

Gear Analysis Using SC 49 Cast Steel for Corn Seed Planting Tools [Analisa Roda Gigi Menggunakan Baja Cor SC 49 untuk Alat Tanam Benih Jagung]

Mezalino Valdo Afanda¹⁾, Prantasi Harmi Tjahjanti²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: prantasiharmi@umsida.ac.id

Abstract. This study analyzes the use of cast steel SC 49 for gears in a corn seed planting tool. The research focuses on gear design, bending stress calculation, and performance evaluation. The designed spur gear has a module of 4 mm with 8 (pinion) and 48 (gear) teeth, achieving a 6:1 transmission ratio. Calculations show a bending stress of 9.88 kg/mm², below the allowable limit of 20 kg/mm² for SC 49 material. Results indicate that SC 49 cast steel gears provide sufficient strength, wear resistance, and durability for agricultural applications. The safety factor of 3.37 confirms the design's reliability for corn planting equipment.

Keywords - Corn Planter, Cast steel SC 49, Bending stress, Agricultural machinery

Abstrak. Penelitian ini menganalisis penggunaan baja cor SC 49 untuk roda gigi pada alat tanam benih jagung. Studi berfokus pada desain roda gigi, perhitungan tegangan lentur, dan evaluasi kinerja. Roda gigi lurus yang dirancang memiliki modul 4 mm dengan jumlah gigi 8 (pinion) dan 48 (gear), mencapai rasio transmisi 6:1. Perhitungan menunjukkan tegangan lentur sebesar 9,88 kg/mm², di bawah batas yang diizinkan untuk material SC 49 yaitu 20 kg/mm². Hasil penelitian menunjukkan bahwa roda gigi baja cor SC 49 memberikan kekuatan, ketahanan aus, dan daya tahan yang memadai untuk aplikasi pertanian. Faktor keamanan sebesar 3,37 mengonfirmasi keandalan desain untuk peralatan penanaman jagung.

Kata Kunci - Penanam jagung, Baja cor SC 49, Tegangan lentur, Mesin pertanian

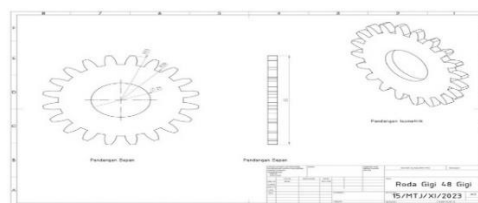
I. PENDAHULUAN

Alat tanam benih jagung merupakan peralatan pertanian yang memiliki peran penting dalam proses penanaman. Keberhasilan tanam sangat bergantung pada kualitas alat yang digunakan, termasuk komponen transmisi seperti roda gigi. Roda gigi berfungsi untuk mentransmisikan daya dan gerak dari sumber penggerak ke mekanisme penanam. Pemilihan material yang tepat untuk roda gigi sangat menentukan ketahanan dan kinerja alat secara keseluruhan.

Baja cor SC 49 dipilih sebagai material roda gigi karena memiliki sifat mekanik yang unggul, seperti kekuatan tarik tinggi (49 kg/mm²), ketahanan aus, serta kemampuan menahan beban kejut. Material ini juga lebih tahan terhadap deformasi dan memiliki umur pakai yang lebih panjang dibandingkan besi cor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan dan kinerja roda gigi dari baja cor SC 49 pada alat tanam benih jagung, baik secara analitis maupun melalui simulasi elemen hingga.

Roda gigi silindris bergigi digunakan untuk mentransmisikan gerakan dan daya dari satu poros berputar ke poros lainnya. Gigi pada roda gigi penggerak secara presisi terletak di antara gigi pada roda gigi yang digerakkan, sehingga terjadi kontak yang halus dan efisien. Transmisi pada roda gigi memiliki keunggulan tertentu dibanding transmisi sabuk atau rantai, antara lain kekompakan, putarannya yang lebih tinggi dan tepat, serta kemampuan menangani daya yang lebih besar.

Pemilihan material untuk roda gigi harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti beban kerja, kecepatan putar, kondisi lingkungan, dan biaya. Baja cor SC 49 dipilih karena memiliki kekuatan tarik 49 kg/mm² dan tegangan lentur izin 20 kg/mm², yang sesuai untuk aplikasi beban sedang hingga berat. Material ini juga mempunyai ketahanan aus yang bagus dan relatif ekonomis.



Gambar 1. Desain Roda Gigi dengan Material SC 49

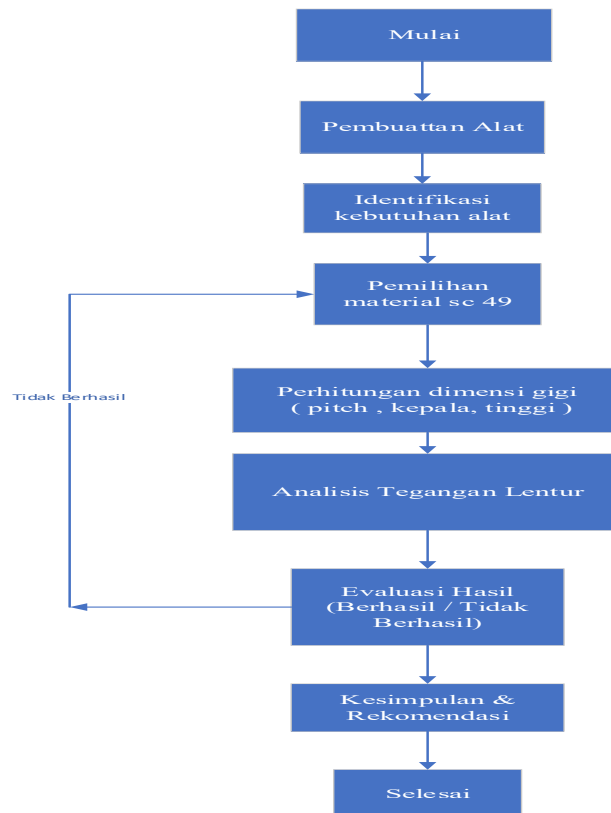
Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

II. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan berdasarkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Perencanaan Roda Gigi

Proses perencanaan roda gigi dimulai dengan menentukan parameter operasional sistem transmisi pada alat tanam benih jagung. Daya motor ditetapkan sebesar 0,373 kW dengan putarannya 1400 rpm . Putaran output yang diinginkan itu 70 rpm, sehingga rasio transmisi yang diperlukan adalah 20:1. Pemilihan modul roda gigi didasarkan pada pertimbangan kekuatan dan ukuran, dimana modul 4 mm dipilih untuk menyeimbangkan antara kapasitas beban dan dimensi keseluruhan. Jumlah gigi ditentukan sebanyak 8 untuk pinion dan 48 untuk gear, menghasilkan rasio reduksi 6:1 yang sesuai dengan kebutuhan sistem transmisi alat tanam.

2.3 Perhitungan Kekuatan Roda Gigi

Perhitungannya dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai parameter teknis. Perhitungan torsi output dilakukan menggunakan rumus $T = (9550 \times P)/n$, dimana P adalah daya dalam kW dan n adalah putaran dalam rpm. Analisis tegangan lentur memperhitungkan faktor dinamis yang dipengaruhi oleh kecepatan keliling roda gigi. Perhitungan lebar muka gigi dilakukan dengan mempertimbangkan faktor beban dan kapasitas material. Faktor keamanan dihitung berdasarkan perbandingan antara tegangan ijin material dan tegangan kerja aktual. Semua perhitungan dilakukan dengan margin safety yang memadai untuk mengakomodasi variasi beban selama operasi.

2.4. Simulasi Elemen Hingga (FEA)

Simulasi elemen hingga dilakukan menggunakan software khusus untuk memvalidasi hasil perhitungan teoritis. Model 3D roda gigi dibuat dengan akurasi tinggi berdasarkan parameter geometris yang telah ditentukan. Material SC 49 didefinisikan dengan properti mekanis yang sesuai standar JIS G5101. Analisis statis dilakukan dengan menerapkan beban sesuai torsi kerja pada kontak gigi. Simulasi dilakukan untuk menganalisis distribusi tegangan von Mises, deformasi, dan faktor keamanan. Hasil simulasi dievaluasi secara detail untuk memastikan bahwa tegangan maksimum tidak melebihi batas ijin material dan pola kontak terjadi secara optimal.

2.5 Pemilihan Material

Pemilihan material baja cor SC 49 didasarkan pada pertimbangan menyeluruh terhadap properti material dan kebutuhan aplikasi. SC 49 dipilih karena memiliki kekuatan tarik 49 kg/mm² dan tegangan lentur ijin 20 kg/mm² yang memadai untuk aplikasi beban menengah. Material ini juga memiliki kekerasan Brinell 190 HB yang memberikan ketahanan aus yang baik. Pertimbangan ekonomis juga menjadi faktor penting dalam pemilihan, dimana SC 49 menawarkan performa yang baik dengan biaya yang relatif terjangkau. Karakteristik kemampuan cor yang baik memungkinkan pembuatan roda gigi dengan bentuk yang kompleks dan presisi tinggi

Tabel 1. Pemilihan Roda Gigi

Bahan	Lambang	Kekuatan	Kekerasan	Tegangan
	Bahan	tariknya	(Brinell)	Lentur
		σ_B (kg/mm ²)	H _B	σ_a (kg/mm ²)
Baja Cor	SC 42	42	140	12
	SC 46	46	160	19
	SC 49	49	190	20

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Dimensi Roda Gigi

Berdasarkan perhitungan desain yang dilakukan, diperoleh dimensi geometris roda gigi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Roda gigi dirancang dengan modul 4 mm yang dipilih berdasarkan pertimbangan kekuatan dan kemampuan manufacturability. Pemilihan jumlah gigi 8 untuk pinion dan 48 untuk gear menghasilkan rasio transmisi 6:1 yang sesuai dengan kebutuhan kecepatan putar output alat tanam. Diameter pitch sebesar 32 mm untuk pinion dan 192 mm untuk gear memenuhi persyaratan jarak antar poros yang tersedia dalam rancangan alat tanam. Lebar muka gigi ditetapkan sebesar 40 mm setelah melalui analisis optimasi antara faktor kekuatan dan pertimbangan bobot komponen.

Tabel 1. Dimensi Geometris Roda Gigi

Parameter	Roda Gigi Kecil	Roda Gigi Besar
Modul	4 mm	4 mm
Jumlah Gigi	8	48
Diameter Pitch	32 mm	192 mm

Parameter	Roda Gigi Kecil	Roda Gigi Besar
Diameter Kepala	40 mm	200 mm
Diameter Kaki	22 mm	172 mm
Tinggi Gigi	9 mm	9 mm
Lebar Gigi	40 mm	40 mm

3.2 Perhitungan Kekuatan Roda Gigi

3.2.1 Perhitungan Torsi Output

Torsi Output dihitung dari daya poros dan putaran poros dengan rumus :

$$SF = \frac{9550 P \text{ (kW)}}{n \text{ (rpm)}}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad 9550 \times 0,373 &= 9550 \times \frac{373}{1000} = \frac{9550 \times 373}{1000} \\ &= \frac{(9550 \times 373) + (9550 \times 70) + (9550 \times 3)}{1000} \\ &= \frac{2\,865\,000 + 668\,500 + 28\,650}{1000} = \frac{3\,562\,150}{1000} = 3562,150 \div 1000 = 3562,15 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad \text{Dilanjutkan } \frac{3\,562,15}{1000} = 50,88785714285714 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Pembulatan praktis $T \approx 50,89 \text{ N}\cdot\text{m}$

(Jadi torsi nominal yang bekerja pada poros output $\approx 50,9 \text{ N}\cdot\text{m}$).

3.2.2 Perhitungan Tegangan Lentur

Perhitungan dimulai dengan menentukan daya rencana (P_d) berdasarkan koreksi terhadap daya nominal (P):

$$P_d = f_c \cdot P = 1,2 \cdot 0,28 = 0,336 \text{ kW}$$

Kemudian dihitung kecepatan keliling (V_1):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 12}{60000} = 0,0051 \text{ m/s}$$

Daya tangensial (F_t):

$$F_t = \frac{102 \cdot P_d}{V_1} = \frac{102 \cdot 0,336}{0,0051} = 672,1 \text{ N}$$

Faktor dinamis:

$$F_v = \frac{3}{3 + V_1} = \frac{3}{3 + 0,0051} = 0,0004$$

Dengan nilai faktor bentuk $Y_1 = 0,176$ dan lebar roda gigi $b = 24 \text{ mm}$, diperoleh tegangan lentur:

$$\sigma_a = \frac{F_t}{b \cdot m \cdot Y \cdot F_v} = \frac{672,1}{24 \cdot 4 \cdot 0,176 \cdot 0,0004} = 9,88 \text{ kg/mm}^2$$

3.2.3 Lebar muka gigi (*face width*) dan Tegangan Lentur

- Dari aturan praktis, lebar muka untuk modul $m = 4 \text{ mm}$ biasanya $b \approx 6-10 \times m$, yaitu sekitar 24–40 mm. Dokumen perhitungan menggunakan $b = 40 \text{ mm}$.
- Tegangan lentur analitis sebelumnya pada asumsi lebar muka lama $b = 24 \text{ mm}$ adalah $\sigma \approx 9,88 \text{ kg/mm}^2$.

3.2.4 Pengaruh Lebar Muka Gigi Terhadap Tegangan Lentur

Tegangan lentur dihitung sebagai berikut:

- Daya rencana: $P_d = 1,2 \times 0,28 = 0,336 \text{ kW}$ $P_d = 1,2 \times 0,28 = 0,336 \text{ kW}$

- Kecepatan keliling: $V_1=0,0051 \text{ m/s}$ $V_1=0,0051 \text{ m/s}$
- Gaya tangensial: $F_t=672,1 \text{ N}$ $F_t=672,1 \text{ N}$
- Faktor dinamis: $F_v=0,0004$ $F_v=0,0004$
- Tegangan lentur: $\sigma_a=9,88 \text{ kg/mm}^2$ $\sigma_a=9,88 \text{ kg/mm}^2$

Dengan lebar muka gigi 40 mm, tegangan lentur turun menjadi:

$$\sigma_{baru} = 9,88 \times \frac{24}{40} = 5,93 \text{ kg/mm}^2$$

Penambahan lebar muka menurunkan tegangan lentur secara signifikan.

3.2.5 Faktor Keamanan (*Safety Factor*) Terhadap Lentur

Tegangan ijin material $\approx 20 \text{ kg/mm}^2$.

Faktor keamanan:

$$SF = \frac{\sigma_{izin}}{\sigma_{kerja}} = \frac{20}{5,39} \approx 3,37$$

Dengan $b = 40 \text{ mm}$ sistem memiliki margin lentur yang aman ($SF \approx 3,4$)

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitiannya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan baja cor SC 49 pada roda gigi alat tanam benih jagung terbukti memenuhi kriteria kekuatan dan keandalan dengan tegangan lentur aktual sebesar $5,93 \text{ kg/mm}^2$ yang masih jauh di bawah batas ijin material sebesar 20 kg/mm^2 , serta faktor keamanan sebesar 3,37 yang menunjukkan margin yang cukup untuk mengakomodasi pembebanan kejut selama operasi lapangan. Hasil simulasi elemen hingga juga mengkonfirmasi distribusi tegangan yang merata dan pola kontak yang optimal pada seluruh permukaan gigi. Untuk implementasi lebih lanjut, disarankan dilakukan pelumasan berkala dan inspeksi rutin untuk mempertahankan kinerja optimal, uji lapangan untuk memvalidasi hasil simulasi dalam kondisi operasional aktual, pertimbangan perlakuan panas surface hardening jika terjadi peningkatan beban kerja di masa depan, serta analisis fatigue dan dinamika untuk menilai umur pakai komponen secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar besarnya kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan saya ilmu yang bermanfaat, serta kepada ayah dan ibu beserta teman-teman saya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] H. Ayasso and A. Mohammad-Djafari, "Joint NDT image restoration and segmentation using Gauss-Markov-Potts prior models and variational Bayesian computation," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 19, no. 9, pp. 2265-2275, 2010.
- [2] J. A. N. A. V. A. N. M. Ieghem, "Principles and Practice".
- [3] H. Tang, "Examensarbete DOA estimation based on MUSIC algorithm," 2014, [Online]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:724272/FULLTEXT01.pdf>
- [4] c. flores, "No TitleEΛENH," *Αγαν*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2020.
- [5] S. A. Waughn, S. City, and T. Gudmestad, "Si () S (t) -,".
- [6] H. Y. Chen *et al.*, "No TitleEΛENH," *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 19, no. 6, pp. 2265–2277, 2018, doi: 10.1145/366378.366380.
- [7] J. Ross Beveridge and E. M. Riseman, "How easy is matching 2d line models using local search?," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 19, no. 6, pp. 564–579, 1997, doi: 10.1109/34.601245.

- [8] J. Birajdar, P. Bhorde, S. Shaikh, and P. R. Sarawale, “+ Advanced Pipeline Leakage Detector and Choke up Cleaning Robot,” pp. 3843–3845.
- [9] H. Y. Chen, T. H. Tse, and T. Y. Chen, “TACCLE: A Methodology for Object-Oriented Software Testing at the Class and Cluster Levels,” *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 10, no. 1, pp. 56–109, doi: 10.1145/366378.366380.
- [10] A. Z. Aos, A. W. Naji, S. A. Hameed, F. Othman, and B. B. Zaidan, “Approved undetectable-antivirus steganography for multimedia information in PE-File, *Int. Assoc. Comput. Sci. Inf. Technol. - Spring Conf. IACSIT-SC 2009*, pp. 437–441, doi: 10.1109/IACSIT-SC.2009.103.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.