



PERENCANAAN ULANG RODA GIGI PINION PADA GARDAN BELAKANG KENDARAAN JEEP BJ-212

Heri Wijanarko¹, Sugihandoko², Aryananta Lufti³

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer^{1,2,3}

heriwijanarko@nikmesinhan.akmil.ac.id¹, sugihandoko@nikmesinhan.akmil.ac.id²,
aryanantalufti@nikmesinhan.akmil.ac.id³

Abstract

Gears function to transmit high power and precise rotation through interlocking teeth. Gears are superior to other transmission systems as they are more compact, capable of transmitting large power with high efficiency, and have a minimal risk of slipping. Additionally, gears can withstand higher loads and allow for speed variations as needed. One commonly used type is the bevel gear, where the pitch surface forms a cone with its apex at the intersection of the shaft axes. Straight bevel gears are the easiest to manufacture and frequently used, although they produce significant noise due to their low contact ratio. Other types of bevel gears include spiral bevel gears, helical bevel gears, and hypoid gears, each with unique characteristics and advantages in transmission systems.

Keywords: Gears, power transmission, bevel gears, transmission efficiency, rotational speed.

Abstrak

Roda gigi berfungsi untuk mentransmisikan daya besar dan putaran dengan presisi tinggi melalui gigi-gigi yang saling terkait. Roda gigi lebih unggul dibandingkan sistem transmisi lainnya karena lebih ringkas, mampu mentransmisikan daya besar dengan efisiensi tinggi, serta memiliki risiko slip yang sangat kecil. Selain itu, roda gigi dapat menerima beban lebih tinggi dan memungkinkan variasi kecepatan sesuai kebutuhan. Salah satu jenis roda gigi yang umum digunakan adalah roda gigi kerucut, di mana bidang jarak baginya berbentuk kerucut dengan puncak di titik potong sumbu poros. Roda gigi kerucut lurus merupakan jenis yang paling mudah dibuat dan sering digunakan, meskipun menghasilkan kebisingan tinggi akibat perbandingan kontak yang kecil. Jenis roda gigi kerucut lainnya meliputi roda gigi kerucut miring, spiral, dan hypoid, yang masing-masing memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri dalam sistem transmisi.

Kata Kunci: Roda gigi, transmisi daya, roda gigi kerucut, efisiensi transmisi, kecepatan putaran.

PENDAHULUAN

Kendaraan dinas seperti Jeep Beijing yang digunakan di Akademi Militer (Akmil) masih banyak mengandalkan komponen lama yang sering mengalami kerusakan, khususnya pada roda gigi pinion sebagai penggerak roda belakang. Kerusakan ini berdampak pada efisiensi operasional serta biaya perawatan kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan upaya perancangan ulang roda gigi pinion agar kendaraan dapat berfungsi optimal dan memiliki daya tahan yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang roda gigi pinion agar lebih efisien dan tahan lama, serta memudahkan dalam pengadaan suku cadang dengan harga yang lebih terjangkau. Metode yang digunakan mencakup studi observasi langsung terhadap komponen yang rusak serta studi literatur sebagai dasar teknis perancangan. Hasil yang diharapkan adalah terciptanya roda gigi pinion alternatif yang tidak hanya meningkatkan performa kendaraan, tetapi juga memberikan solusi praktis bagi perawatan kendaraan dinas di lingkungan Akmil.

LANDASAN TEORI

Roda Gigi

Roda gigi adalah komponen berbentuk roda silindris atau kerucut yang memiliki gigi di sekelilingnya dan berfungsi untuk mentransmisikan gerak dan daya dari satu poros ke poros lainnya. Dibandingkan sistem transmisi lainnya seperti sabuk atau rantai, roda gigi memiliki keunggulan yaitu mampu mentransmisikan daya besar dengan putaran yang lebih tinggi, lebih tepat, serta memiliki konstruksi yang lebih ringkas dan kuat.

Pada dasarnya, roda gigi bekerja dengan prinsip perpindahan putaran melalui hubungan antar gigi pada dua roda yang saling terkait. Hal ini membuat roda gigi sangat efektif digunakan dalam sistem yang membutuhkan presisi dan efisiensi tinggi. Meski demikian, sistem roda gigi membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi dalam proses perancangan, pembuatan, dan pemasangannya agar dapat bekerja secara optimal.

Klasifikasi Motor Bakar.

Klasifikasi Roda Gigi.

Roda gigi diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Menurut letak poros
 - 1). Roda Gigi dengan sejajar
 - 2). Roda gigi dengan poros berpotongan
 - 3). Roda gigi dengan poros silang
- b. Menurut arah putaran
 - 1). Roda gigi luar; arah putarannya berlawanan
 - 2). Roda gigi dalam dan pinion; arah putarannya sama





- c. Menurut bentuk jalur gigi
- 1). Roda gigi lurus
 - 2). Roda gigi miring
 - 3). Roda gigi permukaan
 - 4). Roda gigi kerucut
 - 5). Roda gigi cacing

Roda gigi miring memiliki jalur gigi yang berbentuk ulir pada silinder jarak bagi. Pada rroda gigi ini, jumlah pasangan gigi yang saling membuat kontak serentak (“disebut perbandingan kontak”) adalah lebih besar dari roda gigi lurus, sehingga pemindahan momen atau putaran melalui gigi-gigi tersebut dapat berlangsung dengan halus. Sifat ini bagus untuk menstransmisikan putaran tinggi dan beban besar. Namun roda gigi memerlukan bantalan aksial dan kontak roda gigi yang lebih kokoh, karena roda gigi yang berbentuk ulir tersebut menimbulkan gaya reasi yang sejajar dengan poros.

- a. Menurut Letak poros

Menurut letak poros maka roda gigi diklasifikasikan seperti table berikut:

Letak Poros	Roda Gigi	Keterangan
Roda Gigi dengan sejajar	Roda gigi Lurus Roda gigi miring Roda gigi miring ganda Roda gigi luar Roda gigi dalam & pinion Batang gigi & pinion	Klasifikasi berdasarkan bentuk dan alur gigi Arah putaran berlawanan Arah putaran sama Gerakan lurus dan berputar
Roda gigi dengan poros berpotongan	Roda gigi kerucut lurus Roda gigi kerucut spiral Roda gigi kerucut zero Roda gigi kerucut miring Roda gigi kerucut miring ganda Roda gigi permukaan dengan poros berpotongan	Klasifikasi atas dasar Bentuk jalur gigi Roda gigi dengan poros berpotongan berbentuk istimewa
Roda gigi dengan poros silang	Roda gigi miring silang Batang gigi miring silang Roda gigi cacing silindris Roda gigi selubung ganda Roda gigi cacing samping Roda gigi hiperboloid Roda gigi hipoid Roda gigi permukaan silang	Kontak gigi Gerak lurus dan berputar

- b. Menurut arah putaran
 Menurut arah putaran, roda gigi dapat dibedakan atas:
- 1). Roda gigi luar; arah putarannya berlawanan
 - 2). Roda gigi dalam dan pinion; arah putarannya sama

- c. Menurut bentuk jalur gigi
 Berdasarkan bentuk jalur giginya, roda dapat dibedakan atas:

1). Roda gigi lurus
 Roda gigi digunakan untuk poros yang sejajar atau paralel. Dibandingkan dengan jenis roda gigi yang lain roda gigi lurus ini paling mudah dalam proses pengerjaannya (machining) sehingga harganya lebih murah. Roda gigi lurus ini cocok digunakan pada sistem transmisi yang gaya kelilingnya besar, karena tidak menimbulkan gaya aksial.

Ciri-ciri roda lurus adalah:

- a). Daya yang di transmisikan <25.000 Hp
- b). putaran yang ditransmisikan <100.000 rpm
- c). Kecepatan keliling < 200 m/s
- d). Rasio kecepatan yang digunakan
 - (1). Untuk 1 tingkat (i) < 8
 - (2). Untuk 2 tingkat (i) < 45
 - (3). Untuk 3 tingkat (i) < 200
- e). efisiensi keseluruhan untuk masing masing tingkat 96% - 99% tergantung disain dan ukuran.

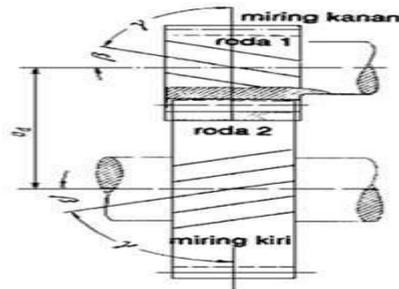
- a) Roda gigi lurus luar
 Roda gigi lurus ditunjukkan seperti gambar 2.2 pasangan roda gigi lurus ini digunakan untuk menaikkan atau menurunkan putaran dalam arah yang berlawanan.



b) Roda gigi dalam
Roda gigi dalam dipakai jika diinginkan alat transmisi yang berukuran kecil dengan perbandingan reduksi besar

c) Roda gigi Rack dan Pinion
Roda gigi Rack pinion (gambar 2.4) berupa pasangan antara batang dan pinion roda gigi jenis ini digunakan untuk merubah gerakan putar menjadi lurus atau sebaliknya.

2) Roda gigi Miring
Roda gigi miring (gambar 2.6) kriterianya hampir sama dengan roda gigi lurus, tetapi dalam pengoperasiannya roda gigi miring lebih lembut dan tingkat kebisingannya rendah dengan perkontakannya antara gigi lebih dari satu.

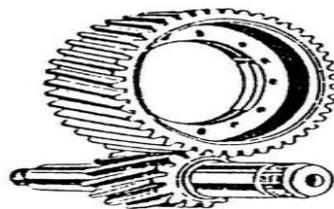


Gambar 2.6 Roda gigi Miring.

- a). Ciri-ciri roda gigi miring adalah:
- (1). Arah gigi membentuk sudut terhadap sumbu poros
 - (2). Distribusi beban sepanjang garis kontak tidak uniform.
 - (3). Kemampuan pembebanan lebih besar dari pada roda gigi lurus
 - (4). Gaya aksial lebih besar sehingga memerlukan bantalan aksial dan roda gigi yang kokoh

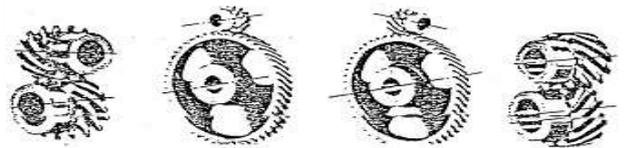
b). Jenis-jenis roda gigi miring antara lain:

(1). Roda gigi miring biasa



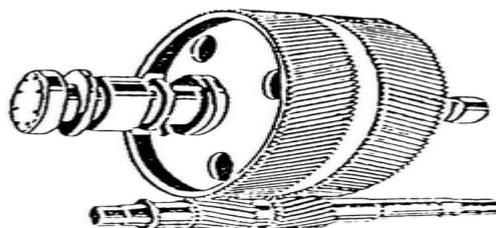
Gambar 2.7 Roda gigi Miring Biasa

(2). Roda gigi miring silang



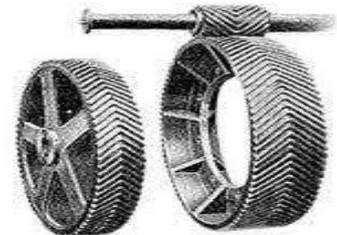
Gambar 2.8 Roda gigi miring Silang

(3). Roda gigi miring Ganda



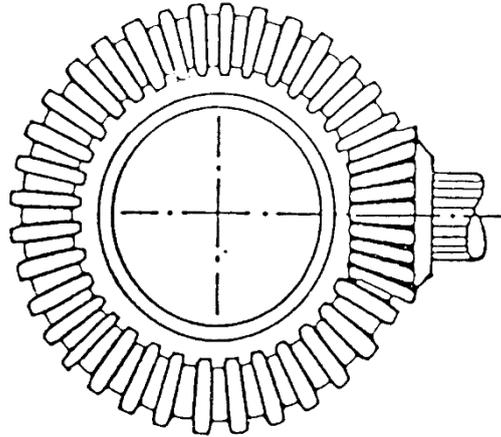
Gambar 2.9 Roda gigi miring ganda

(4). Roda gigi ganda bersambung



Gambar 2.10 Roda gigi ganda bersambung

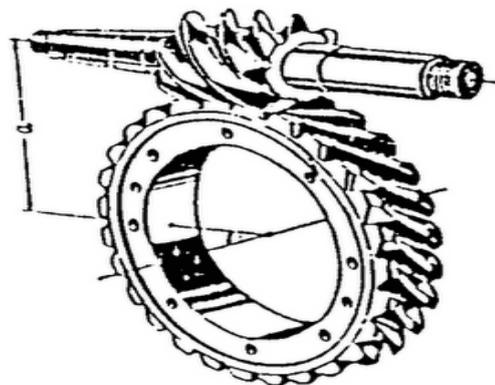
3) Roda gigi permukaan
Roda gigi permukaan (gambar 2.5) memiliki dua sumbu saling berpotongan dengan sudut sebesar 90°.



Gambar 2.5 Roda gigi permukaan

- 4) Roda gigi Cacing
- a) Ciri-ciri roda gigi cacing
- (1) Kedua sumbu saling bersilang dengan jarak sebesar a , biasanya sudut yang dibentuk kedua sumbu sebesar 90° .
 - (2) kerjanya halus dan hampir tanpa bunyi
 - (3) umumnya arah transmisi tidak dapat di balik untuk menaikan putaran dari roda cacing ke cacing(mengunci sendiri).
 - (4) perbandingan reduksi bisa dibuat sampai 1 : 150
 - (5) Kapasitas beban yang besar dimungkinkan karena kontak beberapa gigi (biasanya 2 sampai 4).
 - (6) roda gigi cacing efisiensinya sangat rendah, terutama jika sudut kisarnya kecil.
- b). Batasan pemakaian roda gigi cacing
- (1). kecepatan roda gigi cacing maksimum 40.000 rpm
 - (2). kecepatan keliling roda gigi cacing maksimum 69 m/s
 - (3). torsi roda gigi maksimum 70.000 m kgf
 - (4). Gaya keliling roda gigi maksimum 80.000 kgf
 - (5). Diameter roda gigi maksimum 2 m
 - (6). Daya maksimum 1400Hp

Peningkatan pemakaian roda gigi cacing seperti gambar 2.10, dibatasi pada nilai I antara 1 sampai dengan 5, karena dengan ini bisa digunakan untuk mentransmisikan daya yang sangat besar dengan efisiensi yang tinggi dan selanjutnya hubungan seri dengan salah Satu tingkat roda gigi lurus sebelum atau sesudahnya untuk dapat mendapat reduksi yang lebih besar dengan efisiensi yang lebih baik. Pemakaian dari roda gigi cacing meliputi: gigi reduksi untuk semua tipe transmisi sampai daya 1.400 Hp, diantaranya pada lift, motor Derek, untuk mesin tekstil, rangkaian kemudi kapal, mesin bor vertical, mesin freis dan juga untuk berbagai sistim kemudi kendaraan.



Gambar 2.11 roda gigi cacing

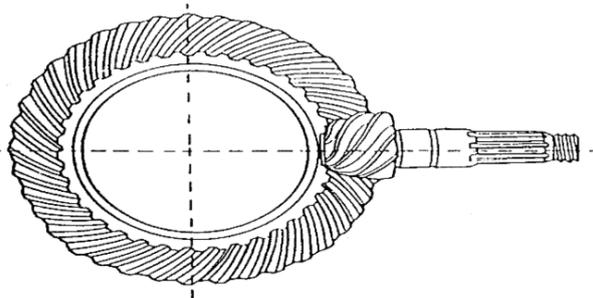


- c). Bentuk profil dari roda gigi cacing ditunjukkan seperti gambar 2.11



Gambar 2.12 Profil roda gigi cacing

- (1) N-worm. Gigi cacing yang mempunyai profil trapozodial dalam bagian normal dan bagian aksial, diproduksi dengan menggunakan mesin bubut dengan pahat yang berbentuk trapezium, serta tanpa proses penggerindaan.
 - (2) E-worm Gigi cacing yang menunjukan involut pada gigi miring dengan β antara 87° sampai dengan 45° .
 - (3) K-worm. Gigi cacing yang dipakai untuk perkakas pahat mempunyai bentuk trapezoidal, menunjukkan dua kerucut.
 - (4) H-worm. Gigi cacing yang dipakai untuk perkakas pahat yang berbentuk cembung.
- d). Tipe-tipe dari penggerak roda gigi cacing antara lain :
- (1). Penggerak Roda Gigi Hypoid (Hypoid Bavel Gear)



Gambar 2.13 Penggerak Roda Gigi Hypoid

Keuntungan:

- (a) Permukaan gigi yang kontak yang lebih banyak
- (b) Dapat dibuat konstruksi yang lebih kecil dibanding non hypoid
- (c) Suara lebih halus dibanding lainnya
- (d) Pemindahan tenaga lebih besar

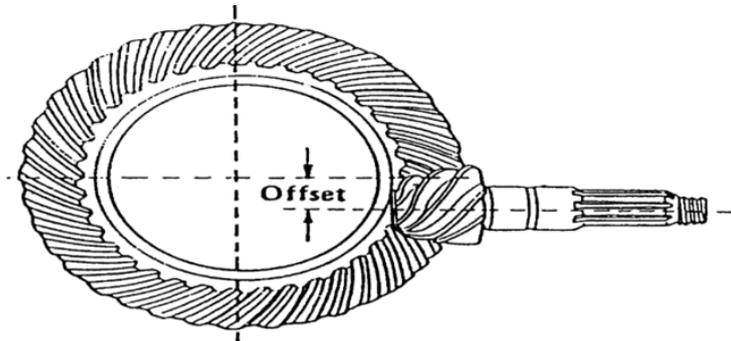
Kerugian:

- (a) Diperlukan oli khusus kualitas lebih tinggi
- (b) Harga lebih mahal
- (c) Efisiensi kurang
- (d) Konstruksi lebih rumit

Penggunaan:

- (a) Digunakan pada kendaraan produksi tahun 1960 sampai sekarang
- (b) Saat ini masih ada dijumpai pada kendaraan kecil

- (2). Penggerak Roda Gigi Spyroid



Gambar 2.14 Penggerak Roda Gigi Hypoid (Hypoid Bavel Gear)

Keuntungan:

- (a) Permukaan gigi kontak yang lebih banyak
- (b) Dapat dibuat konstruksi yang lebih kecil dibandingkan non hypoid
- (c) Suara lebih halus disbanding lainnya
- (d) Pemindahan tenaga lebih besar

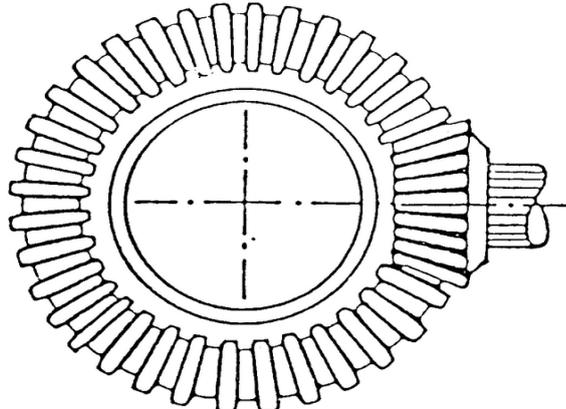
Kerugian:

- (a) Diperlukan oli khusus kualitas lebih tinggi
- (b) Harga lebih mahal
- (c) Effisiensi kurang
- (d) Konstruksi lebih rumit

Penggunaan:

Digunakan pada kendaraan produksi tahun 1960 sampai sekarang (terbaru)

(3). Penggerak Roda Gigi Segaris (Bevel Gear)



Gambar 2.15 Penggerak Roda Gigi Segaris (Bevel Gear)

Keuntungan:

- (a) Konstruksi sangat sederhana
- (b) Harga mahal
- (c) Gesekan kecil

Kerugian:

- (a) Permukaan yang kontak sedikit
- (b) Suara kasar
- (c) Gigi cepat aus
- (d) Pada kendaraan-kendaraan yang sangat tua sekali (produksi akhir 1800/awal1900)
- (e) Saat ini tidak ditemukan lagi

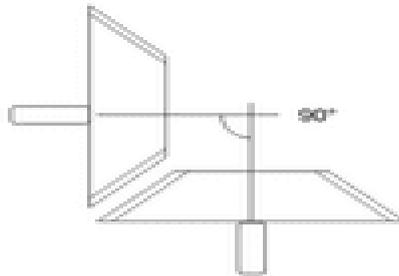
Penggunaan:

- (a) Pada kendaraan-kendaraan yang sangat tua sekali (produksi akhir 1800/awal 1900)
- (b) Saat ini tidak ditemukan lagi

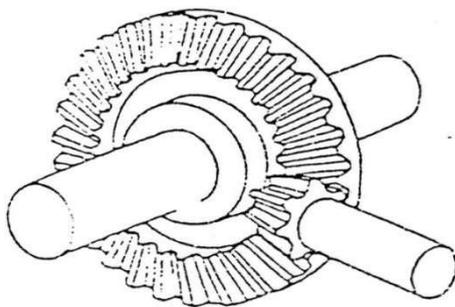
5) Profil Roda Gigi Kerucut Lurus

Sepasang roda gigi kerucut yang saling berkait dapat diawali oleh dua bidang kerucut dengan titik puncak yang berhimpit dan saling menggelinding tanpa slip. Kedua bidang kerucut ini disebut "Kerucut jarak bagi". Besarnya sudut puncak kerucut merupakan ukuran bagi putaran masing-masing porosnya. Roda gigi kerucut yang alur giginya lurus dan menuju ke puncak kerucut dinamakan "roda gigi kerucut lurus".

Roda gigi kerucut digunakan untuk mentransmisikan 2 buah poros yang saling berpotongan.

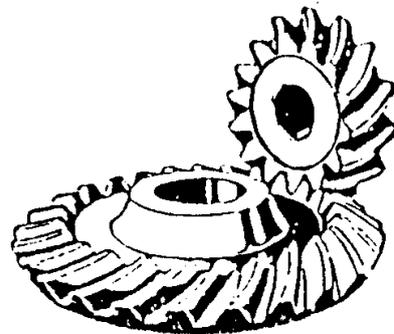


Gambar Roda gigi kerucut



PLAIN BEVEL

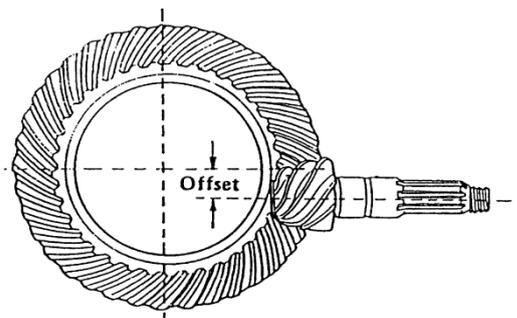
Gambar 2.16 Roda Gigi Kerucut Lurus



Gambar 2.17 Roda Gigi Kerucut Miring



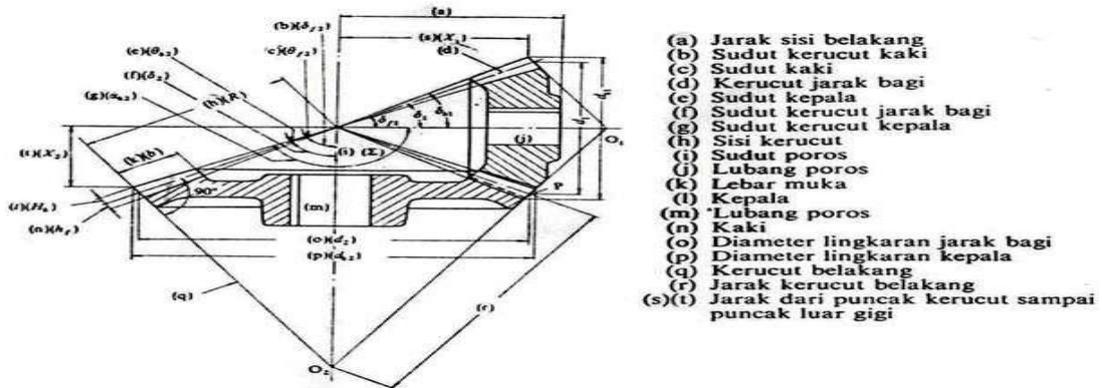
Gambar 2.18 roda gigi kerucut spiral



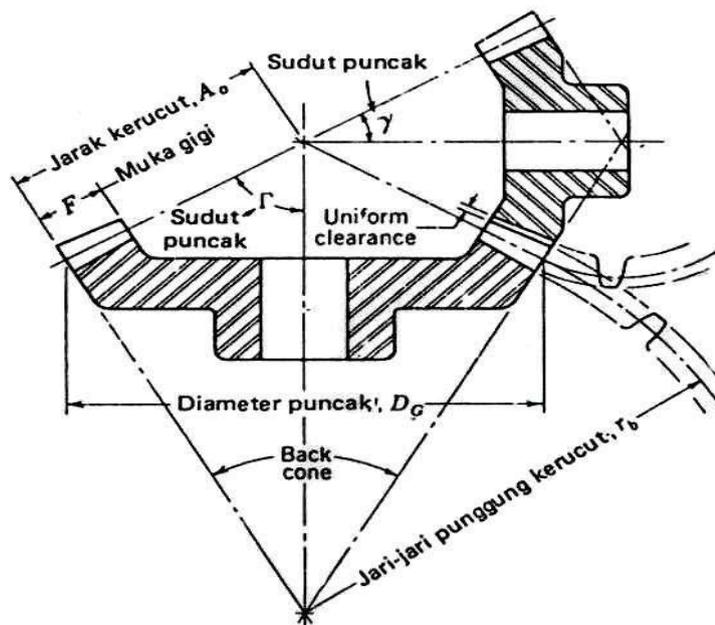
Gambar 2.19 roda gigi hypoid

Roda gigi yang termasuk dasar adalah roda gigi dengan poros sejajar, dan jenis yang paling mendasar adalah roda gigi lurus. Namun, bila diinginkan transmisi untuk putaran tinggi, daya besar dan bunyi kecil antara dua poros sejajar, pada umumnya roda gigi yang dipakai adalah roda gigi miring. Sedangkan untuk roda gigi kerucut biasanya dipakai untuk memindahkan gerakan antara poros sebesar 90° . Namun roda gigi bisa dibuat untuk semua ukuran sudut. Giginya bisa dituang, dimiling, atau dibentuk.

Jarak kebebasan pada roda gigi kerucut adalah merata (uniform clearance). Roda gigi kerucut lurus adalah jenis roda gigi kerucut yang mudah dan sederhana pembuatannya dan memberikan hasil yang baik dalam pemakaiannya bila dipasangkan secara tepat dan teliti. Sama halnya dengan roda gigi lurus, roda gigi ini menjadi bising pada harga kecepatan garis puncak yang tinggi.

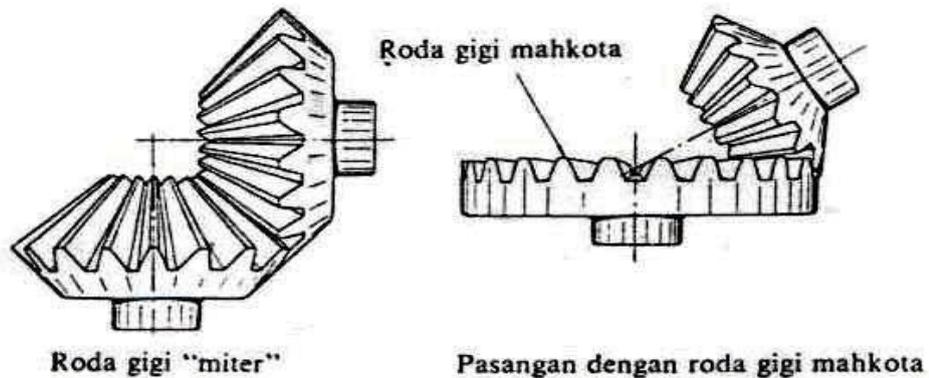


Keterangan lebih lanjutnya dapat dilihat pada gambar 2.20



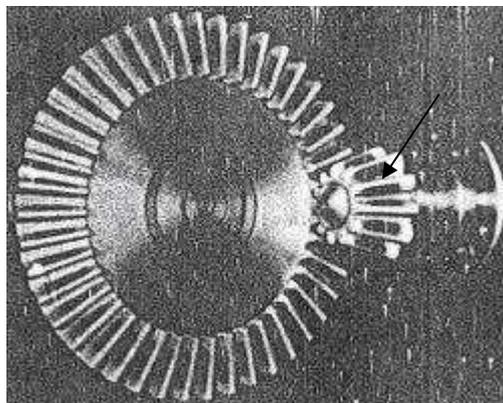
Gambar 2.20 Nama-nama bagian roda gigi kerucut

Sumbu poros pada roda gigi kerucut biasanya berpotongan dengan sudut 90° . Bentuk khusus dari roda gigi kerucut dapat berupa "roda gigi mitel" yang mempunyai sudut kerucut jarak bagi sebesar 45° dan roda gigi mahkota dengan sudut jarak bagi sebesar 90° .



Gambar 2.21 Roda Gigi Kerucut Istimewa

1. $P = 64,9 \text{ kW}$
2. Faktor koreksi (F_c)
 $F_c = 1,2$
3. Daya yang direncanakan (P_d)
4. $P_d = F_c \times P$
5. Sudut kerucut jarak bagi (δ)
 $\delta_1 = \tan^{-1} (1/i)$
 $\delta_2 = 90 - \delta_1$
6. Modul (m)
 $m = \frac{\text{diameter}}{\text{jumlah gigi}}$
7. Jumlah gigi (z)
 $Z_1 = \frac{d_1}{m}$
 $Z_2 = \frac{d_2}{m}$
8. Kecepatan keliling (v)
 $v = \frac{\mu \times d_2 \times n_1}{t}$
 Gaya tangensial (F_t)
 $F_t = \frac{102 \times P_d}{v}$
9. $b/m : 10 < 10$ baik
 $R/b : 3 < 3$ baik
10. Direncanakan bahan yang digunakan adalah SNC21



Gambar 2.22 roda gigi dan pinyon kerucut lurus

Gigi lurus standar dari roda gigi kerucut dipotong dengan menggunakan sudut tekan 20° , addendum dan dedendum yang tidak sama, dan kedalaman gigi yang penuh. Hal ini menambah perbandingan kontak, menghindari kurang potong,



dan menambah kekuatan dari pinyon.

Pada suatu pemasangan roda gigi kerucut yang khas yaitu satu diantaranya luar dari bantalan. Ini berarti bahwa lendutan poros bisa lebih nyata dan mempunyai pengaruh yang lebih besar dari pada persinggungan gigi tersebut. Kesulitan yang timbul dalam memperkirakan tegangan pada gigi roda gigi kerucut adalah bahwa gigi ini berbentuk tirus. Jadi untuk mendapatkan persinggungan garis yang sempurna melalui pusat kerucut gigi tersebut haruslah melentur yang lebih besar dibandingkan pada ujung yang kecil. Untuk mendapatkan kondisi ini memerlukan adanya keseimbangan yang lebih besar pada ujung yang besar. Karena variasi beban di sepanjang muka gigi ini, maka dianjurkan untuk lebar muka sedikit pendek.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Dalam rancangan penelitian ini penulis membuat perencanaan roda gigi pinion pada gardan kendaraan Jeep BJ-212. Untuk melakukan penelitian ini penulis mengambil langkah-langkah sebagai berikut :

- Menentukan jenis mobil yang akan digunakan untuk penelitian dalam hal ini penulis menentukan kendaraan Jeep BJ-212 yang terdapat di PAL Akademi Militer
- Membongkar garden belakang mobil tersebut untuk mengambil roda gigi pinion untuk diteliti.
- Mencari bahan yang tepat untuk perencanaan ulang tersebut.

Bahan-bahan Roda Gigi dari Baja.

Baja dengan Pengerasan menyeluruh. Roda gigi untuk transmisi mesin perkakas dan banyak jenis penurun kecepatan dan transmisi peringkat tugas-sedang sampai tugas-berat umumnya terbuat dari baja-baja karbon sedang. Di antara luasnya keragaman bahan ini, baja-baja karbon dan panduannya yang digunakan adalah:

AISI 1020	AISI 1040	AISI 1050	AISI 3140
AISI 4140	AISI 4340	AISI 4620	AISI 5210
AISI I6150	AISI 8620	AISI 8650	AISI 9310



Gambar Roda gigi pinion dari garden belakang Jeep BJ-212

Alat yang digunakan :

- Jangka Sorong
- Palu
- Obeng
- Penjepit

Bahan yang digunakan:

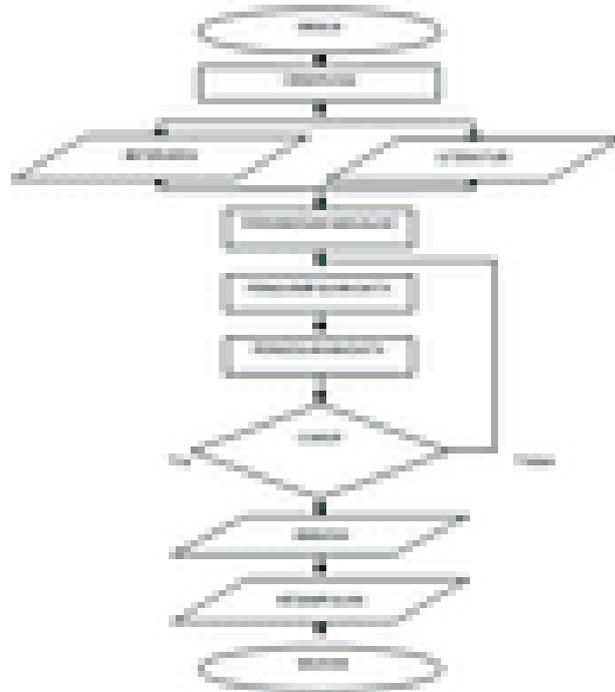
- Kertas
- Pulpen
- Pensil
- Penggaris
- Penghapus
- Jangka
- Gardan
- Roda gigi Pinyon, dll



Tempat atau lokasi penelitian.

Analisa dimulai, dimana dalam pengambilan data dilaksanakan di bengkel Peralatan Akmil.

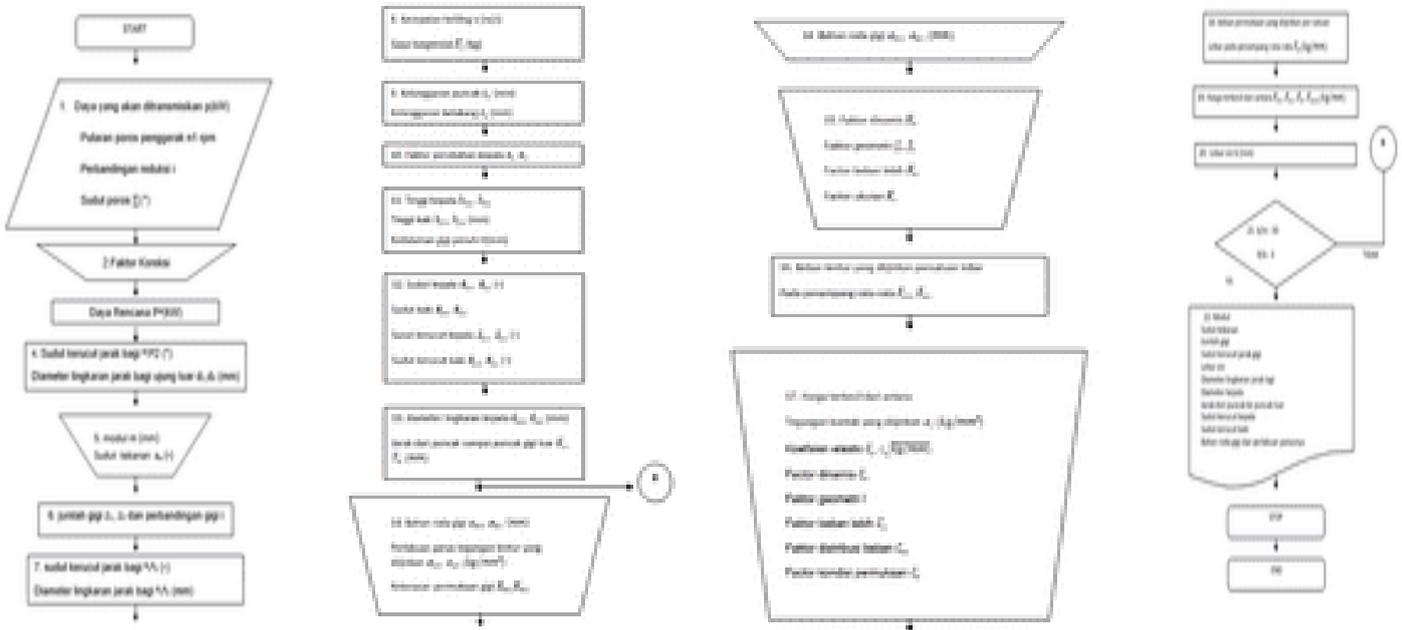
Langkah – Langkah Perencanaan.



Adapun konsep langkah-langkah perhitungan perencanaan roda gigi adalah sebagai berikut :

- Mencari objek yang akan diteliti yaitu di bengkel Peralatan Akademi Militer.
- Melakukan pembongkaran pada garden kendaraan Jeep Beijing
- Membongkar bagian-bagian garden kendaraan Jeep Beijing hingga menjadi bagian-bagian yang kecil untuk kemudian diambil roda gigi pinyon untuk dijadikan objek penelitian
- Melaksanakan pengambilandata dengan cara mengukurnya dengan jangka sorong untuk mengetahui panjang sisi, jumlah gigi, diameter dari roda gigi pinyon tersebut
- Mengumpulkan data-data yang di peroleh tadi
- Melaksanakan pengolahan data dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan
- Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan tersebut, diambil kesimpulan dan memberikan saran.

Diagram alir penelitian.



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data masukan.

Merencanakan roda gigi pinion kendaraan jeep BJ-212 dengan mesin 4 silinder, dengan daya mesin sebesar 65 kW, mendapatkan putaran sebesar 4250 rpm dengan sudut poros sebesar 90° dan sudut tekan sebesar 20° serta mempunyai sisi kerucut sebesar 85 mm.

Hasil Perhitungan.

Perhitungan dilakukan sesuai dengan langkah-langkah pada diagram alir.

- a. $P = 64,9 \text{ kW}$, $n_1 = 4250 \text{ rpm}$, $R = 42,5 \text{ mm}$, $\Sigma = 90^\circ$

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{47}{10} = 4,7$$
- b. Faktor koreksi (Fc)
 $F_c = 1,2$
- c. Daya yang direncanakan (Pd)
 $P_d = F_c \times P = 1,2 \times 64,9 = 77,88 \text{ kW}$
- d. Sudut kerucut jarak bagi (δ)
 $\delta_1 = \tan^{-1} (1/i) = \tan^{-1} (1/4,7) = 12,01^\circ$
 $\delta_2 = 90 - \delta_1 = 90 - 12,01^\circ = 77,99^\circ$
 Diameter lingkaran jarak bagi ujung luar
 $d_1 = 2R \sin \delta_1 = 2 \times 42,5 \sin 12,01^\circ = 2 \times 23,72 = 17,68 \text{ mm}$
 $d_2 = 2R \sin \delta_2 = 2 \times 42,5 \sin 77,99^\circ = 2 \times 111,504 = 83,13 \text{ mm}$
- e. Modul (m)

$$m = \frac{\text{diameter}}{\text{jumlah gigi}} = \frac{85}{10} = 8,5$$

 sudut tekan = 20°
- f. Jumlah gigi (z)

$$z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{17,68}{8,5} = 2,08 \sim 2$$

$$z_2 = \frac{d_2}{m} = \frac{83,13}{8,5} = 9,97 \sim 10$$

 Sudut kerucut jarak bagi (δ)

$$\delta_1 = \tan^{-1} (z_1/z_2) = \tan^{-1} (2/10) = 11,3^\circ$$





- $\delta_2 = 90 - \delta_1 = 90 - 11,3 = 78,7^\circ$
 Diameter lingkaran jarak bagi (d)
 $d_1 = 2R \sin \delta_1 = 2 \times 42,5 \sin 12,09^\circ = 17,8 \text{ mm}$
 $d_2 = 2R \sin \delta_2 = 2 \times 42,5 \sin 77,91^\circ = 11,69 \text{ mm}$
- g. Kecepatan keliling (v)

$$v = \frac{\mu \times d \times n}{t} = \frac{3,14 \times 83,13 \times 4250}{60 \times 1000} = 18,48 \text{ m/s}$$

 Gaya tangensial (Ft)

$$F_t = \frac{102 \times P \times d}{v} = \frac{102 \times 77,88}{18,48} = 429,85 \text{ kg}$$
- h. Kelonggaran puncak (Ck)
 $C_k = 0,188 \times m = 0,25 \times 8,5 = 1,598 \text{ mm}$
 Kelonggaran belakang (Co) Co = 0
- i. Faktor perubahan kepala (x)

$$x_1 = 0,46 \left[1 - \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^2 \right] = 0,46 [1 - 0,214^2] = 0,4389$$

 $x_2 = -x_1 = -0,4389$
- j. Tinggi kepala (hk)
 $h_{k1} = (1 + x_1)m = (1 + 0,4389)8,5 = 12,23 \text{ mm}$
 $h_{k2} = (1 + x_2)m = (1 - 0,4389)8,5 = 4,769 \text{ mm}$
 Tinggi kaki (hf)
 $h_{f1} = (1 - x_1)m + c_k = (1 - 0,4389)5,25 + 1,3125 = 4,258 \text{ mm}$
 $h_{f2} = (1 - x_2)m + c_k = (1 + 0,4389)5,25 + 1,3125 = 8,8867 \text{ mm}$
 Kedalaman gigi penuh (H)
 $H = 2m + c_k = 2 \times 8,5 + 1,59 = 18,59 \text{ mm}$
- k. Sudut kepala (θ_k)
 $\theta_{k1} = \tan^{-1}(h_{k1}/R) = \tan^{-1}(12,23/42,5) = 16,05^\circ$
 $\theta_{k2} = \tan^{-1}(h_{k2}/R) = \tan^{-1}(4,76/42,5) = 6,39^\circ$
 Sudut kaki (θ_f)
 $\theta_{f1} = \tan^{-1}(h_{f1}/R) = \tan^{-1}(4,258/42,5) = 2,376^\circ$
 $\theta_{f2} = \tan^{-1}(h_{f2}/R) = \tan^{-1}(8,867/42,5) = 4,447^\circ$
 Sudut kerucut kepala (δ_k)
 $\delta_{k1} = \delta_1 + \theta_{k1} = 12,09 + 3,791 = 15,881^\circ$
 $\delta_{k2} = \delta_2 + \theta_{k2} = 77,91 + 1,479 = 79,389^\circ$
 Sudut kerucut kaki (δ_f)
 $\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1} = 12,09 - 2,376 = 9,714^\circ$
 $\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2} = 77,91 - 4,447 = 73,462^\circ$
- l. Diameter lingkaran kepala (dk)
 $d_{k1} = d_1 + 2h_{k1} \cos \delta_1 = 47,44 + 2 \times 7,554 \cos 12,09^\circ = 62,212 \text{ mm}$
 $d_{k2} = d_2 + 2h_{k2} \cos \delta_2 = 22,3 + 2 \times 2,945 \cos 77,91^\circ = 21,985 \text{ mm}$
 Jarak Puncak (X)
 $X_1 = (d_2/2) - h_{k1} \sin \delta_1 = (22,3/2) - 7,554 \sin 12,09^\circ = 114,968 \text{ mm}$
 $X_2 = (d_1/2) - h_{k2} \sin \delta_2 = (47,44/2) - 7,554 \sin 77,91^\circ = 21,985 \text{ mm}$
 Tebal gigi (s)
 $s_1 = (0,5\mu + 2X_1 \tan \alpha_o)m = (0,5 \times 3,14 + 2 \times 0,4389 \tan 20^\circ) \times 8,5 = 18,552 \text{ mm}$
 $s_2 = (0,5\mu - 2X_1 \tan \alpha_o)m = (0,5 \times 3,14 - 2 \times 0,4389 \tan 20^\circ) \times 8,5 = 2,067 \text{ mm}$
- m. Pinion berbahan SNC21, $\sigma_{B1} = 80 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_{b1} = 40 \text{ kg/mm}^2$
 Celup dingin sementara : $H_{RC} = 50$, $H_B = 250$
 Gigi matahari berbahan S45C, baja celup dingin dan temper
 $\sigma_{B2} = 70 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_{b2} = 20 \text{ kg/mm}^2$, : $H_{RC} = 30$, $H_B = 330$
 $\sigma_{a1} = 39 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_{a1} = 20 \text{ kg/mm}^2$
- n. Faktor dinamis (K_v) $K_v = 0,65$
 Faktor beban lebih (K_0) $K_0 = 1,25$
 Faktor ukuran (K_s) $K_s = \sqrt[4]{m/22,4} = \sqrt[4]{5,25/22,4} = 1,011$
 Faktor distribusi beban (K_m) $K_m = 1,3$
 Faktor geometri (J) $J_1 = 0,185$, $J_2 = 0,230$
- o. Beban lentur yang diizinkan pada penampang rata-rata (F'_b)

$$F'_{b1} = \sigma_{a1} K_v m J_1 / (K_0 K_s K_m) = 39.5.25.0.65.0.185 / (1.25.1.011.1.3)$$



$$= 14,98 \text{ kg/mm}$$
$$F'_{b2} = \sigma_{a2} K_v m J_2 / (K_o K_s K_m) = 20.5, 25.0, 65.0, 23 / (1, 25.1, 011.1, 3)$$
$$= 9,554 \text{ kg/mm}$$

- p. Tegangan lentur yang diijinkan $\sigma_c = 102 \text{ kg/mm}^2$
Koefisien elastis (C_p) $C_p = 74,2$
Faktor dinamis (C_v) $C_v = 0,70$
Faktor beban lebih (C_o) $C_o = 1,25$
Faktor kondisi permukaan (C_f) $C_f = 1$
Faktor distribusi beban (C_m) $C_m = 1,3$
Faktor geometri (l) $l = 0,077$
- q. Beban permukaan per satuan lebar pada penampang rata-rata
 $F'_H = \sigma_c \frac{d_1}{C_p^2} \cdot \frac{C_v \cdot l}{C_o \cdot C_m \cdot C_f} = 102^2 \cdot \frac{17,8}{5506} \cdot \frac{0,7 \cdot 0,077}{1,25 \cdot 0,67 \cdot 1,3} = 7,62 \text{ kg/mm}$
- r. $F' \text{ min} = 1,66 \text{ kg/mm}$, $F_t = 429 \text{ kg}$
- s. $b \geq \frac{429}{7,62} = 56,29 \approx 56 \text{ mm}$
- t. $b/m : 10 \quad 51/8,5 = 6,62; 6,62 < 10 \quad \text{baik} \quad \rightarrow$
 $R/b : 3 \quad 42,5/51 = 0,75; 0,75 < 3 \quad \text{baik} \quad \rightarrow$
- u. Didapatkan ukuran roda gigi pinion sebagai berikut:
Modul = 8,5
Sudut tekan = 20°
Jumlah gigi = 10
Tebal sisi = 51 mm
Jarak puncak = 21,985
Sudut kerucut kepala = $79,389^\circ$
Sudut kaki = $4,4474^\circ$
Sudut kerucut kaki = $73,4626^\circ$
Roda gigi pinion berbahan SNC21
Perlakuan baja celup dingin sementasi

Bahan Rodagigi.

Direncanakan bahan yang digunakan adalah SNC21. Dipilih karena SNC21 merupakan logam berat yang memiliki kandungan karbon rendah. Baja SNC21 adalah baja kuat medium yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti dalam pembuatan kunci dan atau peralatan untuk komponen yang digunakan dalam mesin. Tersedia di berbagai pabrik dalam bentuk rol, kotak ataupun pipih. Baja ini memiliki sifat yang tahan dalam panas yang tinggi. Perhitungan dilakukan dengan mencoba dengan metode trial dan eror yang di perlihatkan pada langkah ke 21 dimana bila ditemukan hasil perhitungan yang sesuai dengan batasan perbandingan yang ada maka hasilnya dinyatakan sesuai dan dapat dirancang. Selain itu metoda ini melihat perancangan yang dilakukan oleh para perancang sebelumnya sehingga kesalahan dalam perancangan tidak terlalu jauh.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Berdasarkan data hasil penelitian dari perancangan tersebut dapat didapatkan ukuran yang sesuai untuk membuat roda gigi pinion kendaraan Jeep BJ-212 yang dimiliki oleh Akademi Militer. Sehingga tidak perlu lagi untuk mencari suku cadang dari luar negeri sehingga mobil-mobil yang mengalami kerusakan dapat diperbaiki dan tidak perlu mengeluarkan banyak biaya untuk memperbaiki kendaraan yang ada. Sehingga dapat mengirimkan rancangan yang bisa di produksi dalam negeri sendiri. Dengan ukuran sebagai berikut :

- Modul = 8,5
- Sudut tekan = 20°
- Jumlah gigi = 10
- Tebal sisi = 51 mm
- Jarak puncak = 21,985
- Sudut kerucut kepala = $79,389^\circ$
- Sudut kaki = $4,4474^\circ$
- Sudut kerucut kaki = $73,4626^\circ$
- Roda gigi pinion berbahan SNC21
- Perlakuan baja celup dingin sementasi





Saran

Berdasarkan uraian diatas maka adapun saran dari penulis dalam penelitian ini adalah agar kedepanya dapat dirancang lagi selain roda gigi pinion atau elemen mesin lainnya agar dapat menghasilkan suku cadang yang sesuai. Bahan dasarnya mudah dapat dicari di pasaran dan penulis berikutnya untuk membuat dan di uji coba.

Daftar Pustaka

Sularso,Ir.,MSME., SugaKiyokatsu. 1997. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Jakarta: PT Pradnya Paramita

Kiyokatsu Suga, Elemen Mesin, Roda gigi, Pradnya Paramita Jakarta, Oktober 1991 hal 230

Ismail,muchin.,ST.M.Sc Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB elemen Mesin

Machine element in mechanical design by Robert L. Mott P.E 2004

<http://teknik-mesin1.blogspot.com/2011/05/macam-macam-roda-gigi.html>

Rodagigi.pdf. Universitas Negri Yogyakarta (UNY)