

Analisis Perhitungan dan Implementasi Pengaruh Rasio Gigi Penggerak Akhir dan Diameter Roda pada Kecepatan Maksimum Kendaraan

Rudi Purwo Wijayanto^{1,2)*}, Mohamad Haifan¹⁾, Aries Shubhi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Indonesia (ITI), Jl Raya Puspiptek, Banten

²⁾Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), KST BJ Habibie Puspiptek, Banten

Naskah diterima 16 04 2023; direvisi 23 05 2016; disetujui 21 06 2016

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2023.v16.i01.p08>

Abstrak

Kecepatan maksimum pada kendaraan roda empat komersial sudah ditentukan dan didesain sedemikian rupa. Namun, dengan meningkatnya pemahaman dan teknologi otomotif, terdapat keinginan sebagian penggemar kendaraan untuk meningkatkan kecepatan maksimum di atas spesifikasi dari pabrikan. Dari penelitian sebelumnya, peningkatan kecepatan maksimum kendaraan dapat dilakukan dengan merubah diameter roda penggerak serta rasio gigi transmisi dan gigi penggerak akhir. Perubahan pada rasio gigi transmisi membutuhkan biaya yang cukup banyak. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan maksimum kendaraan dengan berfokus pada kombinasi rasio gigi penggerak akhir dengan diameter roda. Metode yang digunakan adalah perhitungan dan implementasi untuk melihat kesesuaian dengan teori perhitungan. Analisis perhitungan dilakukan untuk melihat hubungan rasio penggerak akhir dan diameter roda terhadap kecepatan maksimum. Dari penelitian ini diperoleh hubungan semakin besar rasio penggerak akhir semakin kecil nilai kecepatan maksimum. Untuk diameter roda, berlaku sebaliknya semakin besar diameter semakin besar nilai kecepatan maksimum yang diperoleh. Diperoleh persamaan $V_{maks} = 282,09 D - 46,78 ig + 183,53$; dimana V_{maks} , D dan ig secara berturut-turut menunjukkan nilai kecepatan maksimum, diameter roda dan rasio penggerak akhir (gardan). Hasil perhitungan dan implementasi menunjukkan hasil yang sama dengan tingkat perbedaan dibawah 5%.

Kata kunci: kecepatan maksimum, rasio gigi penggerak akhir, rasio gardan, rasio transmisi

Abstract

The maximum speed of commercial four-wheeled vehicles has been determined and designed in such a way. However, with increasing understanding and automotive technology, there is a desire for some vehicle enthusiasts to increase the maximum speed above the manufacturer's specifications. From previous studies, increasing the maximum speed of the vehicle can be done by changing the diameter of the drive wheels and the gear ratio of the transmission and the final drive gear. Changes to the transmission gear ratio require quite a lot of money. This study aims to increase the maximum speed of the vehicle by focusing on the final drive gear ratio combination with wheel diameter. The method used is calculation and implementation to see conformity with the theory of calculation. Calculation analysis is performed to see the relationship between the ratio of the final drive and wheel diameter to the maximum speed. From this study, it was obtained that the greater the ratio of the final drive, the smaller the value of the maximum speed. For wheel diameter, the opposite applies, the larger the diameter, the greater the maximum speed value obtained. The equation $V_{max} = 282.09 D - 46.78 ig + 183.53$; where V_{max} , D and ig respectively indicate the value of maximum speed, wheel diameter and final drive ratio (axle). The calculation and implementation results show the same result with a difference level below 5%.

Keywords: maximum speed, final drive gear ratio, gardan ratio, transmission ratio

1. Pendahuluan

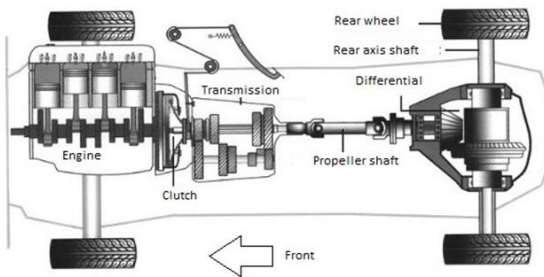
Perkembangan teknologi otomotif mendorong perubahan dalam tren dan gaya hidup masyarakat, salah satunya adalah berkembangnya olahraga dan hobi dalam bidang otomotif. Olahraga otomotif pada umumnya dibedakan menjadi dua kategori yakni; balapan dan non balapan. Balapan otomotif sudah dikenal sejak lama sebagai perlombaan adu performansi kendaraan terutama dalam hal kecepatan. Kecepatan menjadi hal utama dalam menilai performansi kendaraan baik roda dua maupun roda empat. Demikian juga dengan hobi, banyak penggemar otomotif yang memodifikasi kendaraan sedemikian rupa sehingga menghasilkan kecepatan kendaraan yang diinginkan.

Kecepatan kendaraan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah desain aerodinamika bodi kendaraan, rangka kendaraan, mesin dan sistem

penggeraknya. Untuk mendapatkan kecepatan maksimum, modifikasi dapat dilakukan pada bagian bodi dan rangka kendaraan serta pada mesin dan sistem penggeraknya. Kecepatan maksimum pada kendaraan roda empat komersial sudah ditentukan dan didesain sedemikian rupa. Namun, hal ini tidak menutup kemungkinan bagi para penggemar otomotif untuk meningkatkan kecepatan maksimum kendaraan di atas spesifikasi dari pabrikan. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan maksimum kendaraan dengan melakukan modifikasi pada sistem penggerak.

Beberapa penelitian sejenis yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan maksimum kendaraan telah dilakukan. Kinerja traksi mobil sapuangin speed 3 meningkat dengan mengganti ukuran sprocket 56 menjadi 52 dan mengubah ukuran diameter roda dengan velg 13 menjadi velg 15 (Nursaid, 2016).

Berdasarkan penelitian tersebut, kecepatan maksimum meningkat dari 155 km/jam menjadi 158 km/jam. Masih terkait dengan modifikasi kendaraan balap (drag race), IPG Jaya Laksana (2017) melakukan penelitian terkait dengan pengaruh transmisi dan gigi penggerak akhir pada Honda New Jazz. Berdasarkan analisa perhitungan diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar rasio gigi penggerak akhir atau rasio gardan, semakin besar gaya dorong yang dihasilkan. Namun, dengan gaya dorong yang besar belum tentu membuat kendaraan lebih baik (IPG Jaya Laksana, 2017). Analisis karakteristik traksi juga ditunjukkan pada studi redesign rasio transmisi pada Toyota Fortuner (Nico, 2016). Dalam analisis tersebut, diperoleh hasil perhitungan kecepatan maksimum dengan menggunakan gigi keempat pada kondisi standar mencapai 207 km/jam. Namun, nilai kecepatan maksimum tersebut hanya berdasar pada hasil perhitungan tidak diikuti dengan implementasi pada kondisi yang sesungguhnya.



Gambar 1. Kendaraan dengan penggerak roda belakang

Sahari, dkk melakukan studi mendesain ulang rasio penggerak untuk meningkatkan kinerja kendaraan PROTON Waja yang telah dimodifikasi dengan penggunaan mesin CNGDI (Compressed Natural Gas Direct Injection) menggantikan bahan bakar bensin. Studi tersebut menghasilkan rekomendasi penggunaan rasio penggerak pada gigi pertama, gigi kedua, gigi ketiga, gigi keempat, gigi kelima dan gigi penggerak akhir secara berturut-turut adalah 3,58; 1,95; 1,34; 0,98; 0,8; dan 4,33 (Sahari, 2009). Rasio penggerak dari gigi pertama ke gigi keempat atau kelima secara prinsip memiliki nilai yang semakin mengecil. Masing-masing nilai rasio pada setiap tingkatan gigi transmisi tersebut bergantung pada jenis dan spesifikasi kendaraan. Penggantian nilai rasio transmisi pada kendaraan akan lebih sulit dan kompleks jika dibandingkan dengan penggantian pada penggerak akhir. Untuk itu, fokus pada studi ini adalah pada penggantian rasio gigi penggerak akhir dan diameter roda kendaraan.

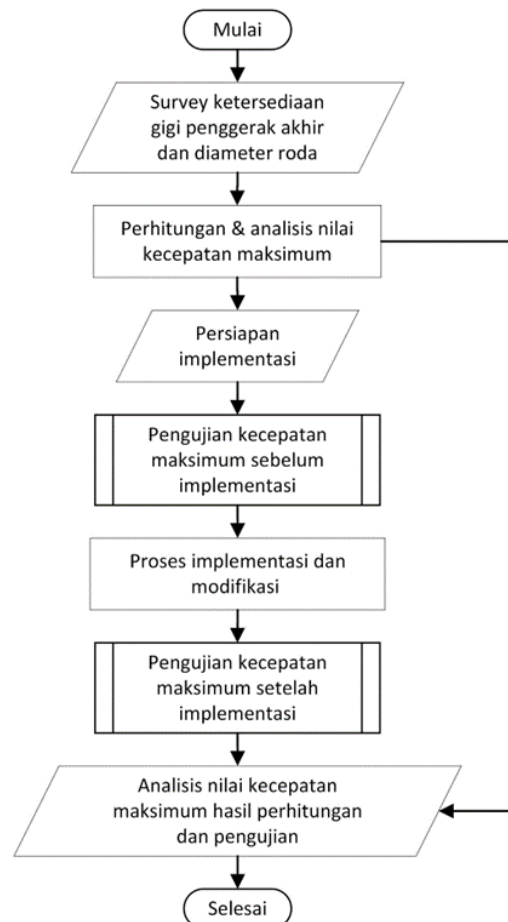
Dari beberapa studi sebelumnya, secara perhitungan perubahan nilai rasio gigi penggerak akhir dapat menambah nilai kecepatan maksimum kendaraan. Penelitian ini akan melakukan analisis perhitungan dan implementasi pengaruh rasio penggerak akhir dari Toyota Innova Diesel Seri V dengan transmisi otomatis. Kendaraan ini merupakan satu dari sekian jenis mobil MPV yang banyak diminati di Indonesia (Kelvin, 2020). Toyota Innova yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan

penggerak roda belakang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Tentunya, keinginan untuk menambah nilai kecepatan maksimum tidak selalu dikaitkan dengan keikutsertaan dalam kegiatan drag race namun dapat mengarah pada aspek hobi atau kegemaran penggiat otomotif. Selain dengan merubah rasio penggerak akhir, optimalisasi perolehan nilai kecepatan maksimum kendaraan diikuti dengan perubahan diameter roda dari ukuran standar pabrikan.

2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Alir Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis perhitungan dan implementasi di lapangan dari hasil analisis perhitungan yang paling optimum. Nilai kecepatan maksimum sesungguhnya pada akhirnya akan dibandingkan dengan nilai kecepatan hasil perhitungan. Implementasi di lapangan dipengaruhi oleh kesediaan komponen gigi penggerak akhir kendaraan dengan rasio tertentu di pasar. Demikian juga dengan analisis perhitungan, pemilihan nilai variabel mempertimbangkan faktor mungkin atau tidaknya implementasi pada kondisi sesungguhnya.



Gambar 2. Diagram alir pelaksanaan penelitian

2.2. Hubungan Kecepatan, Rasio Gigi dan Diameter Roda

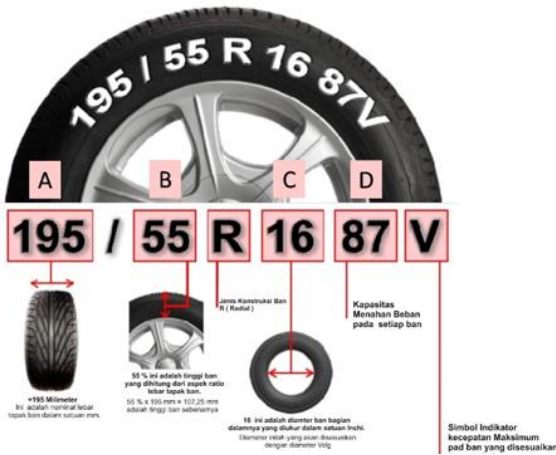
Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan survei ketersediaan gigi penggerak akhir dengan rasio tertentu dan ketersediaan roda dengan

diameter yang memadai. Dari variasi nilai rasio gigi penggerak akhir dan diameter roda akan diperoleh nilai kecepatan maksimum berdasarkan perhitungan. Pada akhirnya, akan dipilih satu variasi nilai rasio roda gigi penggerak akhir dan diameter roda untuk diimplementasikan pada kondisi yang sebenarnya. Proses implementasi tersebut disampaikan dalam laporan ini, termasuk hasil pengujian di lapangan terkait dengan nilai kecepatan maksimum yang sesungguhnya. Diagram alir dari metode tersebut terlihat pada Gambar 2.

Ketersediaan gigi penggerak akhir dan diameter roda di pasar menggunakan acuan pada marketplace. Perhitungan nilai kecepatan maksimum menggunakan turunan rumus dari gerak translasi rotasi seperti yang dijelaskan dalam persamaan berikut di bawah ini.

$$V_{maks} = \frac{rpm \text{ output engine}}{i_k \cdot i_g} \times \frac{\pi}{60} \times D \times \frac{3600}{1000} \quad (1)$$

Dimana V_{maks} merupakan kecepatan maksimum dalam satuan km/jam, i_k adalah rasio transmisi pada tingkat k, i_g adalah rasio gigi penggerak akhir atau perbandingan jumlah gigi gardan terhadap gigi pinion dan D adalah diameter dari roda belakang kendaraan.



Gambar 3. Kode pada ban kendaraan

Untuk menghitung diameter roda, kita harus memahami kode yang tertera pada ban kendaraan seperti yang terlihat pada Gambar 3. Apabila deretan angka pada ban secara berturut-turut kita notasikan dengan huruf A, B, C, dan D maka untuk kode ban A/B R CD V memiliki arti sebagai berikut. Ban memiliki lebar A mm dengan tinggi ban dalam mm adalah B% dari A serta memiliki diameter ban bagian dalam adalah C inch. Selanjutnya untuk menghitung diameter roda kendaraan digunakan persamaan (2) di bawah ini.

$$D = (0,0254 \times C) + 2 \frac{(B \% \times A)}{1000} \quad (2)$$

Nilai i_g untuk Kijang Innova Diesel Tipe V dengan transmisi otomatis, berdasarkan dari buku manual ditampilkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi teknis rasio transmisi dan penggerak akhir pada Toyota Innova dengan transmisi matik

MODEL/TYPE	A/T					
	V		G		E	
	Gasoline	Diesel	Gasoline	Diesel	Gasoline	
Transmission	4 Speed Automatic, ECT					
Gear Ratio	1st	2.826	2.804	2.826	2.804	2.826
	2nd	1.493	1.591	1.493	1.591	1.493
	3rd	1.000				
	4th	0.730	0.705	0.730	0.705	0.730
	5th	-				
	Reverse	2.703	2.393	2.703	2.393	2.703
Final Drive	4.300	3.727	4.300	3.727	4.555	
Velg & Tire Size	Alloy Wheel, 205 / 65 R15					

Berdasarkan Tabel 1 di atas, ketersediaan gigi akhir (*final drive*) yang sesuai untuk kendaraan uji adalah yang memiliki rasio 4,3; 3,727 dan 4,555. Untuk melihat perbandingan gigi gardan dan gigi pinion dengan rasio tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 4. Untuk nilai rasio 4,3; 3,727 dan 4,555 menunjukkan perbandingan gigi gardan dengan gigi pinion secara berturut-turut adalah sebagai berikut; 43/10; 41/11; dan 41/9.

		RING GEAR AND PINION TEETH RATIO CHART														
		PINION TEETH														
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
RING TEETH	21	4.20	3.50	3.00	2.62											
	22	4.40	3.67	3.14	2.75	2.44										
	23	4.60	3.83	3.29	2.87	2.56										
	24	4.80	4.00	3.43	3.00	2.67	2.40									
	25	5.00	4.17	3.57	3.12	2.78	2.50									
	26	5.20	4.33	3.71	3.25	2.89	2.60									
	27	5.40	4.50	3.86	3.37	3.00	2.70	2.45								
	28	5.60	4.67	4.00	3.50	3.11	2.80	2.55								
	29	5.80	4.83	4.14	3.62	3.22	2.90	2.64	2.42							
	30	6.00	5.00	4.29	3.75	3.33	3.00	2.73	2.50							
	31	6.20	5.17	4.43	3.87	3.44	3.10	2.83	2.58							
	32	6.40	5.33	4.57	4.00	3.56	3.20	2.91	2.67	2.46						
	33	6.60	5.50	4.71	4.12	3.67	3.30	3.00	2.75	2.54						
	34	6.80	5.67	4.86	4.25	3.78	3.40	3.09	2.83	2.62	2.43					
	35	7.00	5.83	5.00	4.37	3.89	3.50	3.18	2.92	2.69	2.50					
	36	7.20	6.00	5.14	4.50	4.00	3.60	3.27	3.00	2.77	2.57	2.40				
	37	7.40	6.17	5.29	4.62	4.11	3.70	3.36	3.08	2.85	2.64	2.47				
	38	7.60	6.33	5.43	4.75	4.22	3.80	3.45	3.17	2.92	2.71	2.53				
	39	7.80	6.50	5.57	4.87	4.33	3.90	3.56	3.25	3.00	2.79	2.60				
	40		6.67	5.71	5.00	4.44	4.00	3.64	3.33	3.08	2.86	2.67				
41		6.83	5.86	5.12	4.56	4.10	3.73	3.42	3.15	2.93	2.73					
42		7.00	6.00	5.25	4.67	4.20	3.82	3.50	3.23	3.00	2.80					
43		7.17	6.14	5.37	4.78	4.30	3.91	3.58	3.31	3.07	2.87					
44		7.38	6.29	5.50	4.89	4.40	4.00	3.67	3.38	3.14	2.93					
45		7.50	6.43	5.62	5.00	4.50	4.09	3.75	3.46	3.21	3.00					
46		7.67	6.57	5.75	5.11	4.60	4.18	3.83	3.54	3.29	3.07					
47			5.87	5.81	5.22	4.70	4.27	3.92	3.61	3.36	3.13					
48			6.00	6.00	5.33	4.80	4.36	4.00	3.69	3.43	3.20					
49			6.12	6.12	5.44	4.90	4.45	4.08	3.77	3.50	3.27					
50			6.25	6.25	5.55	5.00	4.54	4.17	3.85	3.57	3.33					
51			6.37	6.37	5.67	5.10	4.64	4.25	3.92	3.64	3.42					
52			6.50	6.50	5.78	5.20	4.73	4.33	4.00	3.71	3.47					
53			6.62	6.62	5.89	5.30	4.82	4.42	4.08	3.79	3.53					

Gambar 4. Rasio perbandingan gigi ring dengan gigi pinion (gardan)

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut di bawah ini merupakan hasil nilai kecepatan maksimum kendaraan berdasarkan pada hasil perhitungan dan pengujian di lapangan dengan urutan penjelasan berdasarkan metode yang disampaikan pada bahasan sebelumnya.

3.1. Perhitungan nilai kecepatan maksimum

Studi ini menggunakan variasi tiga ukuran ban dan empat rasio gigi akhir. Pemilihan rasio gigi akhir mempertimbangkan ketersediaannya di pasar dan diperoleh nilai rasio 3,73 (standar pabrikan); 3,50; 3,91 dan 4,56. Rasio tersebut menunjukkan perbandingan jumlah gigi ring (*ring gear/ crown*) terhadap gigi pinion secara berturut-turut adalah 41/11, 42/12, 43/11, dan 41/9 (Gambar 4). Perhitungan kecepatan maksimum

(V_{maks}) menggunakan persamaan (1), dengan nilai putaran mesin berdasarkan hasil *Dyno test* adalah 4100 rpm, rasio transmisi sebesar 0,705 (matik dengan bahan bakar diesel), dan diameter roda.

Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini, dengan variasi rasio jumlah gigi ring/ pinion (gigi akhir/ gardan) dan ukuran ban.

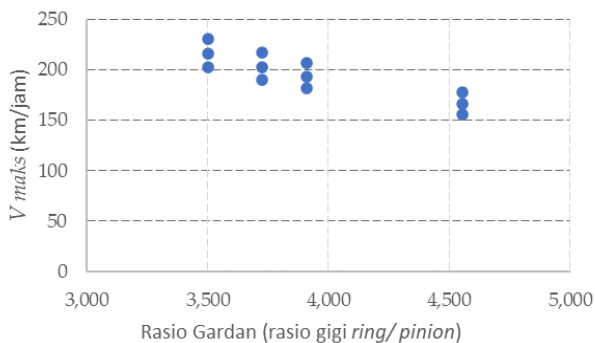
Tabel 2. Hasil perhitungan kecepatan maksimum

No	Rasio Gigi Ring / Pinion	Ukuran Ban	Kecepatan Maksimum (Km/jam)
1	43 / 11	205/65R15	182
2	43 / 11	215/60R17	193
3	43 / 11	255/55R18	207
4	41 / 9	205/65R15	156
5	41 / 9	215/60R17	166
6	41 / 9	255/55R18	178
7	41 / 11	205/65R15	190
8	41 / 11	215/60R17	203
9	41 / 11	255/55R18	217
10	42 / 12	205/65R15	203
11	42 / 12	215/60R17	216
12	42 / 12	255/55R18	231

3.2. Analisis pengaruh rasio gigi akhir dan diameter roda

Untuk mempermudah pembacaan hubungan antara rasio gigi akhir (gardan), ukuran ban dan kecepatan maksimum kendaraan, dibuat grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 di bawah ini. Gambar 5 menunjukkan hubungan kelompok rasio gigi akhir terhadap nilai kecepatan maksimum. Sumbu x adalah nilai rasio gigi akhir dan sumbu y adalah kecepatan maksimum. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin besar nilai rasio gigi akhir, kecepatan maksimum yang dihasilkan semakin menurun. Nilai rasio gigi akhir dengan kecepatan maksimum memiliki keterkaitan yang bersifat negatif.

Grafik Kelompok Rasio Gigi Akhir terhadap Kecepatan Maksimum

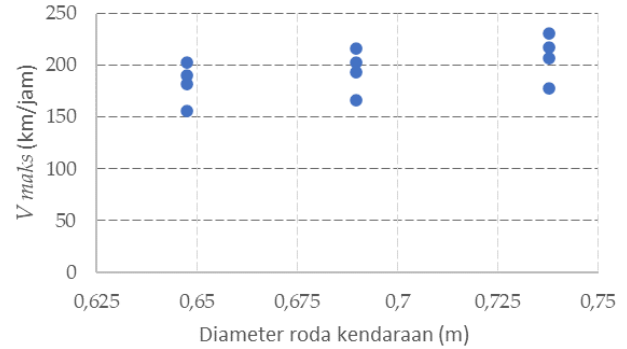


Gambar 5. Grafik hubungan rasio gigi akhir terhadap kecepatan maksimum

Gambar 6 menunjukkan hubungan ukuran diameter roda terhadap kecepatan maksimum. Sumbu x menunjukkan ukuran diameter roda berdasarkan ukuran *velg* dan ban yang dihitung dengan menggunakan persamaan (2), dan sumbu y adalah nilai kecepatan maksimum (V_{maks}). Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa hubungan diameter roda dengan nilai kecepatan maksimum memiliki

keterkaitan positif. Semakin besar diameter roda yang digunakan, semakin besar nilai kecepatan maksimum yang dapat diperoleh. Namun, ukuran diameter roda memiliki keterbatasan tertentu yang dipengaruhi oleh jarak ruang kosong antara roda dengan *sparkboard* kendaraan.

Grafik Kelompok Diameter Roda terhadap Kecepatan Maksimum



Gambar 6. Grafik hubungan diameter roda belakang terhadap kecepatan maksimum

3.3. Persamaan regresi nilai kecepatan maksimum

Dengan menggunakan analisis statistik regresi ANOVA dari data perhitungan yang diperoleh pada Tabel 2, diperoleh nilai koefisien dan parameter statistik yang lain seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai koefisien yang ditunjukkan pada tabel tersebut menghasilkan persamaan regresi hubungan antara kecepatan maksimum dengan rasio gigi akhir dan diameter roda pada kendaraan roda empat Kijang Innova Diesel adalah sebagai berikut;

$$V_{maks} = 282,09 D - 46,78 i_g + 183,53 \tag{3}$$

Dari persamaan (3) tersebut menunjukkan bahwa penggantian diameter roda memiliki pengaruh yang lebih besar dan bernilai positif terhadap kecepatan maksimum kendaraan. Namun, seperti pembahasan sebelumnya penggantian diameter roda ini memiliki keterbatasan karena faktor ketersediaan jarak minimal sebagai ruang kosong antara roda dengan *sparkboard* kendaraan.

Tabel 3. Nilai parameter regresi ANOVA

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	183,53	15,12	12,14	7E-05
Rasio gardan	-46,78	2,10	-22,31	3E-06
Diameter roda	282,09	18,27	15,44	2E-05

3.4. Hasil pengukuran nilai kecepatan maksimum

Proses penggantian gigi gardan dalam penelitian ini dilakukan oleh teknisi profesional dan berpengalaman di bidangnya lebih dari 7 tahun. Demikian juga dengan pengujian yang dilakukan, dimana pengujian dilakukan di jalan tol Jagorawi dengan mengikuti prosedur keamanan yang ada. Alat GPS ditambahkan untuk dapat memberikan informasi nilai kecepatan maksimum yang diperoleh, dikarenakan *speedometer* bawaan kendaraan memiliki kesalahan baca karena penggantian roda standar dengan ukuran yang baru. Gambar 7 menunjukkan

proses penggantian gigi gardan yang dilakukan di sebuah bengkel di Jakarta.



Gambar 7. Proses penggantian gigi gardan

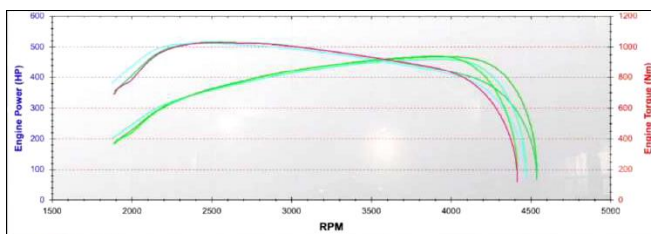
Hasil pengukuran kecepatan maksimum yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4. Pada tabel tersebut, tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil perhitungan dengan pengukuran di lapangan.

Tabel 4. Perbandingan nilai kecepatan maksimum antara perhitungan dengan pengukuran di lapangan

No	Rasio Gigi Ring / Pinion	Ukuran Ban	Kecepatan Maksimum (km/jam)		Selisih Perhitungan dan Aktual
			Perhitungan	Aktual	
1	41 / 11	255/55R18	217	208	4%
2	42 / 12	255/55R18	231	224	3%

3.5. Analisis kinerja kendaraan berdasarkan data *Dyno test*

Hasil *Dyno test* diperlihatkan pada Gambar 8 di bawah ini, grafik tenaga atau daya kuda dalam satuan HP (*horsepower*) dan torsi dalam Nm per satuan putaran mesin (rpm). Garis biru merah menunjukkan torsi, sedangkan garis hijau menunjukkan daya kuda dengan beberapa garis yang berhimpitan menunjukkan berapa banyak uji yang dilakukan. Torsi maksimum diperoleh pada putaran 2400 rpm dan terus melandai hingga putaran 4100 rpm dengan sudut penurunan yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa torsi tetap konsisten di putaran tengah dan memiliki makna bahwa daya kuda dan kecepatan terus meningkat secara konsisten. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa nafas kendaraan cukup panjang untuk dapat mencapai kecepatan maksimum.



Gambar 8. Grafik tenaga dan torsi kendaraan pada pengujian menggunakan *Dyno test*

4. Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil perhitungan pengaruh rasio penggerak akhir dan diameter roda pada kecepatan maksimum kendaraan, diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut;

1. Rasio penggerak akhir memiliki keterkaitan negatif (semakin besar rasio semakin kecil nilai kecepatan maksimum), sedangkan pada diameter roda memiliki keterkaitan positif dan berpengaruh lebih signifikan pada nilai kecepatan maksimum kendaraan.
2. Dalam studi ini, diperoleh persamaan $V_{maks} = 282,09 D - 46,78 i_g + 183,53$, dimana V_{maks} , D dan i_g secara berturut-turut menunjukkan nilai kecepatan maksimum, diameter roda dan rasio penggerak akhir (gardan).
3. Pengukuran kecepatan maksimum kendaraan di lapangan menunjukkan hasil yang sama dengan hasil perhitungan dengan tingkat kesalahan dibawah 5%.
4. Hasil pengujian *dyno test* menunjukkan kendaraan memiliki daya dan torsi yang cukup stabil dengan daya yang tertinggi diperoleh pada putaran 4100 rpm.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Bengkel dan Tim Teknisi REV Engineering, Jakarta yang sudah melaksanakan proses penggantian gigi gardan dan diameter roda pada kendaraan Innova Diesel Seri V A/T serta pengujian kecepatan maksimum di lapangan. Terimakasih kepada Aries Shubhi Utama yang telah mengumpulkan data dan melakukan dokumentasi dari awal survey ketersediaan gigi gardan, proses pemasangan dan pengujian di lapangan.

Daftar Pustaka

- [1] Lechner, Giesbert, and Harald Naunheimer. "Automotive transmissions: fundamentals, selection, design and application." *Springer Science & Business Media*, 1999.
- [2] Wibowo, Nursaid Eko. "Peningkatan Karakteristik Traksi Pada Mobil Formula Sapuangin Speed 3 N." *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2016.
- [3] Laksana, I. Putu Gede Jaya. "Analisis Pengaruh Redesign Transmisi Dan Final Drive Gear Terhadap Karakteristik Traksi Honda New Jazz Rs 2010 Untuk Kejuaraan Drag Race." *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2017.
- [4] Wardana, Nico Yudha. "Analisis Karakteristik Traksi Serta Redesign Rasio Transmisi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 Sr (At 4x4)." *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2016.
- [5] Sahari, B. B., Adlan, H., Berhad, P. O. N., Wong, S. V., & Hamouda, A. M. "Gear ratios strategy of PROTON Waja CNG-DI vehicle for improved performance." *Modern Applied Science*, 3(8), 2009.
- [6] Kelvin. "Pengaruh Citra Merek dan Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen New Toyota Kijang Innova di Jakarta" *Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie*, 2020.
- [7] Poetro, Koerniawan Hastho. "Analisis Pengaruh Rasio Final Gear terhadap Kecepatan dan

Konsumsi Bahan Bakar Mobil Hybrid Urban Kmhe 2018." *Jurnal Teknik Mesin Mercuri Buana* 8, no. 3, 2019.

- [8] Suriadi, Igak, and I. Ketut Adi Atmika. "Perancangan Rasio Sistem Transmisi Kendaraan Penggerak Roda Belakang Untuk Meningkatkan Kinerja Traksi." *Jurnal Energi dan Manufaktur* 9, no. 1, 2016.