

Perancangan Roda Gigi Miring Pada Transfer Case Jimmy

M. Alfi Nugraha¹, Kardiman², Oleh³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

*Koresponden email: muhammadalfinugraha51@gmail.com

Diterima: 25 Juni 2024

Disetujui: 30 Juni 2024

Abstract

The design of the bevel gear in the Suzuki Jimny transfer case is a crucial part of developing the transmission system for this vehicle. The bevel gear is responsible for transferring motion and torque between the pinion and the drive gear, ensuring efficient power delivery and high reliability under various operating conditions. The design process includes the selection of the gear module, the number of teeth and critical angles such as the pressure angle and bevel angle, all of which affect the performance and strength of the gear. The selection of the right materials is also an important consideration to achieve optimum levels of strength and durability. By integrating technology and advanced design methodology, the design of the bevel gear in the Suzuki Jimny transfer case not only guarantees high performance, but also takes into account aspects of efficiency and durability in the use of materials and energy. The results of this design are expected to improve the overall performance of the Suzuki Jimny transfer case, make an important contribution to the development of automotive technology, and form the basis for further research in this field of the design and manufacture of precision engine components.

Keywords: *bevel gear, transfer case, suzuki jimny, transmission system design pressed angle gear module*

Abstrak

Perancangan roda gigi miring pada transfer case Suzuki Jimny merupakan bagian krusial dalam pengembangan sistem transmisi untuk kendaraan tersebut. Roda gigi miring bertanggung jawab dalam mentransfer gerakan dan torsi antara roda gigi pinyon dan roda gigi penggerak, memastikan pengiriman daya yang efisien dan reliabilitas yang tinggi dalam berbagai kondisi penggunaan. Proses perancangan melibatkan pemilihan modul gigi, jumlah gigi, dan sudut-sudut kritis seperti sudut tekan dan sudut miring, yang semuanya mempengaruhi kinerja dan kekuatan roda gigi. Selain itu, pemilihan bahan material yang tepat juga menjadi pertimbangan penting untuk mencapai tingkat kekuatan dan ketahanan yang optimal. Melalui integrasi teknologi dan metodologi perancangan yang canggih, perancangan roda gigi miring pada transfer case Suzuki Jimny tidak hanya menjamin performa yang tinggi, tetapi juga mempertimbangkan aspek efisiensi dan keberlanjutan dalam penggunaan material dan energi. Hasil dari perancangan ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja transfer case Suzuki Jimny secara keseluruhan, memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi kendaraan bermotor, dan memberikan dasar untuk penelitian lebih lanjut di bidang perancangan dan pembuatan komponen mesin presisi.

Kata Kunci: *roda gigi miring, transfer case, suzuki jimny, perancangan sistem transmisi modul gigi sudut tekan*

1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi memang membawa perubahan besar di berbagai bidang, termasuk industri otomotif. Inovasi di bidang ini meliputi perbaikan desain kendaraan, efisiensi, keselamatan dan kenyamanan. Salah satu teknologi yang terus berkembang adalah teknologi *transfer case* otomotif [1].

Teknologi *transfer case* pada mobil merupakan salah satu area yang mengalami banyak inovasi seiring dengan perkembangan teknologi otomotif. *Transfer case* adalah komponen penting dalam sistem tidak hidup (4WD) dan tidak hidup (AWD) yang bertugas membagi tenaga dari transmisi ke *as* roda depan dan belakang [2].

Transfer case membagi tenaga yang dihasilkan oleh mesin, yang telah diteruskan melalui transmisi, ke dua poros pendorong (*drive shaft*), satu untuk roda depan dan satu untuk roda belakang. Ini memungkinkan kendaraan untuk memiliki tenaga pada keempat roda, yang sangat berguna dalam kondisi *off-road* atau jalan licin. [3].

Pada kendaraan 4WD tradisional, umumnya terdapat dua tuas (*shifter*), satu untuk mengoperasikan transmisi dan satu lagi untuk mengontrol *transfer case*. *Transfer case* memungkinkan pengemudi untuk

memilih antara mode penggerak dua roda (*2WD*), penggerak empat roda (*4WD High*), dan penggerak empat roda dengan rasio rendah (*4WD Low*). Namun, dengan perkembangan teknologi otomotif, banyak produsen mobil kini telah beralih dari sistem manual ini ke sistem yang lebih canggih dan mudah digunakan [4].

2. Landasan Teori

1. *Spur Gears Spur*

Spur gears adalah roda gigi yang paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi mekanis. Roda gigi ini memiliki gigi-gigi yang disusun sejajar dengan sumbu porosnya [5]. Roda gigi lurus terkenal karena desainnya yang sederhana dan efisien dalam mentransmisikan daya antar poros yang sejajar. Dengan karakteristik yang spesifik dan manfaat yang signifikan, roda gigi lurus tetap menjadi pilihan utama dalam banyak aplikasi yang membutuhkan transmisi daya yang efisien seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Roda Gigi Lurus (*Spur Gear*)
Sumber: Analisa data pada lapangan

2. Roda gigi *heliks*

Roda gigi *heliks* (*helical gear*) adalah jenis roda gigi yang digunakan untuk meneruskan putaran antar poros paralel. Gigi-giginya dipotong dengan sudut tertentu terhadap sumbu roda, yang memungkinkan keterlibatan gigi yang bertahap dan lebih halus. Roda gigi *heliks*, dengan kemampuannya untuk mengirimkan rotasi antara sumbu paralel dan menangani kecepatan serta beban tinggi, merupakan komponen penting dalam berbagai aplikasi mekanis. Desain gigi pada **Gambar 2** yang bersudut memungkinkan operasi yang halus dan tenang, serta meningkatkan efisiensi dan kapasitas beban, menjadikannya pilihan unggul untuk sistem transmisi daya, termasuk dalam *transfer case* pada kendaraan *4WD* [6].



Gambar 2. Roda Gigi Miring (*Helical Gear*)
Sumber: Analisa data pada lapangan

3. Roda gigi cacing *heliks*

Roda gigi cacing *heliks* digunakan untuk meneruskan putaran antara sumbu tegak lurus yang berpotongan.. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama: *worm* (cacing) yang berbentuk seperti ulir sekrup dan *worm wheel* (Roda Gigi Cacing) yang menyerupai roda gigi biasa [7].

Roda gigi cacing adalah solusi yang efisien dan andal untuk mentransmisikan daya antara poros-poros yang tegak lurus bersilang, terutama ketika diperlukan rasio pengurangan yang tinggi dan torsi yang besar. Dengan desain penutup tunggal atau ganda, sistem roda gigi cacing menawarkan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi industri dan mekanis seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Roda Gigi Cacing
Sumber: Analisa data pada lapangan

4. Roda gigi kerucut

Roda gigi yang digunakan untuk mentransmisikan putaran dan tenaga antara dua poros yang saling bertautan, biasanya pada sudut 90 derajat. Roda gigi kerucut memiliki bentuk kerucut dengan gigi-gigi yang terletak pada permukaan kerucut tersebut, memungkinkan mereka untuk mengubah arah rotasi, Pada **Gambar 4** roda gigi ini dapat dirancang untuk berbagai sudut lainnya [8].



Gambar 4. Roda Gigi Kerucut (*Bevel Gear*)
Sumber: Analisa data pada lapangan

Roda gigi kerucut komponen mekanis yang sangat berguna perpindahan gerak atau rotasi antar sumbu yang berpotongan. Dengan berbagai jenis dan desain yang fleksibel untuk berbagai sudut pertemuan, roda gigi kerucut menawarkan transmisi daya yang efektif, efisien, dan andal dalam berbagai aplikasi industri, otomotif, pertanian, dan lainnya.

5. *Screw Gear*

Screw gear adalah roda gigi yang memiliki bentuk mirip dengan sekrup (*screw*). Ini berbeda dari roda gigi konvensional karena memiliki bentuk ulir pada permukaan giginya, mirip dengan sekrup. *Screw gear* digunakan untuk mentransmisikan gerakan rotasi antara dua poros yang berpotongan, dan sering kali digunakan dalam aplikasi di mana sudut antara poros relatif besar (sekitar 90 derajat) [9]. Pada **Gambar 5** *Screw gear* memiliki desain khusus dengan bentuk ulir yang memungkinkan untuk transmisi daya efektif dan efisien pada sudut berpotongan besar, namun memerlukan perawatan yang intensif dan memiliki biaya produksi yang lebih tinggi.



Gambar 5. *Screw Gear*
Sumber: Analisa data pada lapangan

6. *Hypoid Gear*

Hypoid gear adalah jenis roda gigi kerucut yang memiliki sumbu poros yang tidak sejajar dan tidak bersilangan secara langsung, biasanya pada sudut 90 derajat, tetapi tidak terbatas pada sudut tersebut [11].

Hypoid gear menggunakan profil gigi yang khusus dan bentuk gigi yang unik perpindahan tenaga dari satu poros ke poros lainnya, bahkan jika sumbu mereka tidak sejajar atau tidak bersilangan seperti contoh Gambar 6.

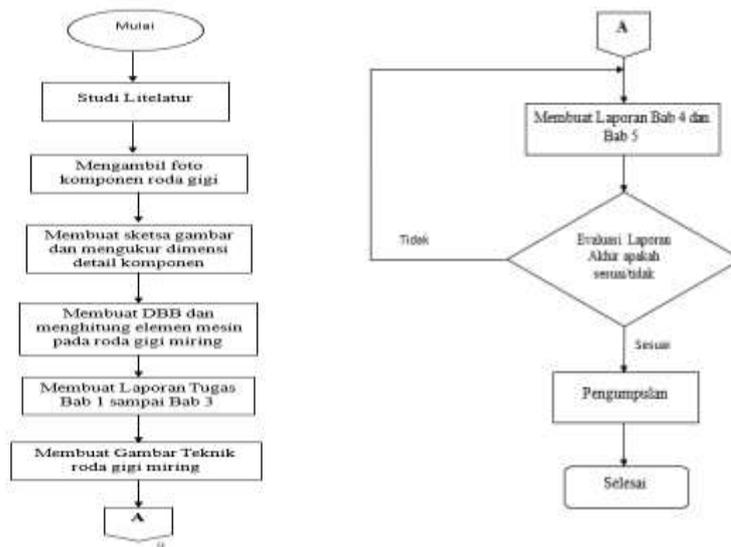


Gambar 6. *Hypoid Gear*

Sumber: Analisa data pada lapangan

3. Metode Penelitian

Untuk memudahkan pemahaman pada alur proses penelitian terdiri dari penelitian lapangan dan penelitian kepustakaan. Berikut adalah diagram alir yang menyusun tahapan penelitian seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Penelitian

Sumber: Analisa data pada lapangan

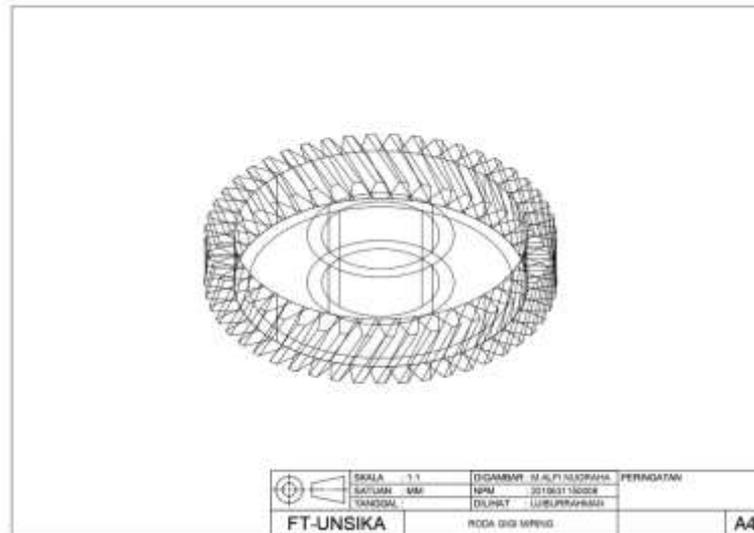
1. Data Perencanaan

Berikut adalah tabel sederhana dari *transfer case Suzuki Jimny* beserta roda gigi miringnya untuk memahami kondisi fisik dan konstruksi roda gigi miring seperti pada Tabel 1. [10].

Tabel. 1 Spesifikasi dari roda gigi miring *transfer case Suzuki Jimny*

Besaran	Simbol	Satuan	Nilai
Daya	H	kW	50
Kecepatan	N_p	putaran/menit	3200
Jumlah gigi roda pinyon	N_p	-	20
Jumlah gigi roda penggerak	N_g	-	48
Diameter roda gigi pinyon	D_p	mm	64
Diameter roda gigi penggerak	D_g	mm	120
Modul normal	M	mm	3
Sudut tekan	Φ	derajat	30°
Sudut miring	Ψ	derajat	20°

Untuk mendesain roda gigi miring, bisa menggunakan berbagai *software CAD* yang mendukung desain mesin seperti **Gambar 8** dibawah ini [12].



Gambar 8. Gambar *CAD 3D* roda gigi miring
 Sumber: Analisa data pada *software*

4. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Mencari } (m) &= \frac{D}{Z + 2} \\ &= \frac{120}{48} \\ m &= \frac{120}{50} = 2,4 = 3 \end{aligned}$$

Sudut tekanan utama (ϕ) = 20°

Sudut heliks (β) = 30°

Sudut tekanan radial (ϕ_t)

$$\begin{aligned} \phi_t &= \tan^{-1} \frac{(\tan 20^\circ)}{(\cos 30^\circ)} = \tan^{-1}(0,419) \\ \phi_t &= 22,73^\circ \end{aligned}$$

Standar *pitch* diameter

$$\begin{aligned} dp &= \frac{(s.m)}{\cos \psi} = \frac{(48.3)}{\cos 30} \\ dp &= \frac{144}{0,866} = 166,28mm \end{aligned}$$

Base diameter

$$dbp = dp \cdot \cos(\Phi)$$

Dengan nilai yang berikan:

$$dbp = 166.28 \times \cos(22.73)$$

$$dbp = 166.28 \times 0.922$$

$$dbp = 166.28 \times 0.922$$

$$dbp = 153.31 \text{ mm}$$

Menghitung pitch tangensial (P_t)

Rumus untuk pitch tangensial (P_t) adalah:

$$P_t = P_n \cdot \cos(\psi)$$

Substitusi menghasilkan nilai:

$$P_t = 0,30 \cdot \cos(30)$$

$$P_t = 0,30 \cdot 0,866$$

$$P_t = 0,2598 \text{ dalam}$$

Kurva jarak lengkung puncak

$$P_t = \frac{\pi}{pt} = \frac{\pi}{0,259}$$

$$P_t = 12,10 \text{ inci}$$

Perhitungan jarak normal lengkung

$$\text{Pitch transversal, } P_t = 12,123 \text{ } P_t = 12,123 \text{ inci}$$

$$\text{Sudut heliks, } \Psi = 30$$

Rumus untuk menghitung pitch normal (P_n) adalah: $P_n = P_t \cos \Psi$ $P_n = P_t \cos \Psi$

Substitusi nilai-nilainya:

$$P_n = 12,123 \cos 30$$

Menggunakan nilai $\cos 30 = 0,866$

$$P_n = 12,123 \times 0,866$$

$$P_n = 10,498 \text{ inci}$$

Jadi, pitch normal (P_n) adalah 10,498 inci.

Jarak aksial lengkung puncak

$$P_x = \frac{P_t}{\tan}$$

$$P_x = \frac{0,259}{\tan 30^\circ}$$

$$P_x = 0,448 \text{ in}$$

Width Surface Gear

Diketahui: Pitch aksial,

$$P_x = 0,448 \text{ } P_x = 0,448 \text{ inci}$$

Rumus untuk menghitung lebar permukaan (F) adalah:

$$F = 2 \cdot P_x$$

Substitusi nilai-nilainya:

$$F = 2 \cdot 0,448$$

Hasilnya adalah: $F = 0,896$ inci

Menghitung kecepatan garis puncak (*pitch line velocity*)

$$v = \frac{\pi \cdot dp \cdot n}{12}$$

$$v = 3,14 \times 6.546 \times 3200$$

$$v = 5,481$$

Beban yang dipindahkan

$$wt = 33000 \times H$$

$$wt = \frac{33000 \times 50}{5,481}$$

$$wt = 301,039 \text{ lb}$$

Perhitungan gaya tekanan pada sumbu radial (*gaya radial*)

$$W_r = W_t \cdot \cos(\phi_t)$$

$$W_r = 301,039 \cdot \cos(22,73)$$

$$W_r = 301,039 \cdot 0,923$$

$$W_r = 277,659 \text{ lb}$$

Menghitung gaya tekan pada sumbu aksial (*axial force*)

$$W_a = 301,038 \cdot \tan(30)$$

$$W_a = 301,038 \cdot 0,577$$

$$W_a = 173,805 \text{ lb}$$

5. Kesimpulan

Modul roda gigi yang digunakan adalah 3 mm, yang menentukan ukuran dasar gigi pada roda gigi. Sudut tekanan radial yang dihitung adalah $22,73^\circ$, yang menunjukkan sudut di mana gaya diterapkan antara gigi yang bersinggungan. Diameter pitch standar dari roda gigi adalah 166,28 mm, yang merupakan diameter teoritis di mana gigi-gigi bertemu. Diameter dasar roda gigi adalah 153,31 mm, yang merupakan diameter roda gigi di dasar profil gigi. Nilai ini adalah 0,259 gigi per inci, yang menunjukkan kepadatan gigi dalam satu inci. Jarak ini adalah 12,123 inci, yang merupakan panjang lengkungan pada puncak gigi. Jarak normal lengkung adalah 10,498 inci, yang merupakan panjang lengkungan pada posisi normal gigi. Jarak aksial lengkung puncak adalah 0,448 inci, yang merupakan panjang lengkungan aksial pada puncak gigi. Lebar permukaan roda gigi adalah 0,896 inci, yang menentukan lebar efektif dari roda gigi. Kecepatan garis puncak adalah 5,482 inci per menit, yang menunjukkan kecepatan pada puncak gigi saat roda gigi berputar. Beban yang dipindahkan oleh roda gigi adalah 301,039 lb, yang menunjukkan beban tangensial yang ditransmisikan. Gaya tekan pada sumbu radial adalah 277,659 lb, yang merupakan gaya yang diterapkan dalam arah radial. Gaya tekan pada sumbu aksial adalah 173,804 lb, yang merupakan gaya yang diterapkan dalam arah aksial.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa roda gigi miring memiliki karakteristik yang menguntungkan untuk aplikasi pada putaran tinggi dan beban besar, dengan kemampuan pemindahan putaran dan beban yang halus dan efisien.

6. Referensi

- [1] H. Panggabean and H. Darmadi, "Besarnya Gaya Radial Yang Terjadi Pada Sepasang Roda Gigi Lurus Akibat Adanya Sudut Tekan Dari Roda Gigi Penggerak Di Alat Double Deck Bunch Crusher," *J. Vokasi Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 10–16, 2023.
- [2] R. A. Siregar, K. Umurani, and M. Mukhlas, "Studi Eksperimen Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 158–164, 2019.
- [3] Munawar Alfansury and W. Septiawan, "Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 137–143, 2023.
- [4] K. Alfiansyah, "Proses Pembuatan Roda Gigi Miring Pada Mesin Kertas," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 8, pp. 1–8, 2023.

- [5] Paryanto and Sudiyatno, “Implementasi Model Assessment For Learning (Afl) Pada Pembelajaran Proses Pemesinan Di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY Paryanto,” *Jptk*, vol. 20, no. 1, pp. 2013–2015, 2021.
- [6] R. Ismail, N. R. Aprilitama, and S. Sugiyanto, “Pengamatan Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Roda Gigi Pasca Pengerasan Permukaan Menggunakan Pemanas Induksi,” *Rotasi*, vol. 17, no. 3, p. 145, 2015.
- [7] A. Arief Wicaksana, “Analisa Perhitungan Roda Gigi Miring Transmisi Pada Mobil Toyota Kijang Kapsul Sx 4 Speed,” *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 63–69, 2022.
- [8] Fiatno Aris and Aprizal, “Analisa kegagalan roda gigi lurus (spur gear) pada mesin kempa (screw press) dan pencegahannya,” *Aptek*, pp. 45–50, 2015.
- [9] A. Anto and D. Gasni, “Analisis Kegagalan Pada Roda Gigi Miring Intermediate Gear 2 Pada Gear Box Untuk Roller Press Milling Machine,” *Met. J. Sist. Mek. dan Termal*, vol. 1, no. 2, p. 55, 2017, doi: 10.25077/metal.1.2.55-69.2017.
- [10] A. Abdi Rullah, B. T. Samudra, F. T. Rizki, V. Azharis, and J. Prasetyo, “Analisis Karakteristik Roda Gigi Miring Pada Transmissi Kendaraan Roda Empat,” no. March, p. 4, 2019.
- [11] R. T. Jurnal, “Analisa Kerusakan Roda Gigi Cacing Pada Gearbox Air Preheater Pltu Ujp Banten 3 Lontar Unit 1,” *Power Plant*, vol. 6, no. 1, pp. 32–38, 2018.
- [12] D. Gusmantoro, E. Erwansyah, and S. Dwi Krishnaningsih, “Pengaruh Media Pendingin Bio Solar Pada Perlakuan Panas Untuk Meningkatkan Kekerasan Roda Gigi Sproket,” *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 359–366, 2023.