



## Analisis Pengaruh Beban Yang Melintas dan Tingkat Kekakuan Pegas Serta Rasio Gear dan Jumlah Gundukan Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Speed Trap

Fendi Kurniawan, Zainul, Ir. Supardi, M.Sc

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [fendiad20@gmail.com](mailto:fendiad20@gmail.com), [zainulalfarizy9@gmail.com](mailto:zainulalfarizy9@gmail.com)

### ABSTRAK

*Speed trap* merupakan beberapa gundukan yang berada di jalan raya dengan tujuan agar pengendara yang melewati mengurangi kecepatannya demi keselamatan diri sendiri dan pengendara lainnya. Muncullah ide untuk merancang suatu alat yang dapat digunakan secara praktis sebagai pembangkit listrik dengan generator yang digunakan sebagai sumber utama. Proses penelitian alat ini yakni ketika kendaraan melintasi *speed trap*, kendaraan akan memijak gundukan yang bisa beranjak naik turun. Lalu dari gerak naik turun gundukan, akan di ubah jadi gerak putar oleh *rack gear* dan *pinion gear* yang terdapat dibawah gundukan, dan kemudian di hubungkan dengan rantai penghubung untuk memutar generator.

Tujuan dari penelitian ini merupakan untuk mengubah energi terbuang menjadi energi potensial dan menjadi sumber daya pengganti terbarukan sebagai pembangkit listrik, serta dapat diketahui pula pengaruh spesifikasi konstanta pegas 9,1 N/mm, 15,8 N/mm, 18,18 N/mm terhadap jarak turun *rack gear* akibat beban yang melintas serta perbandingan gear rasio 24:14, 28:14, 32:14 terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh generator.

**Kata kunci:** generator, pembangkit listrik, speed trap, speed bump

### ABSTRACT

*Speed traps are several bumps on the highway with the aim that passing motorists reduce their speed for the for the safety of themselves and other motorists. An idea arose to design a tool that could be used practically as a power plant with a generator used as the main source. The research process for this tool is at the time of the vehicle crosses aspeed trap, the vehicle will cross a mound which can move up and down. After that, from the up and down motion of the mound, it will be converted into rotary motion by the rack gear and pinion gear located under the mound, and then connected to the link chain to rotate the generator.*

*The objective of this research is to convert wasted energy into potential energy and become a renewable alternative source of power as a power plant, and also can seen how the influence for spring constant 9,1 N/mm, 15,8 N/mm, 18,18 N/mm to the distance down the rack gear due to passing loads and gear ratios of 24:14, 28:14, 32:14 to the electric power generated by the generator.*

**Keywords:** generator, power plants, speed traps, speed bump

## PENDAHULUAN

*Speed Trap* merupakan gundukan yang berada di jalan yang bertujuan agar masyarakat yang melintasi jalan tersebut tetap memperhatikan laju kecepatan kendaraannya agar tidak membahayakan masyarakat disekitar maupun diri sendiri. Keberadaan *Speed Trap* tak hanya dijumpai di jalan raya, tetapi juga dapat dijumpai di pemukiman dan jalan-jalan kecil.

Dari banyaknya keberadaan *Speed Trap* kadang memang tidak dianggap mengganggu oleh masyarakat, namun terkadang ada juga yang merasa terganggu oleh keberadaan *Speed Trap* sehingga seringkali masyarakat memanggap gundukan yang berada di jalan itu tidak ada manfaatnya. Sebenarnya keberadaan *Speed Trap* ini sangat memiliki potensi untuk menjadi sumber energi dengan cara memanfaatkan energi potensial dari kendaraan yang melewati *Speed Trap* tersebut menjadi energi mekanik berupa putaran.

Adapun caranya yaitu dengan cara menambahkan sebuah pegas dan *Rack Gear* tepat dibawah gundukan agar ketika kendaraan melewati gundukan tersebut, gundukan dapat bergerak naik turun. Dari gerak naik turun gundukan tersebut akan diubah menjadi gerak putar oleh *Rack Gear* dan *Pinion Gear* lalu yang akan dihubungkan ke poros generator dengan rantai penghubung, dan akan memutar Generator sehingga menghasilkan energi listrik.

## DASAR TEORI

- Konstanta pegas rangkaian seri  

$$k_s = \left( \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n} \right)$$
- Konstanta pegas rangkaian parallel  

$$k_p = k_1 + k_2 + \dots + k_n$$
- Gerak turun pada rack gear

$$x = F/k_t$$

Dimana,  
 x = Perubahan panjang pegas (mm)  
 F = Gaya (N)  
 $k_t$  = Konstanta total (N/mm)

- Putaran final gear  

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

Dimana,

$n_t$  = Putaran akhir (rpm)  
 $n$  = Putaran yang dihasilkan

- Putaran yang dihasilkan  

$$n = S/k$$

Dimana,

s = Jarak turun yang dihasilkan rack gear (mm)  
 $k$  = Keliling gear (mm)

- Mencari Keliling Gear  

$$k = \pi/d$$

Dimana,

$k$  = Keliling gear (mm)  
 $d$  = Diameter gear (mm)

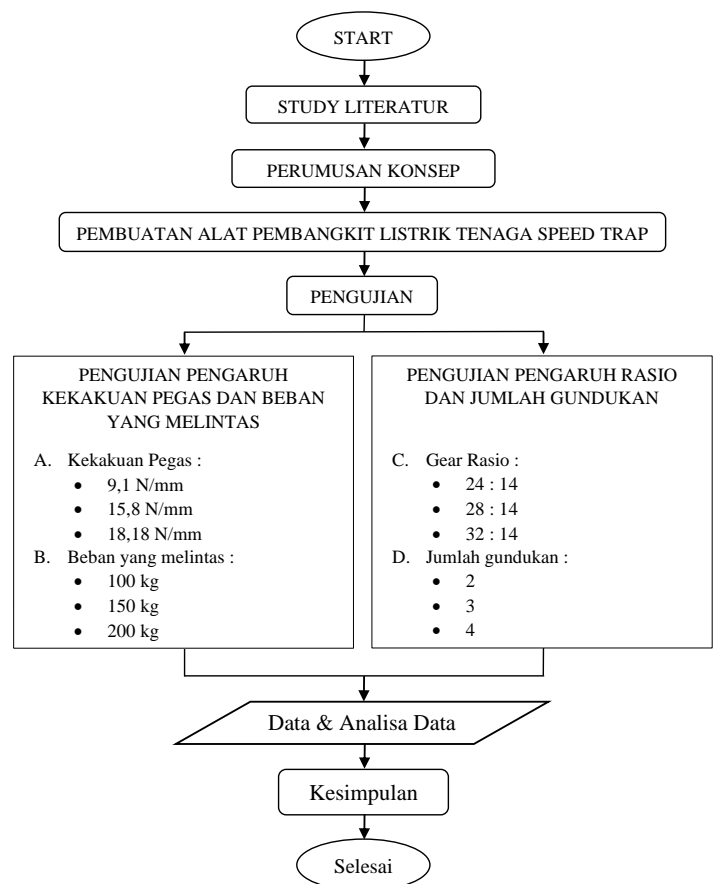
- Perbandingan Rasio Gear  

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

Dimana,

B = Roda gigi yang memutar  
 A = Roda gigi yang diputar

## METODE PENELITIAN





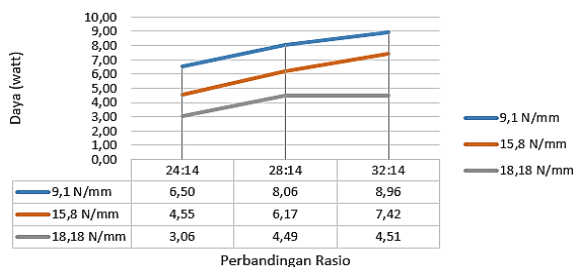
Gambar Alat Speed Trap

## HASIL DAN PEMBAHASAN

- Daya Tertinggi Yang Dihasilkan Dengan Beban 100 kg

Beban (kg)	$k_{total}$ (N/mm)	Rasio Gear	Jumlah Gundukan	Putaran Generator (Rpm)	Volt (V)	Ampere (A)	Daya (watt)		
100	9,1	24:14	2	282,6	9,46	0,30	2,84		
			3	351,5	11,6	0,35	4,06		
			4	453,7	15,48	0,42	6,50		
		28:14	2	342	10,06	0,38	3,82		
			3	411,5	11,66	0,43	5,01		
			4	513,6	16,8	0,48	8,06		
		32:14	2	397,6	10,7	0,46	4,92		
			3	467,3	12,12	0,51	6,18		
			4	569,4	16,6	0,54	8,96		
		100	15,8	24:14	2	151,6	7,50	0,14	1,05
					3	323,7	9,40	0,20	1,88
					4	181,4	13,80	0,33	4,55
28:14	2			187,8	8,10	0,28	2,27		
	3			357,2	9,6	0,37	3,55		
	4			360,7	14,7	0,42	6,17		
32:14	2			217,8	8,88	0,38	3,37		
	3			287,3	10,18	0,43	4,38		
	4			389,4	14,84	0,50	7,42		
100	18,18			24:14	2	188	4,75	0,12	0,57
					3	262	5,25	0,17	0,89
					4	293,7	10,57	0,29	3,06
		28:14	2	221,7	5,72	0,11	0,63		
			3	293,4	7,25	0,21	1,52		
			4	325,7	11,50	0,39	4,49		
		32:14	2	252,1	5,32	0,23	1,22		
			3	323,8	9,31	0,20	1,86		
			4	354,2	12,20	0,37	4,51		

Daya Tertinggi Yang Dihasilkan Dengan Beban 100kg



Berdasarkan grafik diatas bisa diketahui daya tertinggi yang dihasilkan oleh beban yang melintas 100kg adalah 8,96 watt dengan konstanta pegas 9,1 N/mm dan dengan gear rasio 32:14. Sedangkan daya terendah yang dihasilkan adalah

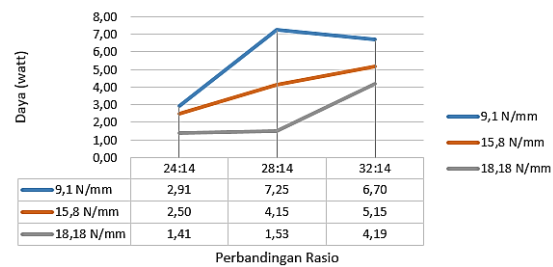
3,06 watt dengan konstanta pegas 18,18 N/mm dan dengan gear rasio 24:14.

Hal ini terjadi dikarenakan daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh putaran generator, dimana putaran generator bergantung pada nilai konstanta pegas dan perbandingan rasio gear. Semakin kecil nilai konstanta pegasnya dan semakin besar perbandingan gear rasionya, maka putaran yang dihasilkan lebih tinggi dan sebaliknya.

- Daya Tertinggi Yang Dihasilkan Dengan Beban 150kg

Beban (kg)	$k_{total}$ (N/mm)	Rasio Gear	Jumlah Gundukan	Putaran Generator (Rpm)	Volt (V)	Ampere (A)	Daya (watt)		
150	9,1	24:14	2	158	9,14	0,12	1,10		
			3	250	10,07	0,10	1,01		
			4	325,5	12,14	0,24	2,91		
		28:14	2	240	10,57	0,15	1,59		
			3	280,4	13,41	0,23	3,08		
			4	357,7	16,48	0,44	7,25		
		32:14	2	250	12,73	0,38	4,84		
			3	368	14,39	0,10	1,44		
			4	456	14,89	0,45	6,70		
		150	15,8	24:14	2	105,2	4,20	0,04	0,16
					3	197,2	8,74	0,08	0,69
					4	272,4	10,85	0,23	2,50
28:14	2			187,5	4,89	0,12	0,59		
	3			304,8	8,62	0,15	1,29		
	4			227,1	13,4	0,31	4,15		
32:14	2			218,6	6,45	0,13	0,84		
	3			336,7	10,42	0,24	2,50		
	4			424	15,16	0,34	5,15		
150	18,18			24:14	2	153	4,60	0,10	0,46
					3	184,5	6,72	0,11	0,74
					4	275	9,41	0,15	1,41
		28:14	2	201	4,98	0,09	0,45		
			3	232,9	7,15	0,11	0,79		
			4	320	10,21	0,15	1,53		
		32:14	2	245,8	5,25	0,13	0,68		
			3	277,5	7,22	0,29	2,09		
			4	364,8	11,96	0,35	4,19		

Daya Tertinggi Yang Dihasilkan Dengan Beban 150kg



Berdasarkan grafik diatas bisa diketahui daya tertinggi yang dihasilkan oleh beban yang melintas 150kg adalah 7,25 watt dengan konstanta pegas 9,1 N/mm dan dengan gear rasio 28:14. Sedangkan daya terendah yang dihasilkan adalah 1,41 watt dengan konstanta pegas 18,18 N/mm dan dengan gear rasio 24:14.

Hal ini terjadi dikarenakan daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh putaran generator, dimana putaran generator bergantung pada nilai

konstanta pegas dan perbandingan rasio gear. Semakin kecil nilai konstanta pegasnya dan semakin besar perbandingan gear rasionya, maka putaran yang dihasilkan lebih tinggi dan sebaliknya.

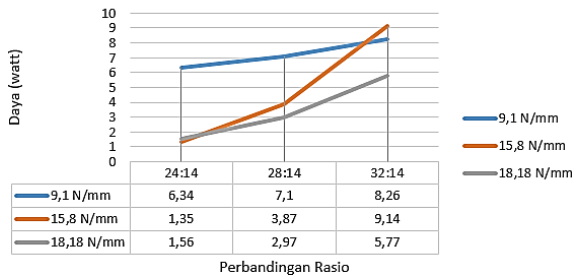
- Daya Tertinggi Yang Dihasilkan Dengan Beban 200kg

Beban (kg)	$k_{total}$ (N/mm)	Rasio Gear	Jumlah Gundukan	Putaran Generator (Rpm)	Volt (V)	Ampere (A)	Daya (watt)
200	9,1	24:14	2	350	9,22	0,24	2,21
			3	374,7	10,12	0,30	3,04
			4	495,2	13,2	0,48	6,34
		28:14	2	410	11,5	0,42	4,83
			3	442,3	12,74	0,45	5,73
			4	587,3	14,20	0,50	7,10
		32:14	2	460,7	9,54	0,36	3,43
			3	557,5	11,7	0,47	5,50
			4	638,8	15,3	0,54	8,26

Beban (kg)	$k_{total}$ (N/mm)	Rasio Gear	Jumlah Gundukan	Putaran Generator (Rpm)	Volt (V)	Ampere (A)	Daya (watt)
200	15,8	24:14	2	335	7,35	0,12	0,88
			3	364	7,24	0,11	0,80
			4	452	8,42	0,16	1,35
		28:14	2	439	9,27	0,19	1,76
			3	395,3	9,45	0,22	2,08
			4	446	10,75	0,36	3,87
		32:14	2	416	9,87	0,28	2,76
			3	538,4	11,45	0,39	4,47
			4	624,2	18,28	0,50	9,14

Beban (kg)	$k_{total}$ (N/mm)	Rasio Gear	Jumlah Gundukan	Putaran Generator (Rpm)	Volt (V)	Ampere (A)	Daya (watt)
200	18,18	24:14	2	318	8,14	0,11	0,90
			3	324	8,80	0,14	1,23
			4	425	9,16	0,17	1,56
		28:14	2	416	9,54	0,21	2,00
			3	380	8,25	0,16	1,32
			4	435	11,87	0,25	2,97
		32:14	2	409	9,23	0,27	2,49
			3	527	10,54	0,38	4,01
			4	619	13,74	0,42	5,77

Daya Tertinggi Yang Dihasilkan Dengan Beban 200kg



Berdasarkan grafik diatas bisa diketahui daya tertinggi yang dihasilkan oleh beban yang melintas 200kg adalah 9,14 watt dengan konstanta pegas 15,8 N/mm dan dengan gear rasio 32:14. Sedangkan daya terendah yang dihasilkan adalah 1,35 watt dengan konstanta pegas 15,8 N/mm dan dengan gear rasio 24:14.

Hal ini terjadi dikarenakan daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh putaran generator, dimana putaran generator bergantung pada nilai konstanta pegas dan perbandingan rasio gear. Semakin kecil nilai konstanta pegasnya dan semakin besar perbandingan gear rasionya, maka putaran yang dihasilkan lebih tinggi dan sebaliknya.

- Hubungan Gerak Turun Yang Dihasilkan Rack Gear

$$x = F/k_{total}$$

Dimana,

x = Perubahan panjang pegas (mm)

F = Gaya (N)

k = Konstanta total (N/mm)

Perhitungan Gerak Turun Pada Rack Gear Dengan Beban 100kg

- Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 9,1 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 980/9,1$$

$$x = 107,7\text{mm}$$

- Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 15,8 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 980/15,8$$

$$x = 62\text{ mm}$$

- Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 18,18 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 980/18,18$$

$$x = 53,9\text{ mm}$$

Perhitungan Gerak Turun Pada Rack Gear Dengan Beban 150kg

- Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 9,1 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 1470/9,1$$

$$x = 161,5\text{ mm}$$

- Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 15,8 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 1470/15,8$$

$$x = 93\text{ mm}$$

- Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 18,18 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 1470/18,18$$

$$x = 80,8\text{ mm}$$

Perhitungan Gerak Turun Pada Rack Gear Dengan Beban 200kg

- a. Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 9,1 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 1960/9,1$$

$$x = 215,3 \text{ mm}$$

- b. Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 15,8 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 1960/15,8$$

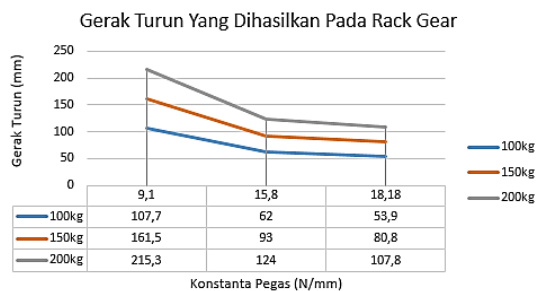
$$x = 124 \text{ mm}$$

- c. Gerak turun pada rack gear dengan konstanta pegas 18,18 N/mm

$$x = F/k$$

$$x = 1960/18,18$$

$$x = 107,8 \text{ mm}$$



Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa gerak turun rack gear tertinggi yang dihasilkan adalah 215,3 mm pada beban 200kg dan konstanta pegas 9,1 N/mm. Sedangkan gerak turun terendah yang dihasilkan adalah 53,9 mm pada beban 100kg dan konstanta pegas 18,18 N/mm.

Hal ini terjadi dikarenakan gerak turun yang dihasilkan dipengaruhi oleh bobot kendaraan yang lewat dan nilai konstanta pegas. Semakin tinggi bobot kendaraan yang lewat dan semakin kecil nilai konstanta pegasnya, maka gerak turun rack gear akan semakin tinggi begitu pula sebaliknya.

- Hubungan Perbandingan Rasio dan Konstanta Pegas Dengan Beban 100kg

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 9,1 N/mm

Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maximal hanya 100mm.

- a. Dengan perbandingan rasio final gear 24:14

$$n = x/k$$

$$n = 100/78,5$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

$$\text{Gear Ratio} = 24/14$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 1,71$$

$$n_t = 2,17 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,17 \times 32/12 \times 60$$

$$n_t = 347,2 \text{ rpm}$$

- b. Dengan perbandingan rasio final gear 28:14

$$n = x/k$$

$$n = 100/78,5$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

$$\text{Gear Ratio} = 28/14$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2$$

$$n_t = 2,54 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,54 \times 32/12 \times 60$$

$$n_t = 406,4 \text{ rpm}$$

- c. Dengan perbandingan rasio final gear 32:14

$$n = x/k$$

$$n = 100/78,5$$

$n = 1,27$  putaran  
 Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,  
 $Gear Ratio = \frac{B}{A}$   
 $Gear Ratio = \frac{32}{14}$   
 $Gear Ratio = 2,28$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio$   
 $n_t = 1,27 \times 2,28$   
 $n_t = 2,89$  putaran  
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio \times 60$   
 $n_t = 2,89 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 462,4$  rpm

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 15,8 N/mm  
 Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maksimal hanya 100mm.

- a. Dengan perbandingan rasio final gear 24:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{62}{78,5}$   
 $n = 0,78$  putaran  
 Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,  
 $Gear Ratio = \frac{B}{A}$   
 $Gear Ratio = \frac{24}{14}$   
 $Gear Ratio = 1,71$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio$   
 $n_t = 0,78 \times 1,71$   
 $n_t = 1,33$  putaran  
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio \times 60$   
 $n_t = 1,33 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 212,8$  rpm
- b. Dengan perbandingan rasio final gear 28:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{62}{78,5}$   
 $n = 0,78$  putaran

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,  
 $Gear Ratio = \frac{B}{A}$   
 $Gear Ratio = \frac{28}{14}$   
 $Gear Ratio = 2$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio$   
 $n_t = 0,78 \times 2$   
 $n_t = 1,56$  putaran  
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio \times 60$   
 $n_t = 1,56 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 249,6$  rpm

- c. Dengan perbandingan rasio final gear 32:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{62}{78,5}$   
 $n = 0,78$  putaran

Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,  
 $Gear Ratio = \frac{B}{A}$   
 $Gear Ratio = \frac{32}{14}$   
 $Gear Ratio = 2,28$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio$   
 $n_t = 0,78 \times 2,28$   
 $n_t = 1,77$  putaran  
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times Gear Ratio \times 60$   
 $n_t = 1,77 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 283,2$  rpm

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 18,18 N/mm  
 Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maksimal hanya 100mm.

- a. Dengan perbandingan rasio final gear 24:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{53,9}{78,5}$   
 $n = 0,68$  putaran  
 Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

$$\text{Gear Ratio} = 24/14$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 0,68 \times 1,71$$

$$n_t = 1,16 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 1,16 \times 32/12 \times 60$$

$$n_t = 185,6 \text{ rpm}$$

- b. Dengan perbandingan rasio final gear 28:14

$$n = x/k$$

$$n = 53,9/78,5$$

$$n = 0,68 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

$$\text{Gear Ratio} = 28/14$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 0,68 \times 2$$

$$n_t = 1,36 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 1,36 \times 32/12 \times 60$$

$$n_t = 217,6 \text{ rpm}$$

- c. Dengan perbandingan rasio final gear 32:14

$$n = x/k$$

$$n = 53,9/78,5$$

$$n = 0,68 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

$$\text{Gear Ratio} = 32/14$$

$$\text{Gear Ratio} = 2,28$$

Maka hasil putaran akhir adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 0,68 \times 2,28$$

$$n_t = 1,55 \text{ putaran}$$

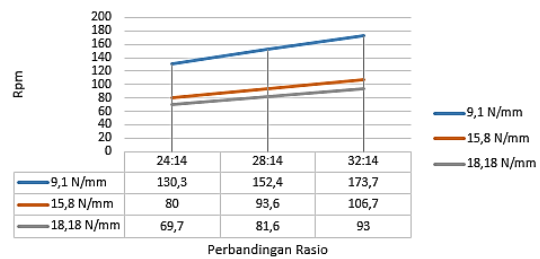
Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 1,55 \times 32/12 \times 60$$

$$n_t = 248 \text{ rpm}$$

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Beban 100kg



Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa putaran tertinggi yang dihasilkan oleh beban yang melintas 100kg adalah 173,7 rpm dengan konstanta pegas 9,1 N/mm dan dengan gear rasio 32:14. Sedangkan putaran terendah yang dihasilkan adalah 69,7 rpm dengan konstanta pegas 18,18 N/mm dan dengan gear rasio 24:14.

Hal ini terjadi dikarenakan putaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai konstanta pegas terhadap jarak turun rack gear dan perbandingan gear rasio. Semakin kecil nilai konstanta pegasnya dan semakin besar perbandingan gear rasionya, maka putaran yang dihasilkan lebih tinggi dan sebaliknya.

- Hubungan Perbandingan Rasio dan Konstanta Pegas Dengan Beban 150kg

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 9,1 N/mm

Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maksimal hanya 100mm.

- a. Dengan perbandingan rasio final gear

$$24:14$$

$$n = x/k$$

$$n = 100/78,5$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = B/A$$

$$\text{Gear Ratio} = 24/14$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 1,71$$

$$n_t = 2,17 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,17 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 347,2 \text{ rpm}$$

- b. Dengan perbandingan rasio final gear

28:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{28}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2$$

$$n_t = 2,54 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,54 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 406,4 \text{ rpm}$$

- c. Dengan perbandingan rasio final gear

32:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{32}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2,28$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2,28$$

$$n_t = 2,89 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,89 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 462,4 \text{ rpm}$$

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 15,8 N/mm

- a. Dengan perbandingan rasio final gear

24:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{93}{78,5}$$

$$n = 1,18 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{24}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,18 \times 1,71$$

$$n_t = 2,01 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,01 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 321,6 \text{ rpm}$$

- b. Dengan perbandingan rasio final gear

28:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{93}{78,5}$$

$$n = 1,18 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{28}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,18 \times 2$$

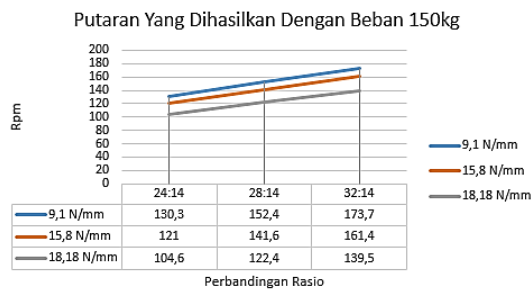
$$n_t = 2,36 \text{ putaran}$$



- Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$   
 $n_t = 2,36 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 377,6 \text{ rpm}$
- c. Dengan perbandingan rasio final gear 32:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{93}{78,5}$   
 $n = 1,18 \text{ putaran}$   
 Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,  
 $\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$   
 $\text{Gear Ratio} = \frac{32}{14}$   
 $\text{Gear Ratio} = 2,28$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio}$   
 $n_t = 1,18 \times 2,28$   
 $n_t = 2,69$   
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$   
 $n_t = 2,69 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 430,4 \text{ rpm}$
- Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 18,18 N/mm
- a. Dengan perbandingan rasio final gear 24:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{80,8}{78,5}$   
 $n = 1,02 \text{ putaran}$   
 Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,  
 $\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$   
 $\text{Gear Ratio} = \frac{24}{14}$   
 $\text{Gear Ratio} = 1,71$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio}$   
 $n_t = 1,02 \times 1,71$   
 $n_t = 1,74 \text{ putaran}$
- Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$   
 $n_t = 1,74 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 278,4 \text{ rpm}$
- b. Dengan perbandingan rasio final gear 28:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{80,8}{78,5}$   
 $n = 1,02 \text{ putaran}$   
 Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,  
 $\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$   
 $\text{Gear Ratio} = \frac{28}{14}$   
 $\text{Gear Ratio} = 2$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio}$   
 $n_t = 1,02 \times 2$   
 $n_t = 2,04 \text{ putaran}$   
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$   
 $n_t = 2,04 \times \frac{32}{12} \times 60$   
 $n_t = 326,4 \text{ rpm}$
- c. Dengan perbandingan rasio final gear 32:14  
 $n = \frac{x}{k}$   
 $n = \frac{80,8}{78,5}$   
 $n = 1,02 \text{ putaran}$   
 Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,  
 $\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$   
 $\text{Gear Ratio} = \frac{32}{14}$   
 $\text{Gear Ratio} = 2,28$   
 Maka hasil putaran pada as final gear adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio}$   
 $n_t = 1,02 \times 2,28$   
 $n_t = 2,32 \text{ putaran}$   
 Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,  
 $n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$

$$n_t = 2,32 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 371,2$$



Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa putaran tertinggi yang dihasilkan oleh beban yang melintas 150kg adalah 173,7 rpm dengan konstanta pegas 9,1 N/mm dan dengan gear rasio 32:14. Sedangkan putaran terendah yang dihasilkan adalah 104,6 rpm dengan konstanta pegas 18,18 N/mm dan dengan gear rasio 24:14.

Hal ini terjadi dikarenakan putaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai konstanta pegas terhadap jarak turun rack gear dan perbandingan gear rasio. Semakin kecil nilai konstanta pegasnya dan semakin besar perbandingan gear rasionya, maka putaran yang dihasilkan lebih tinggi dan sebaliknya.

- Hubungan Perbandingan Rasio dan Konstanta Pegas Dengan Beban 200kg

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 9,1 N/mm

Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maximal hanya 100mm.

- Dengan perbandingan rasio final gear 24:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{24}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 1,71$$

$$n_t = 2,17 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,17 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 347,2 \text{ rpm}$$

- Dengan perbandingan rasio final gear 28:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{28}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2$$

$$n_t = 2,54 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,54 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 406,4 \text{ rpm}$$

- Dengan perbandingan rasio final gear 32:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{32}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2,28$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2,28$$

$$n_t = 2,89 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,89 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 462,4 \text{ rpm}$$

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 15,8 N/mm

Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maximal hanya 100mm.

- a. Dengan perbandingan rasio final gear 24:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{24}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 1,71$$

$$n_t = 2,17 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,17 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 347,2 \text{ rpm}$$

- b. Dengan perbandingan rasio final gear 28:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{28}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2$$

$$n_t = 2,54 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,54 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 406,4 \text{ rpm}$$

- c. Dengan perbandingan rasio final gear 32:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{32}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2,28$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2,28$$

$$n_t = 2,89 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,89 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 462,4 \text{ rpm}$$

Putaran Yang Dihasilkan Dengan Konstanta Pegas 18,18 N/mm

Karena tinggi gundukan hanya 100mm, maka rack gear turun maximal hanya 100mm.

- a. Dengan perbandingan rasio final gear 24:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 24:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{24}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 1,71$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 1,71$$

$$n_t = 2,17 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,17 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 347,2 \text{ rpm}$$

b. Dengan perbandingan rasio final gear

28:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 28:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{28}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2$$

$$n_t = 2,54 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,54 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 406,4 \text{ rpm}$$

c. Dengan perbandingan rasio final gear

32:14

$$n = \frac{x}{k}$$

$$n = \frac{100}{78,5}$$

$$n = 1,27 \text{ putaran}$$

Karena menggunakan perbandingan rasio 32:14 maka,

$$\text{Gear Ratio} = \frac{B}{A}$$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{32}{14}$$

$$\text{Gear Ratio} = 2,28$$

Maka hasil putaran pada as final gear adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio}$$

$$n_t = 1,27 \times 2,28$$

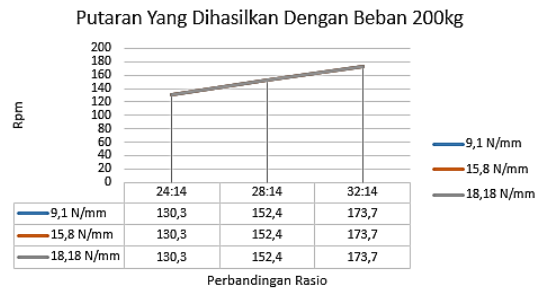
$$n_t = 2,89 \text{ putaran}$$

Karena pada generator menggunakan rasio 32:12 maka putaran akhir pada generator adalah,

$$n_t = n \times \text{Gear Ratio} \times 60$$

$$n_t = 2,89 \times \frac{32}{12} \times 60$$

$$n_t = 462,4 \text{ rpm}$$



Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa putaran tertinggi yang dihasilkan oleh beban yang melintas 200kg adalah 173,7 rpm dengan gear rasio 32:14 meskipun dengan nilai konstanta pegas yang berbeda. Sedangkan putaran terendah yang dihasilkan adalah 130,3 rpm dengan gear rasio 24:14 meskipun dengan nilai konstanta pegas yang berbeda.

Hal ini terjadi dikarenakan putaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh gear rasio. Karena beban yang melintas terlalu besar meskipun dengan nilai konstanta pegas yang tinggi, gundukan akan tetap turun secara maksimal yaitu 100mm. Semakin besar perbandingan gear rasio yang digunakan, maka putaran yang dihasilkan lebih tinggi dan sebaliknya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari analisis hasil pengujian, diperoleh kesimpulan dari peneliti Tugas Akhir sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jika beban kendaraan yang melintasi gundukan besar dengan nilai konstanta pegas yang rendah maka jarak turun rack gear juga akan semakin tinggi, dimana jarak turun rack gear sangat mempengaruhi putaran pinion gear yang akan memutar as final gear yang berhubungan dengan generator.
2. Pada penelitian ini bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi perbandingan nilai rasio gear dan semakin banyak jumlah gundukannya, maka putaran generator akan semakin besar dan semakin konstan. Dimana daya terbesar yang dihasilkan generator adalah 9,14 watt dengan beban

yang melintas 200kg serta perbandingan rasio 32:14.

### Saran

Adapun saran yang bisa diberikan pada hasil pengujian kali ini yang sudah dilakukan ialah sebagai berikut :

1. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya pada saat perancangan alat lebih diperhatikan lagi pada penempatan posisi gear. Agar saat pengujian tidak mengalami kesulitan akibat rantai yang terlalu kendor sehingga kurang efisien saat pengambilan data pengujian.

Suryadi, A., Nugroho, E.A., & Asmoro, P.T. 2020. Rancang Bangun Speed Bump Sebagai Pembangkit Listrik Energi Alternatif. Purwakarta : Politeknik Enjinereng Indorama.

Susastriawan, A.G.P. 2021. Buku Ajar Getaran Mekanik. Yogyakarta : Akprind Press.

### REFERENSI

- Arif, S., & Setyono, B. 2023. Analisa Pengaruh Kekakuan Pegas Dan Jarak Antar Sprocket Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Alat Road Power Generator Model Light Speed Trap Model Vertical Sliding. Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama.
- Asy'ari, H., Budiman, A., & Munadi, A. 2013. Speed Bump Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan dan Terbarukan. Semarang : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Falefhi, D.A.R & Ramadhan, M.Y. 2020. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Speed Trap. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945.
- Fatulloh, H. 2020. Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Kinerja Rancangan Speed Bump Berbasis Generator. Tegal : Universitas Pancasakti.
- Nisa, K., Agwalul, M.Q. 2022. Analisis Perbedaan Generator Dan Efisiensi Gear Ratio PLTMH Vortex Turbine Di Waduk Desa Bujel. Lamongan : Universitas Islam Lamongan.
- Novitasari, D.Y. 2018. Perhitungan Ulang Transmisi Sabuk dan Puli Serta Pemilihan Alternator Pada Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I) Untuk Memaksimalkan Kerja Alat Di Terminal BBM Surabaya Group – Pertamina Perak. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sidiq, A., Furqon, G.R., Isra, M. 2021. Studi Experimental Pemanfaatan Speed Bumper (Polisi Tidur) Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik. Banjarmasin : Universitas Islam Kalimantan.