

PERANCANGAN PLANETARY GEAR PENGGERAK SIKAT PADA AUTOMATIC BORE CLEANER TANK LEOPARD TNI-AD

Mochammad Habibi¹⁾ Abdi Ismail²⁾ Muhamad Aminudin³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Politeknik Angkatan Darat
JL. Raya Anggrek, Pendem, Batu 65324 Telp (0341) 461504

²⁾Universitas Pertahanan RI Kupang

³⁾Politeknik Angkatan Darat

habibieri46@gmail.com¹⁾, abdiismail@gmail.com²⁾, aminudinkavalari05@gmail.com³⁾

RODA GIGI PLANETARY GEAR PENGGERAK SIKAT PADA AUTOMATIC BORE CLEANER TANK LEOPARD TNI-AD

Abstract: Modern warfare today has depended on the rapid development of technology, Tank combat equipment plays an important role during wartime. So far, the cleaning process in the Canon Tank Leopard barrel is still manual and requires a minimum of 6 to 8 personnel for cleaning. Thus, there is a great risk of an accident, for example a hand stuck in the barrel of a Leopard Tank. The dimensions of the tank barrel are 120 mm in diameter, while the barrel cleaning is still manual. Faced with this, the researchers designed an automatic barrel cleaner called the Automatic Bore Cleaner. The method used is descriptive quantitative method. By creating an Automatic Bore Cleaner tool, it is divided into 3 design titles: the first is the design of the Body Automatic Bore Cleaner, the second is the design of the lubricant system and the third is the design of the transmission system on the Automatic Bore Cleaner. Researchers carry out the design of the transmission system, The transmission consists of a variety of gears. Researchers discussed the design of pinion gears, intermediate gears and ring gears, then researchers carried out calculations in the design of brush drive gears. The calculation method is based on the stages of calculating the number of pinion teeth 20, intermediate gears 30 and ring gear 88. From the results of calculations that have been carried out, researchers get the results of pinion gear torque, namely 12,536 Nm, the torque on the intermediate gear is 17,909 Nm and get the ring gear rotation of 31 Rpm.

Keywords : Leopard Tank, Canon Barrel, Gears

Abstrak: Perang modern saat ini telah tergantung pada pesatnya perkembangan teknologi, peralatan tempur Tank berperan penting selama masa perang. Selama ini pelaksanaan pembersihan dalam laras Canon Tank Leopard masih manual dan perlu banyak personil minimal 6 orang s.d 8 orang untuk pembersihannya. Dengan demikian besar resiko kecelakaan misal tangan terjebit di dalam laras Tank Leopard. Untuk dimensi laras Tank berdiameter 120 mm, sedangkan pembersihan laras masih manual. Dihadapkan dari hal tersebut peneliti membuat perancangan pembersih laras secara otomatis disebut Automatic Bore Cleaner. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif diskriptif. Dengan menciptakan sebuah alat Automatic Bore Cleaner dibagi menjadi 3 judul perancangan : yang pertama perancangan Body Automatic Bore Cleaner yang kedua perancangan sistem pelumas dan yang ketiga adalah perancangan sistem transmisi pada Automatic Bore Cleaner. Peneliti melaksanakan perancangan sistem transmisi, dalam transmisi terdiri dari bermacam – macam roda gigi. Peneliti membahas perancangan roda gigi pinion, roda gigi perantara dan roda gigi dalam (ring gear), kemudian peneliti melaksanakan perhitungan dalam perancangan roda gigi penggerak sikat. Metode perhitungan didasarkan pada tahapan perhitungan jumlah

gigi pinion 20, roda gigi perantara 30 dan ring gear 88. Dari hasil perhitungan yang telah dilaksanakan peneliti memperoleh hasil torsi pinion gear yaitu 12,536 Nm, torsi pada roda gigi perantara yaitu 17,909 Nm dan didapatkan putaran ring gear 31 Rpm.

Kata kunci : Tank Leopard, Laras Canon, Roda Gigi

PENDAHULUAN

Satuan Peralatan adalah salah satu kecabangan Angkatan Darat di bagian Satbanmin, yang merupakan pusat pendukung Alutsista matra darat. Dalam melaksanakan OMP (Operasi Militer Perang) Satuan Peralatan sebagai pendukung satuan lain mulai dari senjata ringan, senjata berat, munisi kaliber kecil sampai dengan kaliber besar, Kendaraan Umum, Kendaraan Khusus, Kendaraan Taktis, Kendaraan Tempur dan suku cadangnya.

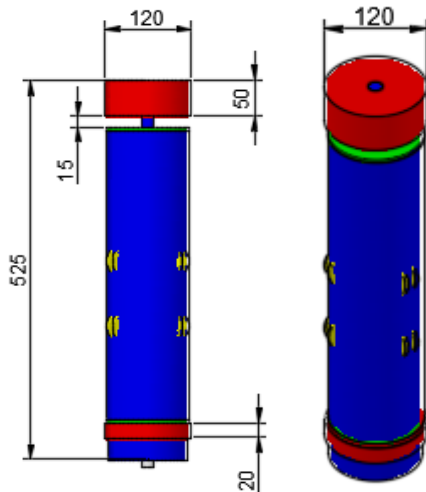
Satuan Peralatan TNI AD sebagai salah satu fungsi teknisi militer di TNI AD yang memiliki tugas pokok pemeliharaan dan perawatan seluruh alutsista matra darat. Sebagai fungsi penggempuran dan pengamanan pertempuran Satuan Peralatan mendukung Satuan Kavaleri berupa Kendaraan Tempur sebagai alat utama sistem senjata (Alutsista) berupa *Tank* dan *Panser*.

Pada saat penggempuran dan pengamanan pertempuran Satuan Kavaleri didukung Kendaraan Tempur berlapis baja yaitu *Tank Leopard*. *Tank Leopard* merupakan kendaraan tempur utama TNI AD yang memiliki daya tembak yang dahsyat.

Untuk memaksimalkan daya tembak, *Tank Leopard* perlu perawatan khusus terutama pembersihan laras secara berkala. Hal ini dilakukan untuk meyakinkan bahwa laras *Canon Tank Leopard* siap di operasionalkan. Selama ini pelaksanaan pembersihan dalam laras masih secara manual dan perlu banyak personil 6 s.d 8 orang, resiko kecelakaan tangan terjepit di laras *Tank Leopard*, pada saat pelumas disemprotkan bisa terkena mata dan tongkat yang digunakan melantak bisa terjadi patah / terlepas di dalam laras sehingga lantak tertinggal didalam laras *canon Tank Leopard*.

Melihat permasalahan diatas peneliti memiliki ide gagasan membuat alat pembersih laras secara otomatis disebut *Automatic Bore Cleaner*, dimana di ciptakan alat ini dengan harapan membantu tugas pokok di jajaran TNI AD yang memiliki *Tank Leopard*. Pada saat pemeliharaan dan perawatan laras *canon* menggunakan alat *Automatic Bore Cleaner* dilaksanakan secara efisiensi waktu yang relatif cepat dan membutuhkan 1 s.d 2 personil dalam pengoperasian alat tersebut, serta mengurangi resiko kecelakaan pada saat pembersihan laras *Tank Leopard*. Didalam alat *Automatic Bore Cleaner* ini terdapat

komponen utama yaitu bagian *body*, mekanis *brush*, sistem transmisi, motor penggerak, roda penggerak, kelistrikan, dan sistem pelumasan.



Gambar 1. *Automatic Bore Cleaner*

(Sumber : dibuat oleh peneliti)

Dari gambar gambar diatas keterangan warna merah berarti sebagai sikat, warna biru adalah *body* dan warna kuning sebagai roda penggerak *Automatic Bore Cleaner*.

Dari berbagai macam pembahasan diatas untuk mencapai sebuah alat, penulis membahas tentang perancangan roda gigi yang berfungsi menggerakkan roda dan sikat pada alat *Automatic Bore cleaner*.

Ring gear dan *planet gear* yang akan dibuat bahannya baja St 42. Dalam penelitian tersebut peneliti akan membuat *sparepart*

sendiri, karena *Ring Gear* dan *Planet Gear* jarang dijual dipasaran pada umumnya.



Gambar 2. *Tank Leopard*

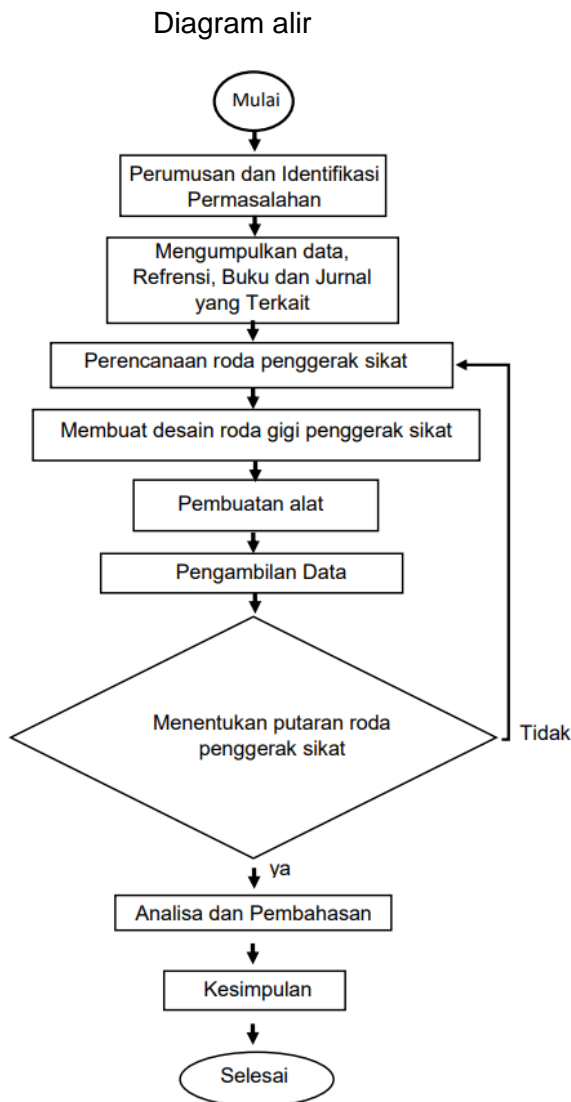
(Sumber : dibuat oleh peneliti)

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di bengkel mekanik Poltekad, penelitian ini dilakukan selama 6 bulan mulai dari bulan february sampai dengan Agustus 2022.

Dalam mendukung penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian menggunakan metode kuantitatif untuk mendapatkan data.

Metode penulisan pada penelitian ini menggunakan metode diskriptif dengan fase-fase yang dilakukan secara *empiris*.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian
 (Sumber : dibuat oleh peneliti)

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif dengan tujuan mendapatkan data kuantitatif. Dalam perancangan pembuatan *pinion gear*, *planet gear* dan *ring gear* pada komponen ini menggunakan beberapa mesin atau alat bantu yang sesuai dengan bentuk dari komponen-komponen yang akan dibuat. Adapun alat dan mesin yang diperlukan dalam

proses pembuatan *planetary gear* antara lain : mesin gergaji besi, mesin bubut konvensional, mesin *frais* konvensional, alat ukur (jangka sorong, mistar baja, *high gauge*), kikir dan alat bantu proses pembuatan lainnya (Sularso, 2004).

Pada jenis roda gigi ini adalah pada bagian dalam dari permukaan pada umumnya bentuk giginya lurus (Hantoro & Tiwan, 2006).

Pelumasan yang baik pada transmisi dapat mengurangi gesekan, mengurangi panas yang dihasilkan dari permukaan gigi yang saling bersinggungan serta melindungi gigi dari keausan (Fiatno Aris & Aprizal, n.d.).

a. Dimensi roda gigi.

Dimensi roda gigi terdapat *planet gear*, *pinion gear* dan *ring gear* diperlukan suatu perencanaan roda gigi. Perancangan roda gigi dapat menggunakan persamaan nomor 1 berikut. Menentukan modul

$$m = dz \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

m = modul

d = diameter *pitch*

z = jumlah gigi

Kemudian persamaan untuk menentukan jumlah gigi dan lingkaran tusuk persamaan nomor 2

$$d_1 = Z_1 m \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$Z1$ = jumlah gigi

m = modul

Persamaan untuk menentukan lingkaran kepala terdapat pada persamaan nomor 3

$$dk = (Z1 + 2) m \dots\dots\dots(3)$$

menentukan lingkaran kaki terdapat persamaan nomor 4

$$df = (d1 - 2,5) m \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan menentukan tinggi kepala kaki terdapat pada persamaan nomor 5.

$$hk = 1 m \dots\dots\dots(5)$$

Persamaan menentukan diameter dasar dapat dilihat pada persamaan 6.

$$db = d1 \cos \emptyset \dots\dots\dots(6)$$

Persamaan menentukan kelonggaran terdapat persamaan pada nomor 7.

$$CI = 0,57 m \dots\dots\dots(7)$$

Persamaan menentukan tinggi kaki gigi terdapat persamaan pada nomor 8.

$$t = m \dots\dots\dots(8)$$

Persamaan menentukan tinggi kaki gigi terdapat pada persamaan nomor 9.

$$hf = 1,25 m \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan untuk menentukan tinggi gigi bisa dilihat pada persamaan 10.

$$hk = m \dots\dots\dots(10)$$

Persamaan untuk menentukan tinggi kepala gigi terdapat persamaan pada nomor 11.

$$h = hf + hk \dots\dots\dots(11)$$

Persamaan untuk menentukan tebal gigi terdapat persamaan pada nomor 12.

$$C = t 2 \dots\dots\dots(12)$$

Persamaan menentukan lebar gigi terdapat persamaan pada nomor 13.

$$b = 8 m \dots\dots\dots(13)$$

b. Roda gigi dalam perancangan terdapat perhitungan dengan menggunakan persamaan 14.

$$\sigma c = Cp \sqrt{Wt : FDpI x CaCsCm : CV} \dots\dots(14)$$

Keterangan :

Cp = faktor elastik(Mpa)

Wt = gaya tangensial (N)

F = tebal gigi (mm)

Dp = diameter *pitch* (mm)

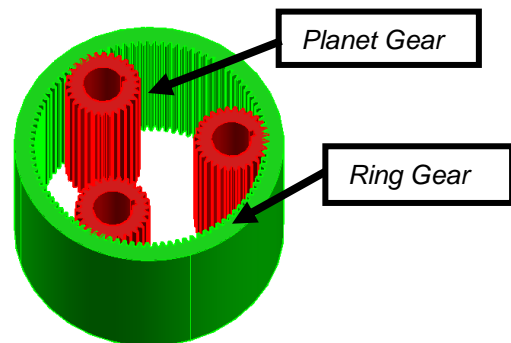
I = faktor geometri

Ca = faktor aplikasi

Cs = faktor ukuran

Cm = faktor distribusi beban

CV = faktor dinamik.



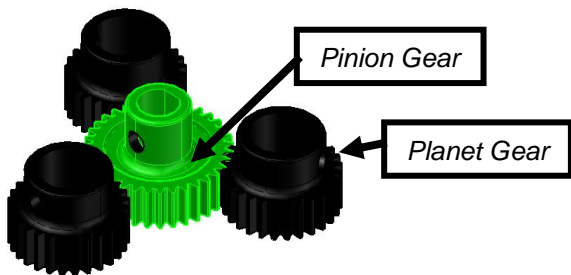
Gambar 4. Planet Gear dan Ring Gear

(Sumber : dibuat oleh peneliti)

c. Roda Gigi *Pinion*

Roda gigi *pinion* adalah tempat mengikat roda gigi perantara (*planet gear*). Dari poros motor terpasang *pinion gear*, motor berputar memberikan tenaga, kemudian tenaga diteruskan ke *planet gear*, tenaga yang diperoleh *planet gear* diteruskan

ke *ring gear* sehingga *ring gear* dapat berputar. Pada sisi luar *ring gear* dipasang sikat fungsi sikat adalah untuk membersihkan dinding bagian dalam laras *canon Tank Leopard*.



Gambar 5. *Pinion Gear* dan *Planet Gear*
(Sumber : dibuat oleh peneliti)

Tabel data perancangan roda gigi *pinion*

Nama	Simbol	Hasil
Modul	m	1,5
Jumlah mata gigi	Z	20
Lingkar tusuk	dl	20,5mm
Lingkar kepala	dk	21mm
Lingkar kaki	df	17,5mm
Tinggi kaki	hk	1,5mm
D linier dasar	db	18mm
Kelonggaran	C1	0,855mm
Tusuk	t	4,71mm
Tinggi kaki gigi	hf	1,875mm
Tinggi <i>head</i> gigi	hk	1,5mm
Tinggi gigi	h	3,375mm
Tebal gigi	C	2,355mm
Lebar gigi	b	12 mm

(Anwar et al., 2019)

Tabel data perancangan roda gigi perantara (*planet gear*)

Nama	Simbol	Hasil
Modul	m	1,5
Jumlah mata gigi	Z	28
Lingkar tusuk	dl	29mm
Lingkar kepala	dk	30mm
Lingkar kaki	df	27,75mm
Tinggi kaki	hk	1,5mm
D linier dasar	db	28mm
Kelonggaran	C1	0,855mm
Tusuk	t	4,71mm
Tinggi kaki gigi	hf	1,875mm
Tinggi <i>head</i> gigi	hk	1,5mm
Tinggi gigi	h	3,375mm
Tebal gigi	C	2,355mm
Lebar gigi	b	12 mm

Tabel data perancangan roda gigi dalam (*ring gear*)

Nama	Simbol	Hasil
Modul	m	1,5
Jumlah mata gigi	Z	88
Lingkar tusuk	dd	81,5mm
Lingkar kepala	dk	80mm
Lingkar kaki	df	83mm
Tinggi kaki	hk	1,5mm
D linier dasar	db	82mm
Kelonggaran	C1	0,855mm
Tusuk	t	4,71mm
Tinggi kaki gigi	hf	1,875mm
Tinggi <i>head</i> gigi	hk	1,5mm
Tinggi gigi	h	3,375mm

Tebal gigi C 2,355mm
Lebar gigi b 50 mm

Untuk mengetahui *speed ratio* pada *single Pinion* digunakan rumus sebagai berikut :

HASIL PENELITIAN

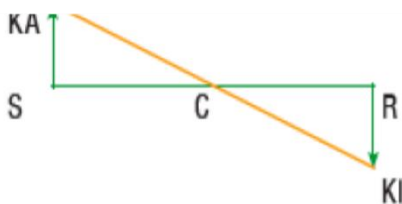
Perhitungan *planetary gear*

Perhitungan dalam perancangan sistem roda gigi yang direncanakan pada *transmisi* yaitu:

	A		B		C
Fixed element	Ring gear		Sun gear		Carrier
Input element	Sun gear	Carrier	Ring gear	Carrier	Sun gear
Output element	Carrier	Sun gear	Carrier	Ring gear	Ring gear
Movement in gear mechanism					
Bearing behavior	Revolution + Orbiting		Revolution + Orbiting		Revolution
Bearing rotation direction and load direction					

Gambar 6. *Planetary Gear*
Sumber : (Rizqafakhrun-Journal-Editor-Feddy-Wanditya-Setiawan, n.d.)

Menentukan putaran *output planetary gear*



S = Sun gear

C = planet gear

R = Ring gear

Apabila *pinion gear* diputar ke kanan (KA), maka arah *ring gear* mengikuti ke (KA) dan C akan (berlawanan).

Caranya

$$S.N_s + R.N_r = (S+R)N_c$$

Dimana

S =Jumlah gigi pada *sun gear*.

R =Jumlah gigi pada *ring gear*.

N_s =Jumlah putaran *sun gear*.

N_r =Jumlah putaran *ring gear*.

N_c =Jumlah putaran *planet gear*

Diketahui :

Jumlah gigi *pinion gear* = 20

Jumlah gigi *planet gear* = 28

Sumber putaran motor DC diputar ke kanan sebesar 100 rpm.

Ditanyakan:

Arah dan besarnya putaran *ring gear* ?

Jawab :

$$S.N_s + R.N_r = (S + R) N_c$$

$$28.100 + 88N_r = (28 + 88) . 0$$

$$88 N_r = -2800$$

$$N_r = -2800/88$$

$$N_r = -2800$$

$$N_r = -31 \text{ rpm}$$

Jadi, putaran roda gigi dalam terdapat 31 rpm (direduksi), arah putaran berlawanan (tanda minus).

Planetary gear terdiri dari 3 (tiga) elemen yaitu : *pinion gear*, *planet gear* dan *Ring gear*. Apabila dua elemen diputar dari ketiganya satu diputar maka akan menghasilkan putaran yang bervariasi pada elemen *outputnya*.

Kecepatan pada gigi rasio tergantung dari jumlah gigi yang digunakan. Untuk kecepatan putar dan arah putar dari input dapat diubah bervariasi dalam berbagai tingkatan.

Input putaran dari motor DC dihubungkan dengan *planetary, pinion gear* yang selanjutnya tenaga diteruskan ke *planet gear* kemudian putaran diteruskan ke *ring gear* sebagai *output* akan mendapat tenaga putar.

Untuk menghitung Torsi

Dimana :

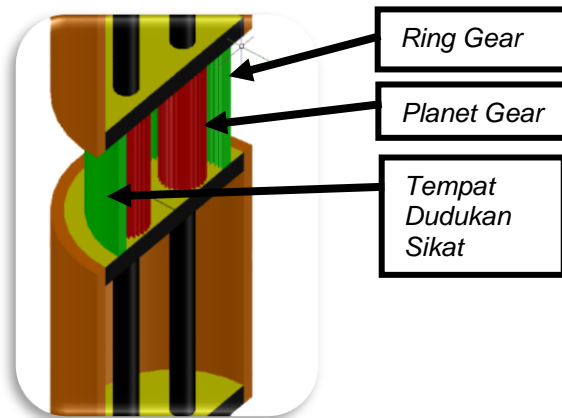
Gaya total (F)	= 596,97 N
Diameter roda gigi 1 (d_1)	= 21 mm
Diameter roda gigi 2 (d_2)	= 30 mm
Jumlah gigi 1 (z_1)	= 20
Jumlah gigi 2 (z_2)	= 28

a. Torsi pada Roda Gigi(T).

$$\begin{aligned} 1) \quad & \text{Torsi roda gigi 1 (T}_1\text{)} \\ T_1 &= F \cdot r_1 \text{ (Nmm)} \\ &= 596,97 \text{ N} \cdot 21 \text{ mm} \\ &= 12.536 \text{ Nmm} \\ &= 12,536 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad & \text{Torsi roda gigi 2 (T}_2\text{)} \\ T_2 &= F \times r_2 \text{ (Nmm)} \\ &= 596,97 \text{ N} \times 30 \text{ mm} \\ &= 17.909 \text{ N.mm} \\ &= 17,909 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan pada desain perencanaan roda gigi *pinion* didapatkan torsi 12,536 Nm dan torsi pada roda gigi perantara yaitu 17,909 Nm kemudian pada putaran roda gigi mendapatkan hasil kecepatan putaran (n) *ring gear* = 31 Rpm maka roda gigi penggerak mampu menggerakkan sikat dan membersihkan dinding laras *canon* bagian dalam secara efisien apabila digunakan *Tank Leopard TNI-AD*.



Gambar 6. Posisi *Planet Gear* dan *Ring Gear* dan Tempat Dudukan Sikat

(Sumber : dibuat oleh peneliti)

PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan pada desain perancangan roda gigi *pinion* didapatkan torsi 12,536 Nm dan torsi pada roda gigi perantara yaitu 17,909 Nm kemudian pada putaran roda gigi mendapatkan hasil kecepatan putaran(n) *output ring gear* = 31 Rpm maka roda gigi penggerak mampu menggerakkan sikat secara efisien apabila digunakan pada pembersih laras *Tank Leopard TNI-AD*.

PENUTUP

Pada perhitungan yang dilakukan dalam perancangan *planetary gear* yaitu dengan dimensi roda gigi yang didapat dari hasil perhitungan. Pada roda gigi *pinion* modul yang dipakai 1,5 jumlah roda gigi 20. Untuk roda gigi perantara memakai modul 1,5 jumlah roda gigi 28 untuk *ring gear*

memakai modul 1,5 jumlah gigi 88. Toleransi pada *planet gear dan ring gear* ini masih di batas harga toleransi maka roda gigi *planet gear dan ring gear* aman untuk dioperasikan. Torsi dihasilkan roda gigi *pinion* 12,536 Nm dan gigi perantara 17,909 Nm. Maka roda gigi cukup aman. Penelitian ini bisa lebih diperdalam dengan memperhatikan dimensi roda gigi yang ingin direncanakan agar aplikasi dan perancangan roda gigi sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu penggunaan alat kerja yang sesuai dapat membantu dalam hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M., Yuliaji, D., & Pramono, G. E. (2019). Rancang Bangun Planetary Gear Pada Sistem Energy Recovery Berdasarkan Putaran Gaya Normal Spring. *AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(2), 88. <https://doi.org/10.32832/ame.v5i2.2470>
- Fiatno Aris, & Aprizal. (n.d.). Analisa kegagalan roda gigi lurus (spur gear) pada mesin kempa (screw press) dan pencegahannya. *Aptek*, 45–50.
- Hantoro, S., & Tiwan, T. (2006). Desain Profil Gigi Roda Gigi Lurus Dengan Sistem Koordinat. *Teknoin*, 11(1), 13–24. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol11.is1.art5>
- rizqafakhrun-journal-editor-feddy-wanditya-setiawan. (n.d.).
- Sularso. (2004). Sularso and K. Suga, “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,” cet.9. Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents.