{m} = \frac{18,75}{3} = 6,25 \text{ mm (6 - 10) sesuai}$$

Sehingga lebar roda gigi yang sesuai untuk roda gigi tiga adalah 6,25 mm.

1) Perbandingan Lebar Gigi Transmisi Standard dan Modifikasi

Berdasarkan perhitungan lebar roda gigi maka lebar roda gigi dapat ditentukan dan dituliskan dalam tabel berikut :

Tabel 9. Lebar roda gigi standar dan modifikasi

Lebar Gigi	Standar		Modifikasi	
	Main shaft gear (mm)	Counter shaft gear (mm)	Main shaft gear (mm)	Counter shaft gear (mm)
1	15,50	12,95	7,56	7,56
2	11	9,10	7,18	7,18
3	10	11	6,25	6,25

D. Proses Pengujian

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh modifikasi transmisi dan *final gear* terhadap konsumsi bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan uji dinamis dimana konsumsi bahan bakar diukur setelah menempuh jarak tempuh yang sudah ditentukan, lalu dari data tersebut akan dilakukan perbandingan transmisi dan *final gear*. Pengujian dilakukan dengan metode pengujian dinamis dengan variasi kecepatan. Variasi kecepatan ditentukan berdasarkan jarak tempuh dan waktu sesuai regulasi KMHE 2015. Adapun dasar perhitungan berdasarkan regulasi KMHE 2015 adalah sebagai berikut :

- Jarak tempuh (s) = 12,3 km
- Waktu (t) = 30 menit = 0,5 jam
- Kecepatan (v) = $\frac{s}{t} = \frac{12,3 \text{ km}}{0,5 \text{ jam}} = 25,6 \text{ km/jam}$

Jadi, kecepatan rata – rata agar mampu menempuh 12,3 km dengan waktu maksimal 30 menit adalah $25,6 \text{ km/jam}$.

Untuk variabel jarak tempuh dan bahan bakar ditentukan atas dasar regulasi KMHE 2015 bahwa untuk menempuh sepuluh putaran dengan jarak tempuh 12,3 km membutuhkan bahan bakar 100 ml dengan waktu maksimal 30 menit, maka dalam pengujian dapat diambil sampel 1 putaran :

- Jarak tempuh (10 putaran) = 12,3 km
- Bahan bakar (10 putaran) = 100 ml
- Waktu maksimal (10 putaran) = 30 menit = 1800 detik
- Jarak tempuh (1 putaran) = $\frac{12,3 \text{ km}}{10} = 1,23 \text{ km}$
- Bahan bakar (1 putaran) = $\frac{100 \text{ ml}}{10} = 10 \text{ ml}$
- Waktu maksimal (1 putaran) = $\frac{30 \text{ menit}}{10} = 3 \text{ menit} = 180 \text{ detik}$

Jadi untuk menempuh satu putaran dengan jarak 1,23 km membutuhkan bahan bakar maksimal 10 ml dengan waktu maksimal 180 detik. Pada proses pengujian bahan bakar sebanyak 50 ml sudah diberikan sebagai variabel kontrol.

Berdasarkan perhitungan tersebut maka dapat dilakukan pengujian dengan tabel pengujian sebagai berikut:

Tabel 10. Pengujian Dinamis Transmisi standar dengan variasi kecepatan

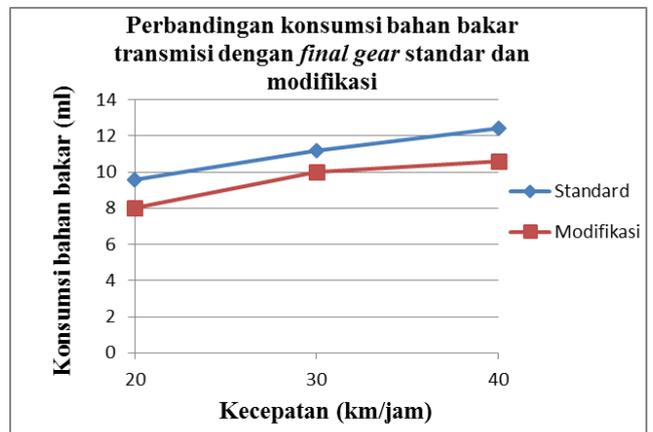
Kecepatan (km/jam)	Proses	Bahan bakar (ml)	Jarak tempuh (km)	Waktu (detik)	Konsumsi bahan bakar (ml)
0 - 20	Pengujian 1	50	1,23	228	8,8
	Pengujian 2	50	1,23	227	10
	Pengujian 3	50	1,23	229	10
20 - 30	Pengujian 1	50	1,23	175	11
	Pengujian 2	50	1,23	179	11,6
	Pengujian 3	50	1,23	168	11
30 - 50	Pengujian 1	50	1,23	155	12
	Pengujian 2	50	1,23	162	13
	Pengujian 3	50	1,23	156	12,2

Tabel 11. Pengujian Dinamis Transmisi modifikasi dengan variasi kecepatan

Kecepatan (km/jam)	Proses	Bahan bakar (ml)	Jarak tempuh (km)	Waktu (detik)	Konsumsi bahan bakar (ml)
0 - 20	Pengujian 1	50	1,23	203	8,5
	Pengujian 2	50	1,23	207	8,8
	Pengujian 3	50	1,23	226	8
20 - 30	Pengujian 1	50	1,23	175	10
	Pengujian 2	50	1,23	177	10
	Pengujian 3	50	1,23	178	10
30 - 50	Pengujian 1	50	1,23	158	11,6
	Pengujian 2	50	1,23	156	10,2
	Pengujian 3	50	1,23	155	10

Tabel 12. Perbandingan pengujian rata-rata untuk transmisi dengan *final gear* standar dan modifikasi

Kecepatan (km/jam)	Jarak Tempuh (m)	Konsumsi Bahan Bakar (ml)		Waktu (detik)	
		Standar	Modifikasi	Standar	Modifikasi
0 - 20	1230	9,6	8	228	212
20 - 30	1230	11,2	10	173	176
30 - 50	1230	12,5	10,6	157	156



Gambar 6. Perbandingan konsumsi bahan bakar transmisi dengan *final gear* standar dan modifikasi

E. Pembahasan

Setelah dilakukan proses pengujian maka dilakukan analisa data dengan membandingkan hasil data dari transmisi dan *final gear* modifikasi dengan standar. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa modifikasi transmisi dan *final gear* mempengaruhi bahan bakar menjadi lebih irit meskipun hanya sedikit.

Dari data tersebut juga dapat disimpulkan, transmisi dan *final gear* modifikasi pada kecepatan 0 - 20 km/jam konsumsi bahan bakar 8 ml menempuh jarak 1230 m dengan waktu 212 detik, kecepatan 20 - 30 km/jam konsumsi bahan bakar 10 ml menempuh jarak 1230 m ditempuh dengan waktu 176 detik, kecepatan 30 - 50 km/jam konsumsi bahan bakar 10,6 ml menempuh jarak 1230 m dengan waktu 156 detik. Karena waktu maksimal adalah 180 detik maka mengemudi dengan kecepatan konstan 20 km/jam tidak dianjurkan karena waktu yang ditempuh lebih dari 180 detik. Lebih dianjurkan untuk mengemudi dengan kecepatan antara 20 km/jam sampai 30 km/jam dan cara mengemudi juga mempengaruhi bahan bakar.

Dan kecepatan roda dengan perbandingan rasio *final gear* modifikasi yang dihitung dengan teoritis adalah pada gigi kecepatan 1 dengan kecepatan roda 7,65 km/jam, gigi kecepatan 2 dengan kecepatan roda 33,92 km/jam, gigi kecepatan 3 dengan kecepatan roda 56,90 km/jam.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi transmisi dan *final gear* berpengaruh pada konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit dari transmisi dan *final gear* standar. Penjelasan pertama karena pada gigi kecepatan satu perbandingan rasio diubah menjadi lebih banyak yaitu dari perbandingan rasio standar 2,83 menjadi 3,35 dengan transmisi modifikasi dimana torsi pada gigi kecepatan satu menjadi bertambah dengan putaran rendah sehingga ketika menggerakkan kendaraan dari posisi diam tidak membutuhkan banyak konsumsi bahan bakar. [2]

Penjelasan kedua karena lebar roda 1,2 dan 3 dikurangi, dimana lebar roda gigi menjadi lebih tipis sehingga bidang gesek menjadi lebih sedikit dan gesekan menjadi berkurang sehingga pembagian aliran energi yang hilang salah satunya akibat gesekan dapat berkurang.

Penjelasan ketiga dengan modifikasi *final gear*, dimana perbandingan gigi nya diubah lebih sedikit dari *final gear* standar yaitu 2,57 menjadi 2,52 dengan perbandingan gigi *final gear* modifikasi. Perbandingan gigi dirubah untuk menambah kecepatan karena penggunaan gigi kecepatan hanya sampai 3 gigi kecepatan dimana jika perbandingan gigi lebih sedikit kecepatan bertambah dan torsi berkurang jika perbandingan gigi lebih banyak kecepatan berkurang dan torsi bertambah. [2]

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pembahasan di atas maka dapat disimpulkan modifikasi transmisi dan *final gear* ini lebih efisien dengan konsumsi bahan bakar yang lebih sedikit dibandingkan dengan transmisi dan *final gear* standar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. <http://Chasis dan Transmisi VEDC Malang> diakses pada pukul 18.30 WIB tanggal 18 Mei 2015
- [2] Gunadi, S. Pd. Melakukan Perbaikan Sistem Transmisi Manual.
- [3] KMHE, (2015). *Regulasi KMHE 2015*, Malang : Universitas Brawijaya Malang.
- [4] Rochadi, Fitri Fuad. 2009. Laporan Proyek Akhir Pembuat Alat Peraga Transmisi Otomatis Sepeda Motor. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- [5] Sularso, Ir. & Suga, Kiyokatsu. 2004. *Dasar Elemen Mesin dan Pemilihan Elemen*. Jakarta: Pradya Paramita. Cet. II.
- [6] Vebriandi, Ega. Modul Transmisi Manual. Kediri : SMK Kertanegara Wates.