

PERENCANAAN ULANG RODA GIGI PINION PADA GARDAN BELAKANG KENDARAAN ISUZU OZ

Aryananta Lufti¹, Edy Budi Santoso², Nurtjahyono³

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

aryanantalufti@nikmesinhan.akmil.ac.id,

edybudisantoso@nikmesinhan.akmil.ac.id, nurcahyono644@gmail.com

Abstract

Gears are one of the essential machine elements that function to transmit power and rotation accurately from one shaft to another. In the transmission system of the Isuzu OZ vehicle, the pinion gear plays an important role as the main driver in transferring power from the engine to the rear-wheel drive system. Gears are preferred over other transmission systems due to several advantages, including a more compact system, simple construction, high load-carrying capacity, high power transmission efficiency, and minimal slip occurrence. One of the most commonly used gear types in vehicle transmission systems is the bevel gear, where the pitch surface is conical, with its apex located at the intersection point of the shaft axes. Based on the shape and direction of the teeth, bevel gears are classified into four types: straight bevel, zerol bevel, spiral bevel, and hypoid bevel gears. The hypoid type is a development of the spiral bevel gear, offering higher efficiency and the ability to transmit greater torque in heavy-duty vehicles. Therefore, the selection and design of the pinion gear play a crucial role in improving the efficiency, durability, and overall performance of the Isuzu OZ vehicle transmission system.

Keywords: Pinion Gear, Power Transmission, Mechanical Efficiency.

Abstrak

Roda gigi merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran secara tepat dari satu poros ke poros lainnya. Dalam sistem transmisi kendaraan Isuzu OZ, roda gigi pinion memiliki peranan penting sebagai penggerak utama dalam penerusan tenaga dari mesin menuju sistem penggerak roda belakang. Penggunaan roda gigi dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sistem transmisi lain, di antaranya yaitu sistem yang lebih ringkas, konstruksi sederhana, kemampuan menerima beban tinggi, efisiensi pemindahan daya yang besar, serta minim terjadinya slip. Salah satu jenis roda gigi yang banyak digunakan pada sistem transmisi kendaraan adalah roda gigi kerucut, di mana bidang jarak baginya berbentuk kerucut dengan puncak terletak pada titik potong sumbu poros. Berdasarkan bentuk dan arah giginya, roda gigi kerucut dibedakan menjadi empat jenis, yaitu roda gigi kerucut lurus, miring, spiral, dan hypoid. Jenis hypoid merupakan pengembangan dari spiral yang memiliki efisiensi lebih tinggi dan mampu mentransmisikan torsi besar pada kendaraan bermuatan berat. Dengan demikian, pemilihan dan perancangan roda gigi pinion yang tepat sangat berpengaruh terhadap efisiensi kerja, daya tahan, serta performa sistem transmisi kendaraan Isuzu OZ.

Kata Kunci: Roda Gigi Pinion, Transmisi Daya, Efisiensi Mekanis

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini teknologi dan ilmu pengetahuan telah menjadi suatu hal penting untuk mendasari suatu kehidupan belakangan ini, apalagi apabila berbicara tentang suatu mobilisasi yang kerap semakin maju dan modern untuk kepentingan hidup sehari-hari yang secara tidak langsung menuntut pola hidup kita untuk menggunakannya. Dengan dihadapkan suatu masalah yang terjadi yaitu : suatu persaingan dalam bidang industri yang akan mencuat di lingkup dunia tentang bagaimana cara untuk dapat bersaing dengan kemampuan yang ada dalam bidang teknologi industri, maka dari itu kita sebagai perwira pertama lulusan akmil yang bertitel sarjana harus dapat bersaing dengan lulusan mahasiswa lainnya demi kemajuan bangsa Indonesia terutama TNI-AD pada umumnya dan AKMIL pada khususnya. Akademi Militer merupakan suatu lembaga kehormatan yang menetaskan calon-calon perwira TNI-AD yang akan memimpin bangsa ini untuk kemajuan yang lebih baik. Di dalam pendidikannya terdapat bidang-bidang yang mengatur secara prosedural untuk proses pendidikan para Taruna tersebut, diantaranya adalah suatu bagian yang mengatur tentang mobilisasi dan fasilitas kendaraan khususnya yang di gunakan sebagai kendaraan dinas untuk para organik Akmil sebagai kendaraan sehari-hari untuk menuju ke tempatnya bekerja, dan kendaraan yang digunakanpun kebanyakan kendaraan yang digunakan Isuzu OZ yang nyatanya dari kendaraan tersebut banyak yang mengalami kerusakan maupun gangguan khususnya pada roda gigi pinion yang merupakan penggerak untuk roda belakang kendaraan, sehingga memerlukan perawatan maupun pergantian pada roda gigi tersebut. Dari pertimbangan uraian diatas maka penulis mencoba untuk merancang ulang roda gigi yang ada pada kendaraan Jeep Beijing dalam rangka meningkatkan efisiensi kerja dan perawatan kendaraan tersebut.

LANDASAN TEORI

Roda gigi

Roda gigi adalah roda silindris bergigi, yang digunakan untuk mentransmisikan gerak dan daya dari sebuah poros berputar ke poros berputar yang lain. Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan daya putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkaitan. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi lainnya, selain itu roda gigi juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan alat





transmisi lainnya seperti system transmisi lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan daya lebih besar, serta konstruksi yang sederhana. Jika dari dua buah roda berbentuk silinder atau kerucut yang saling bersinggungan pada kelilingnya salah satu diputar maka yang lain akan ikut berputar. Alat yang menggunakan cara kerja semacam ini untuk menstransmisikan daya disebut roda gesek. Cara ini cukup baik untuk meneruskan daya kecil dengan putaran yang tidak perlu tepat. Guna menstransmisikan daya besar dan putaran yang tepat tidak akan dilakukan dengan roda gesek. Untuk itu, kedua roda tersebut harus dibuat bergerigi pada kelilingnya sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berakaitan. Roda gigi semacam ini, yang dapat berbentuk silinder atau kerucut, disebut roda gigi.

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

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

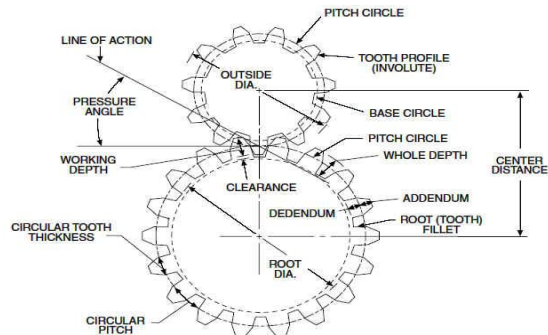
Menurut letak poros maka roda gigi diklasifikasikan seperti table berikut:

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 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.
 - 3) Menurut bentuk jalur gigi
- c. 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 sistim transmisi yang gaya kelilingnya besar, karena tidak menimbulkan



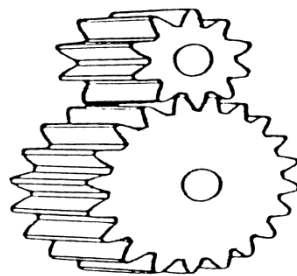
gaya aksial.



Gambar 2.1 Roda gigi lurus

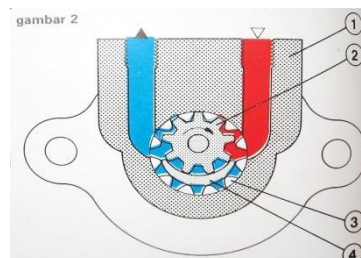
Ciri-ciri roda lurus adalah:

- Daya yang di transmisikan < 25.000 Hp
 - putaran yang ditransmisikan < 100.000 rpm
 - Kecepatan keliling < 200 m/s
 - Rasio kecepatan yang digunakan
 - Untuk 1 tingkat $(i) < 8$
 - Untuk 2 tingkat $(i) < 45$
 - Untuk 3 tingkat $(i) < 200$
 - efisiensi keseluruhan untuk masing masing tingkat 96% - 99% tergantung disain dan ukuran.
- a. Roda gigi lurus luar
Roda gigi lurus ditunjukan seperti gambar 2.2 pasangan roda gigi lurus ini digunakan untuk menaikkan atau menurunkan putaran dalam arah yang berlawanan



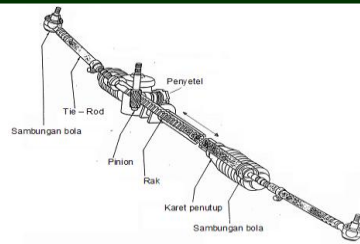
Gambar 2.2 Roda gigi Lurus Luar

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



Gambar 2.3 Roda gigi dalam

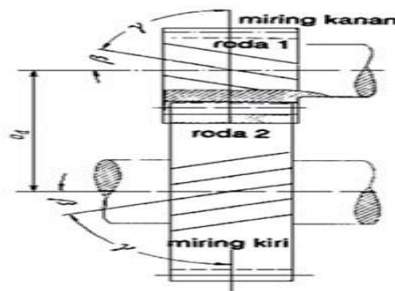
- c. Roda gigi Rack dan Pinion
Roda gigi Rack pinion (gambar 2.4) berupa pasangan antara batang dan pinion roda gigi jenis ini digunakan untuk merubah gerakan putar menjadi lurus atau sebaliknya.



Gambar 2.4 Roda gigi Rack dan Pinion

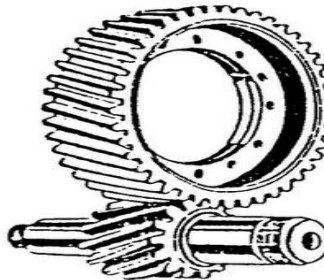
Roda gigi Miring

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.



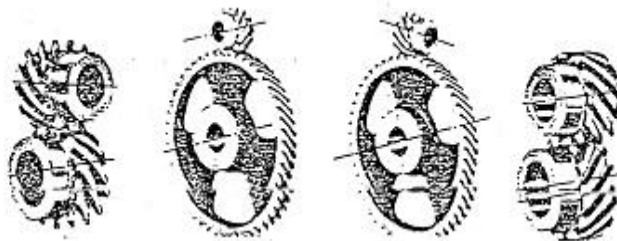
Gambar 2.6 Roda gigi Miring.

- 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





3. 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
- (6) Roda gigi cacing efisiensinya sangat rendah, terutama jika sudut kisaranya 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

4. 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.

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.

Rumus Perhitungan roda gigi kerucut.

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)

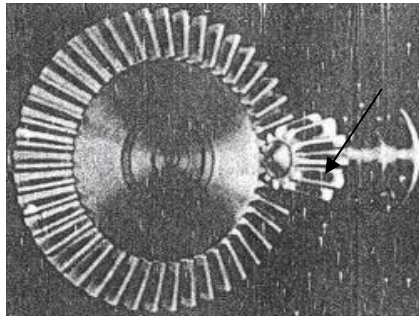
$$v = \frac{\mu \times d_2 \times n_1}{t}$$

Gaya tangensial (Ft)

$$F_t = \frac{102 \times P d}{v}$$

9 b/m : 10 < 10 baik
R/b : 3 < 3 baik

10 Direncanakan bahan yang digunakan adalah SNC21



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 Isuzu OZ. Untuk melakukan penelitian ini penulis mengambil langkah-langkah sebagai berikut :

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

Gambar Objek Benda.



Roda gigi pinion dari gardan izusu OZ



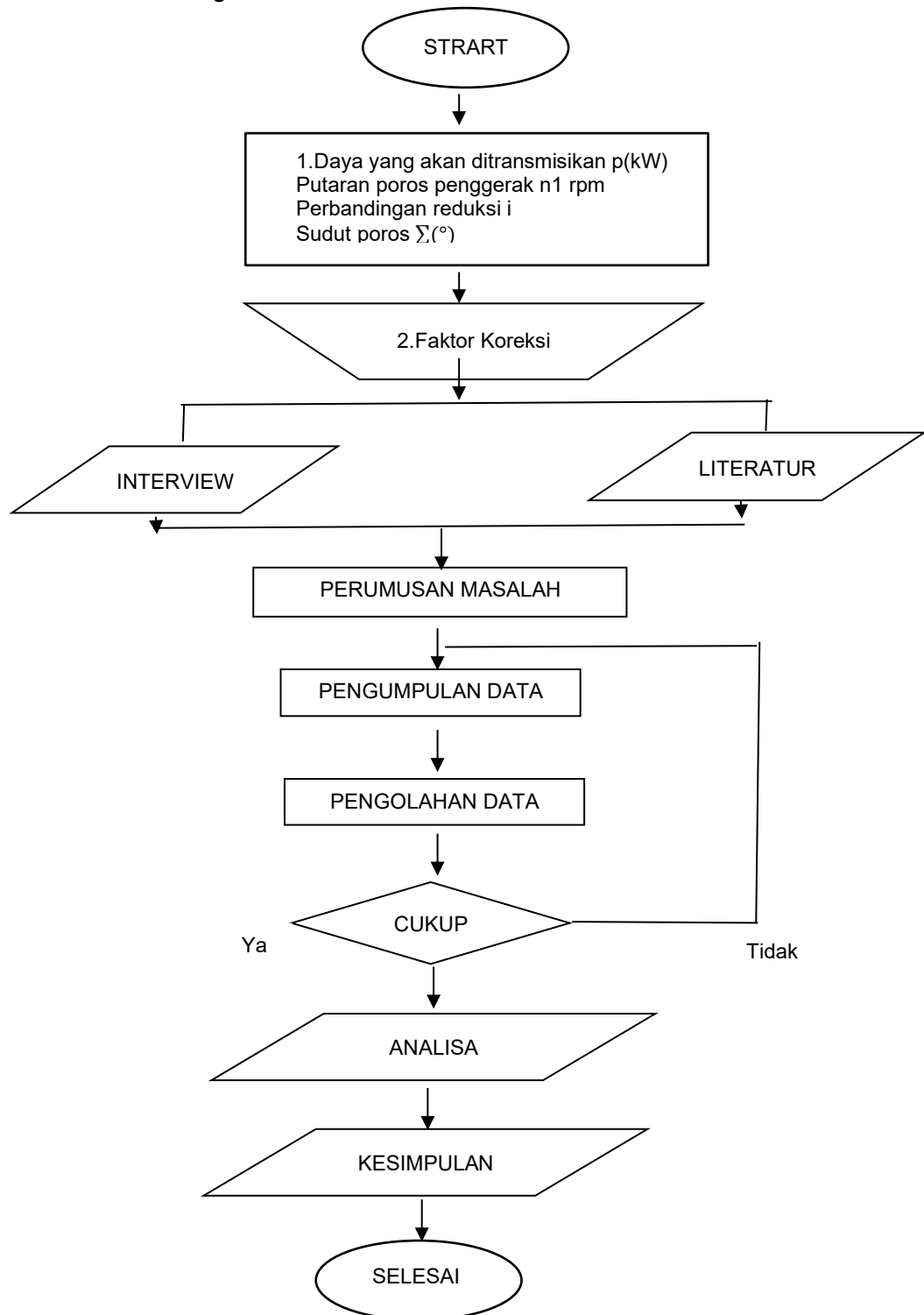
Bahan-bahan Roda Gigi dari Baja.

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 16150	AISI 8620	AISI 8650	AISI 9310

Alat dan Bahan.

- a. Alat
 - 1). Jangka Sorong
 - 2). Palu
 - 3). Obeng
 - 4). Penjepit
- b. Bahan
 - 1). Kertas
 - 2). Pulpen
 - 3). Pensil
 - 4). Penggaris
 - 5). Penghapus
 - 6). Jangka
 - 7). Gardan
 - 8). Roda gigi Pinyon

**Diagram alir Perencanaan Roda Gigi.**

**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 (F_c)

$$F_c = 1,2$$

- c. Daya yang direncanakan (P_d)

$$P_d = F_c \times P = 1,2 \times 64,9 = 77,88 \text{ kW}$$

- 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)

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

$$\text{sudut tekan} = 20^\circ$$

- f. Jumlah gigi (z)

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

$$z_2 = \frac{d_2}{m} = \frac{83,13}{8,5} = 9,79 \sim 10$$

- g. 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)

$$d_1 = 2R \sin \delta_1 = 2 \times 42,5 \sin 12,09^\circ = 17,8 \text{ mm}$$

$$d_2 = 2R \sin \delta_2 = 2 \times 42,5 \sin 77,91^\circ = 11,69 \text{ mm}$$

- h. Kecepatan keliling (v)

$$v = \frac{\mu \times d_2 \times n_1}{t} = \frac{3,14 \times 83,13 \times 4250}{60 \times 1000} = 18,48 \text{ m/s}$$

Gaya tangensial (F_t)



$$F_t = \frac{102 \times Pd}{v} = \frac{102 \times 77,88}{18,48} = 429,85 \text{ kg}$$

- i. Kelonggaran puncak (Ck)

$$C_k = 0,188 \times m = 0,25 \times 8,5 = 1,598 \text{ mm}$$

$$\text{Kelonggaran belakang (Co) } C_o = 0$$

- j. Faktor perubahan kepala (x)

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

$$x_2 = -x_1 = -0,4389$$

- k. Tinggi kepala (h_k)

$$h_{k1} = (1 + x_1)m = (1 + 0,4389)8,5 = 12,23 \text{ mm}$$

$$h_{k2} = (1 + x_2)m = (1 - 0,4389)8,5 = 4,769 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi kaki (} h_f \text{)}$$

$$h_{f1} = (1 - x_1)m + c_k = (1 - 0,4389)5,25 + 1,3125 = 4,258 \text{ mm}$$

$$h_{f2} = (1 - x_2)m + c_k = (1 + 0,4389)5,25 + 1,3125 = 8,8867 \text{ mm}$$

$$\text{Kedalaman gigi penuh (H)}$$

$$H = 2m + c_k = 2 \times 8,5 + 1,59 = 18,59 \text{ mm}$$

- l. Sudut kepala (θ_k)

$$\theta_{k1} = \tan^{-1}(h_{k1}/R) = \tan^{-1}(12,23/42,5) = 16,05^\circ$$

$$\theta_{k2} = \tan^{-1}(h_{k2}/R) = \tan^{-1}(4,76/42,5) = 6,39^\circ$$

$$\text{Sudut kaki (} \theta_f \text{)}$$

$$\theta_{f1} = \tan^{-1}(h_{f1}/R) = \tan^{-1}(4,258/42,5) = 2,376^\circ$$

$$\theta_{f2} = \tan^{-1}(h_{f2}/R) = \tan^{-1}(8,8867/42,5) = 4,447^\circ$$

$$\text{Sudut kerucut kepala (} \delta_k \text{)}$$

$$\delta_{k1} = \delta_1 + \theta_{k1} = 12,09 + 3,791 = 15,881^\circ$$

$$\delta_{k2} = \delta_2 + \theta_{k2} = 77,91 + 1,479 = 79,389^\circ$$

$$\text{Sudut kerucut kaki (} \delta_f \text{)}$$

$$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1} = 12,09 - 2,376 = 9,714^\circ$$

$$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2} = 77,91 - 4,447 = 73,462^\circ$$

- m. Diameter lingkaran kepala (d_k)

$$d_{k1} = d_1 + 2h_{k1} \cos \delta_1 = 47,44 + 2 \times 7,554 \cos 12,09^\circ = 62,212 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = d_2 + 2h_{k2} \cos \delta_2 = 223 + 2 \times 2,945 \cos 77,91^\circ = 21,985 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Puncak (X)}$$

$$X_1 = (d_2/2) - h_{k1} \sin \delta_1 = (223/2) - 7,554 \sin 12,09^\circ = 114,968 \text{ mm}$$

$$X_2 = (d_1/2) - h_{k2} \sin \delta_2 = (47,44/2) - 7,554 \sin 77,91^\circ = 21,985 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal gigi (s)}$$

$$s_1 = (0,5\mu + 2x_1 \tan \alpha_o)m = (0,5 \times 3,14 + 2 \times 0,4389 \tan 20^\circ) \\ = 18,552 \text{ mm}$$

$$s_2 = (0,5\mu - 2x_1 \tan \alpha_o)m = (0,5 \times 3,14 - 2 \times 0,4389 \tan 20^\circ) \\ = 2,067 \text{ mm}$$

- n. Pinion berbahan SNC21, $\sigma_{B1} = 80 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_{b1} = 40 \text{ kg/mm}^2$

$$\text{Celup dingin sementasi : } H_{RC} = 50, H_B = 250$$

$$\text{Gigi matahari berbahan S45C, baja celup dingin dan temper}$$

$$\sigma_{B2} = 70 \text{ kg/mm}^2, \sigma_{b2} = 20 \text{ kg/mm}^2, : H_{RC} = 30, H_B = 330$$

$$\sigma_{a1} = 39 \text{ kg/mm}^2, \sigma_{a1} = 20 \text{ kg/mm}^2$$

- o. 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) $J_1 = 0,185$, $J_2 = 0,230$

- p. Beban lentur yang diizinkan pada penampang rata-rata (F'_b)

$$F'_{b1} = \sigma_{a1} K_v m J_1 / (K_0 K_s K_m) = 39.5, 25.0, 65.0, 185 / (1,25.1,011.1,3) = 14,98 \text{ kg/mm}$$

$$F'_{b2} = \sigma_{a2} K_v m J_2 / (K_0 K_s K_m) = 20.5, 25.0, 65.0, 23 / (1,25.1,011.1,3) = 9,554 \text{ kg/mm}$$

- q. Tegangan lentur yang diijinkan $\sigma_c = 102 \text{ kg/mm}^2$

Koefesien elastis (C_p) $C_p = 74,2$

Faktor dinamis (C_v) $C_v = 0,70$

Faktor beban lebih (C_0) $C_0 = 1,25$

Faktor kondisi permukaan (C_f) $C_f = 1$

Faktor distribusi beban (C_m) $C_m = 1,3$

Faktor geometri (I) $I = 0,077$

- r. Beban permukaan per satuan lebar pada penampang rata-rata

$$F'_H = \sigma_c \frac{d_1}{C_p^2} \cdot \frac{C_v I}{C_o C_m C_f} = 102^2 \cdot \frac{17,8}{5506} \cdot \frac{0,7 \cdot 0,077}{1,25 \cdot 0,67 \cdot 1,3} = 7,62 \text{ kg/mm}$$

- s. $F'_{\min} = 1,66 \text{ kg/mm}$, $F_t = 429 \text{ kg}$

- t. $b \geq \frac{429}{7,62} = 56,29 \approx 56 \text{ mm}$

- u. $b/m : 10 \quad 51/8,5 = 6,62; 6,62 < 10 \quad \text{baik}$
 $R/b : 3 \quad 42,5/51 = 0,75; 0,75 < 3 \quad \text{baik}$

- v. 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 Roda gigi.

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 perhatikan 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.

Dari perancangan tersebut dapat didapatkan ukuran yang sesuai untuk membuat roda gigi pinion kendaraan Isuzu OZ 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°



- c. Jumlah gigi = 10
- d. Tebal sisi = 51 mm
- e. Jarak puncak = 21,985
- f. Sudut kerucut kepala = $79,389^\circ$
- g. Sudut kaki = $4,4474^\circ$
- h. Sudut kerucut kaki = $73,4626^\circ$
- i. Roda gigi pinion berbahan SNC21
- j. Perlakuan baja celup dingin sementara

Saran.

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

- Afdal, M., & Syahril, M. (2018). *Analisis Kerusakan Roda Gigi pada Sistem Transmisi Kendaraan Bermotor*. Jurnal Teknik Mesin, 7(2), 45–52.
- Astuti, L. (2019). *Perawatan dan Perbaikan Sistem Transmisi Otomotif*. Yogyakarta: Deepublish.
- Daryanto. (2016). *Teknik Kendaraan Ringan: Sistem Pemindah Tenaga*. Bandung: Alfabeta.
- Hidayat, S. (2020). *Desain dan Analisis Roda Gigi dengan Bantuan Perangkat Lunak CAD/CAM*. Surabaya: Politeknik Negeri Surabaya Press.
- Hendra, R., & Firmansyah, A. (2021). "Pengaruh Desain Roda Gigi terhadap Efisiensi Transmisi Kendaraan 4WD." *Jurnal Teknologi Otomotif Indonesia*, 10(1), 1–9.
- Kadir, A. (2018). *Dasar-Dasar Ilmu Material Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Kusnadi, D., & Purnomo, A. (2017). *Perancangan Komponen Mekanik: Roda Gigi, Poros, dan Bantalan*. Bandung: ITB Press.
- Raharjo, T. (2020). "Analisis Efisiensi Mekanis pada Sistem Penggerak Belakang (Rear Wheel Drive) Mobil Dinas Militer." *Jurnal Rekayasa Mesin dan Otomotif*, 5(3), 22–30.
- Sularso, & Suga, K. (2019). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Supriyanto, H. (2015). *Teknologi Otomotif: Sistem Transmisi Manual dan Otomatis*. Jakarta: Bumi Aksara.
- TNI Angkatan Darat. (2022). *Pedoman Pemeliharaan Kendaraan Dinas di Lingkungan TNI-AD*. Markas Besar TNI Angkatan Darat, Jakarta.