

Artikel Penelitian (Teknik Mesin)

Analisis Perhitungan Roda Gigi Lurus untuk Menentukan Torsi pada Roda Gigi Kipas Angin

Orka Maulana Wahyudi^{*}, Nanang Burhan, Farradina Choria Suci, Muhammad Akbar Firmansyah

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 18 Juni 2025
Revisi Akhir: 19 Oktober 2025
Diterbitkan *Online*: 14 Januari 2026

KATA KUNCI

Kipas Angin
Modul
Pemodelan Komputer
Roda Gigi Lurus
Transmisi Daya
Torsi

KORESPONDENSI^(*)

Phone: +62 89515967745
E-mail: orkamaulana9@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini membahas analisis perhitungan roda gigi lurus pada sistem transmisi kipas angin untuk menentukan torsi yang bekerja pada roda gigi tersebut. Dengan menggunakan data daya 2,6 kW dan putaran poros 1000 rpm, perhitungan modul, jumlah gigi, diameter lingkaran pitch, serta dimensi roda gigi dilakukan secara sistematis berdasarkan rumus-rumus desain roda gigi standar. Selain itu, analisis gaya tangensial dan torsi dihitung untuk memastikan bahwa roda gigi dapat mentransmisikan daya secara optimal dan aman. Metode pemodelan berbasis komputer diaplikasikan guna mempercepat perencanaan serta meningkatkan akurasi hasil perhitungan. Hasil menunjukkan bahwa roda gigi dengan modul 1,5 mm, jumlah gigi 40 dan 11, serta desain yang telah dihitung, mampu mentransmisikan torsi sebesar 2532,4 kg.mm secara efisien dengan tegangan geser poros sebesar 30,9 N/mm². Penelitian ini membuktikan pentingnya perhitungan dan pemodelan yang tepat dalam merancang roda gigi lurus agar dapat berfungsi optimal pada sistem kipas angin.

PENDAHULUAN

Roda gigi merupakan salah satu elemen mekanis yang sangat penting dalam sistem transmisi daya, yang digunakan untuk mentransmisikan gerakan putar dari satu poros ke poros lainnya. Roda gigi memiliki kemampuan untuk menaikkan atau menurunkan putaran serta mentransmisikan daya secara efisien dan kontinu. Karena fungsi pentingnya tersebut, roda gigi banyak diterapkan dalam berbagai bidang industri, seperti otomotif, mesin-mesin berat, dan perangkat rumah tangga, seperti kipas angin. Dalam pengoperasiannya, roda gigi berfungsi untuk menyesuaikan kecepatan dan torsi yang diperlukan dalam berbagai aplikasi teknik. Desain dan perencanaan roda gigi yang tepat sangat diperlukan agar roda gigi dapat berfungsi dengan optimal, di mana perencanaan ini memerlukan analisis dan perhitungan yang cukup rumit karena banyaknya parameter yang harus dipertimbangkan, seperti ukuran gigi, jumlah gigi, serta jenis bahan yang digunakan [1].

Proses perencanaan roda gigi tradisional seringkali memerlukan waktu yang cukup lama karena melibatkan banyak faktor, seperti hubungan antara elemen-elemen mekanis lainnya, misalnya poros, pasak, dan komponen penghubung lainnya. Dengan kemajuan teknologi informasi yang pesat, kini terdapat berbagai solusi berbasis perangkat lunak yang dapat membantu mempercepat perencanaan dan perhitungan roda gigi, salah satunya dengan menggunakan pemodelan berbasis komputer. Pemodelan ini tidak hanya mempercepat proses desain, tetapi juga meningkatkan akurasi perhitungan yang pada gilirannya dapat menghasilkan perencanaan yang lebih efisien dan efektif. Oleh karena itu, penting untuk mengaplikasikan

teknologi informasi dalam perencanaan roda gigi, khususnya roda gigi lurus, untuk meminimalisir kesalahan perhitungan dan mempercepat waktu perencanaan [2].

Roda gigi lurus adalah jenis roda gigi yang paling dasar dan paling umum digunakan. Ciri utama dari roda gigi lurus adalah gigi-giginya yang sejajar dengan poros penggerak dan penggerak lainnya. Roda gigi lurus memiliki beberapa parameter penting dalam perencanaannya, di antaranya adalah diameter lingkaran jarak bagi, modul gigi, jumlah gigi, serta bahan yang digunakan. Salah satu parameter yang sangat penting dalam desain roda gigi adalah jarak bagi, yang merupakan ukuran dasar untuk menentukan kesesuaian antara gigi roda gigi yang satu dengan yang lainnya. Jarak bagi ini dihitung berdasarkan diameter lingkaran jarak bagi dan jumlah gigi yang ada pada roda gigi. Dalam desain roda gigi lurus, penting untuk memastikan bahwa semua parameter dihitung dengan tepat, karena kesalahan dalam perhitungan dapat mengakibatkan kegagalan mekanis pada sistem yang menggunakan roda gigi tersebut [3].

Dengan berkembangnya teknologi pemodelan berbasis komputer, pemodelan perencanaan roda gigi lurus diharapkan dapat mempersingkat waktu perencanaan dan menghasilkan desain yang lebih akurat. Hal ini sangat penting, terutama dalam industri yang membutuhkan desain dan produksi roda gigi dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang relatif singkat. Seiring dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan teknologi informasi dalam perencanaan roda gigi lurus, khususnya pada aplikasi kipas angin, yang memerlukan desain roda gigi yang efisien dan efektif dalam mentransmisikan daya dari motor penggerak ke bilah kipas. Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana cara melakukan analisis dan perhitungan roda gigi lurus pada kipas angin, serta bagaimana teknologi informasi dapat diaplikasikan untuk mempercepat proses perencanaan roda gigi lurus tersebut. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan banyaknya roda gigi lurus yang digunakan dalam sistem transmisi pada kipas angin, serta mengidentifikasi metode perhitungan yang lebih efisien dan akurat [4].

TINJAUAN PUSTAKA

Roda Gigi

Dibandingkan dengan jenis transmisi lain, transmisi roda gigi memiliki keunggulan karena lebih ringkas, putaran lebih tinggi, tepat dan daya lebih besar. Pemakaian roda gigi sebagai alat transmisi telah menduduki tempat terpenting disegala bidang dalam selama 200 tahun terakhir ini. Penggunaannya dimulai dari alat pengukur yang kecil dan teliti seperti jam tangan, sampai roda gigi reduksi pada turbin besar yang berdaya puluhan megawatt. Dari sekian banyak jenis roda gigi, roda gigi dapat diklasifikasikan berdasarkan letak poros, arah putaran dan bentuk jalur gigi [5].

Pemodelan

Model didefinisikan sebagai suatu representasi atau perwakilan dari suatu masalah dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah dikerjakan. Model adalah sistem yang mewakili sistem nyata, dengan kata lain model mewakili suatu masalah nyata kedalam bentuk lebih sederhana dan mudah dikerjakan. Dalam kehidupan sehari-hari kita seringkali menjumpai masalah besar dan rumit yang sukar dipecahkan secara langsung. Model disini berperan dalam usaha memahami dan menyelesaikan masalah tersebut. Model dibuat berdasarkan apa yang telah diketahui, sehingga belum tentu semua variabel dan gejala yang ada terwakili. Tetapi dalam membuat model diusahakan sebagian besar dari sifat itu ada. Model juga dibuat supaya mempunyai sifat yang lebih sederhana dibanding obyek yang dimodelkan, sehingga lebih mudah dikerjakan. Semakin banyak variabel dan gejala yang dimasukkan kedalam suatu model semakin dekat model [6].

Model-Model Roda Gigi

1. Roda Gigi Lurus

Roda gigi lurus merupakan roda gigi paling dasar dengan jalur gigi sejajar poros. Dalam teori roda gigi pada umumnya dianut anggapan bahwa roda gigi merupakan benda kaku yang hampir tidak mengalami perubahan bentuk untuk jangka waktu lama [7].

2. Roda Gigi Helikal

Roda gigi helikal digunakan untuk mentransmisikan daya antar poros paralel atau non paralel [8]. Arah sudut helik bisa menaik dan bisa menurun. Istilah helical yaitu tangan kanan atau *right hand* dan helical tangan kiri atau *left hand*, digunakan untuk membedakan kedua jenis [9].

3. Roda Gigi Kerucut

Roda gigi kerucut digunakan untuk mentransmisikan gerakan antar poros yang bersilang, roda gigi ini mempunyai sumbu poros yang tidak berpotongan [10].

Analisa Perhitungan Roda Gigi

1. Kecepatan linear roda gigi v = kecepatan roda gigi

Rumus:

$$v = \frac{\pi \times 60 \times n}{60 \times 1000}$$

- v adalah kecepatan linear pada roda gigi, yang mengukur seberapa cepat roda gigi bergerak dalam satuan panjang (meter per detik, m/s).
- n adalah kecepatan putar poros penggerak dalam satuan rotasi per menit (rpm).
- π adalah konstanta matematika (sekitar 3,141).
- Angka 60 digunakan untuk mengubah satuan kecepatan dari putaran per menit (rpm) menjadi putaran per detik.
- Dengan rumus ini, kecepatan linear dihitung berdasarkan kecepatan putaran poros dan diameter lingkaran pitch.

2. Gaya Tangensial pada Roda Gigi (f_t)

Rumus:

$$f_t = \frac{102 \times p \times d}{v}$$

- F_t adalah gaya tangensial yang bekerja pada roda gigi, yang diukur dalam satuan Newton (N).
- p adalah daya yang ditransmisikan oleh roda gigi dalam satuan kW.
- d adalah diameter lingkaran pitch (dalam mm).
- v adalah kecepatan linear roda gigi yang telah dihitung sebelumnya.
- Dalam rumus ini, gaya tangensial dihitung untuk mengetahui seberapa besar gaya yang ditransmisikan dari roda gigi yang berputar.

3. Beban Lentur yang Diperbolehkan per Satuan Lebar Sisi (F_b)

Rumus:

$$F_b = \sigma_a \times m \times y \times f_v \text{ (N/mm)}$$

- F_b adalah beban lentur yang diijinkan per satuan lebar sisi gigi roda.
- σ_a adalah tegangan lentur yang diijinkan pada bahan gigi.
- m adalah modul gigi, yang menggambarkan ukuran gigi dalam satuan mm.
- y adalah faktor koreksi berdasarkan geometri gigi, yang disesuaikan dengan jenis roda gigi.
- F_v adalah faktor dinamis yang memperhitungkan kecepatan dan kondisi operasional roda gigi.
- Beban lentur ini menggambarkan sejauh mana roda gigi dapat menahan beban tanpa mengalami kerusakan struktural.

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan merencanakan perancangan roda gigi lurus yang digunakan dalam sistem transmisi kipas angin. Dalam perencanaan ini, kami menggunakan pendekatan analisis perhitungan untuk menentukan berbagai parameter teknis dari roda gigi, seperti diameter, jumlah gigi, modul, serta torsi yang dihasilkan oleh sistem tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan, yang meliputi pengumpulan data, analisis perhitungan, dan pemodelan roda gigi.



Gambar 1. Prototype roda gigi

Pengumpulan Data Awal

Langkah pertama dalam metodologi ini adalah pengumpulan data dasar yang diperlukan untuk melakukan perhitungan perancangan roda gigi. Data ini meliputi informasi tentang roda gigi yang akan direncanakan, seperti daya yang akan ditransmisikan, putaran poros penggerak, serta spesifikasi kipas angin yang akan menggunakan roda gigi tersebut.

Beberapa parameter awal yang dikumpulkan adalah:

1. Daya yang akan ditransmisikan (P): Dalam penelitian ini, daya yang akan ditransmisikan adalah 2,6 kW.
2. Putaran poros penggerak (n): Putaran poros penggerak ditetapkan sebesar 1000 rpm.
3. Jenis roda gigi: Roda gigi yang digunakan adalah roda gigi lurus, yang memiliki gigi sejajar dengan porosnya.

Perhitungan Modul dan Jumlah Gigi

Setelah data dasar terkumpul, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan modul dan jumlah gigi roda gigi lurus. Dalam hal ini, perhitungan dilakukan berdasarkan rumus-rumus standar yang digunakan dalam desain roda gigi.

Modul (m): Modul adalah ukuran yang menunjukkan besar ukuran gigi dalam satuan millimeter.

Modul dihitung dengan rumus:

$$m = \frac{d}{z}$$

Dimana:

- d adalah diameter lingkaran jarak bagi (pitch circle) roda gigi,
- z adalah jumlah gigi pada roda gigi.

Modul ini akan menentukan besar ukuran gigi serta beberapa dimensi penting lainnya dalam perancangan roda gigi, seperti diameter lingkaran kepala, diameter lingkaran kaki, dan tinggi kepala gigi.

Jumlah Gigi (z): Jumlah gigi roda gigi juga dihitung untuk menentukan jarak antar gigi serta modul yang sesuai. Berdasarkan data yang ada, jumlah gigi pada roda gigi pertama (gear 1) adalah 40, dan pada roda gigi kedua (gear 2) adalah 11.

Perhitungan Diameter dan Dimensi Roda Gigi

Dengan menggunakan nilai modul m dan jumlah gigi z yang telah ditentukan, perhitungan diameter lingkaran jarak bagi, diameter lingkaran kepala, diameter lingkaran kaki, serta dimensi lainnya dilakukan. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan dimensi roda gigi:

Diameter lingkaran tusuk atau pitch circle d_1

$$d_1 = Z_1 \times m$$

Diameter lingkaran d_f

$$d_f = d_1 - mx_1$$

Tinggi kepala h_k

$$h_k = m$$

Tinggi kaki gigi h_f

$$h_f = 2xm$$

Analisis Gaya dan Torsi

Setelah perhitungan dimensi selesai, tahap selanjutnya adalah analisis gaya dan torsi yang bekerja pada roda gigi. Dalam penelitian ini, gaya tangensial dan torsi dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

Kecepatan linear roda gigi v

$$v = \frac{\pi d n}{60}$$

Dimana:

- d adalah diameter roda gigi,
- n adalah kecepatan putar roda gigi dalam rpm.

Gaya tangensial pada roda gigi f_t :

$$f_t = \frac{102xPx d}{v}$$

Torsi yang bekerja pada roda gigi T dihitung dengan menggunakan hubungan antara gaya dan jarak pada roda gigi.

Validasi Hasil Perhitungan

Setelah perhitungan selesai, tahap terakhir adalah validasi hasil perhitungan dengan menggunakan literatur yang ada atau referensi teknis. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa perancangan roda gigi yang dilakukan sesuai dengan standar teknik yang berlaku dan dapat berfungsi dengan baik dalam sistem transmisi kipas angin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk perancangan roda gigi lurus pada kipas angin dibahas secara mendetail. Berdasarkan analisis perhitungan dan model yang telah dibangun, diperoleh berbagai parameter teknis seperti diameter roda gigi, jumlah gigi, modul, dan torsi yang bekerja pada sistem roda gigi. Tabel berikut menunjukkan perhitungan hasil perancangan roda gigi lurus untuk kipas angin.

Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan untuk roda gigi pertama (Gear 1) yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak.

Tabel 1. Perhitungan Gear 1

No	Nama	Simbol	Perhitungan (Rumus)	Hasil (mm)
1.	Modul	m		1,5
2.	Jumlah Gigi	Z_1		40
3.	Diameter Lingkaran tusuk atau lingkaran bagi atau <i>pitch circle</i>	d_1	$d_1 = Z_1 \times m = 40 \times 1,5 = 60$	60
4.	Diameter Lingkaran kepala atau <i>addendum circle</i>	d_k	$d_k = (Z_1 + 2) \times m = (40 + 2) \times 1,5 = 63$	63
5.	Diameter Lingkaran kaki atau <i>dedendum circle</i>	d_f	$d_f = d_1 - 1 \times m = 60 - 1 \times 1,5 = 58,5$	58,5
6.	Tinggi Kepala Gigi	h_k	$h_k = 1 \times m = 1 \times 1,5 = 1,5$	1,5
7.	Diamater lingkaran dasar atau <i>base Circle</i>	d_b	$d_b = d_1 \times \cos \emptyset = 60 \times \cos 20^0 = 56,38$	56,38
8.	Kelonggaran atau	Cl	$Cl = 1 \times m = 1,5$	1,5
9.	Tusuk atau <i>circular Pitch</i>	t	$t = m \times \pi = 1,5 \times 3,14 = 4,71$	4,71
10.	Tinggi Kaki Gigi atau <i>dedendum</i>	h_f	$h_f = 2 \times m = 2 \times 1,5 = 3$	3
11.	Tinggi kepala gigi atau <i>addendum</i>	h_k	$h_k = m = 1,5$	1,5
12.	Tinggi Gigi atau <i>whole depth</i>	h	$h = h_f + h_k = 3 + 1,5 = 4,5$	4,5
13.	Tebal gigi atau <i>tooth thickness</i>	c	$t/2 = 1/2 = 0,5$	0,5
14.	Lebar gigi atau <i>face Width</i>	b	$b = 11 \times m = 11 \times 1,5 = 16,5$	16,5

Berikut adalah perhitungan untuk roda gigi kedua (Gear 2), yang juga berfungsi untuk mentransmisikan daya melalui sistem roda gigi.

Tabel 2. Perhitungan Gear 2

No	Nama	Simbol	Perhitungan (Rumus)	Hasil (mm)
1.	Modul	m		1,5
2.	Jumlah Gigi	Z_2		11
3.	Diameter Lingkaran tusuk atau lingkaran bagi atau <i>pitch circle</i>	d_2	$d_2 = Z_2 \times m = 11 \times 1,5 = 16,5$	16,5

4.	Diameter Lingkaran kepala atau	dk	$dk = (Z2 + 2) \times m$ $dk = (11 + 2) \times 1,5 =$	19,5
5.	Diameter Lingkaran kaki atau dedendum circle	df	$df = d2 - 2 \times m$ $df = 13 - 2 \times 1,5$ $= 10$	10
6.	Tinggi Kepala Gigi	hk	$hk = 1,5 \times m = 1,5 \times$ $1,5 = 2,25$	2,25
7.	Diamater lingkaran dasar atau base circle	db	$db = d2 \times \cos \emptyset$ $db = 11 \times \cos 20^0$ $= 10,33$	10,33
8.	Kelonggaran atau clearance	Cl	$Cl = 0,5 \times m$ $0,5 \times 1,5 = 0,75$	0,75
9.	Tusuk atau circular pitch	t	$t = m \times \pi = 1,5 \times 3,14$ $= 4,71$	4,71
10.	Tinggi Kaki Gigi atau dedendum	hf	$hf = 1 \times m$ $= 1 \times 1,5$ $= 1,5$	1,5
11.	Tinggi kepala gigi atau addendum	hk	$hk = m = 0,5$	0,5
12.	Tinggi Gigi atau whole depth	h	$h = hf + hk = 1,5 + 0,5 = 2$	2
13.	Tebal gigi atau tooth thickness	c	$t/2 = 1/2 = 0,5$	0,5
14.	Lebar gigi atau face width	b	$b = 12 \times m = 12 \times 1,5$ $= 18$	18

Rasio Transmisi dan Perhitungan Torsi

Dari perhitungan yang dilakukan, rasio transmisi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{11}{40} = 0,275$$

Dengan mengetahui rasio transmisi, perhitungan torsi yang dihasilkan oleh sistem dilakukan dengan rumus:

$$T = \frac{\rho}{2\pi n}$$

Dimana:

- P adalah daya yang ditransmisikan (2,6 kW),
- n adalah kecepatan putar (1000 rpm).

Hasil dari perhitungan ini menunjukkan bahwa torsi yang dihasilkan pada roda gigi pertama adalah 2532,4 kg.mm
24817,52 N/mm²

Analisis Gaya Geser pada Poros

Tegangan geser pada poros yang bekerja dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T = 5,1 \times \frac{T}{d^3}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan geser yang terjadi pada poros adalah 30,9 N/mm².

Pembahasan

Dari hasil perhitungan yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa perancangan roda gigi lurus untuk kipas angin yang dilakukan telah memenuhi standar teknis yang diperlukan. Hasil perhitungan diameter dan jumlah gigi menunjukkan bahwa roda gigi pertama dengan 40 gigi dan roda gigi kedua dengan 11 gigi dapat berfungsi dengan baik dalam mentransmisikan daya sebesar 2,6 kW pada kecepatan putar 1000 rpm.

Analisis torsi dan gaya yang bekerja pada roda gigi menunjukkan bahwa sistem transmisi ini mampu mentransmisikan daya secara efisien, dengan tegangan geser yang masih berada dalam batas aman. Dengan menggunakan teknologi pemodelan, perencanaan roda gigi ini juga dapat dilakukan lebih cepat dan lebih akurat, yang memungkinkan proses desain yang lebih efisien.

Berdasarkan perhitungan torsi dan tegangan geser, dapat dikatakan bahwa sistem roda gigi yang direncanakan dalam penelitian ini cukup kuat untuk mentransmisikan daya yang diperlukan dalam sistem kipas angin tanpa mengalami kelebihan beban.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal terkait perancangan roda gigi lurus untuk kipas angin sebagai berikut: Perancangan yang Efisien: Perancangan roda gigi lurus pada kipas angin ini dapat dilakukan dengan efisien menggunakan perhitungan teknis yang mendalam. Perhitungan modul, jumlah gigi, dan berbagai dimensi roda gigi lainnya menunjukkan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi persyaratan teknis yang dibutuhkan untuk mentransmisikan daya secara efisien. Keandalan Sistem: Hasil perhitungan menunjukkan bahwa roda gigi yang direncanakan mampu mentransmisikan daya sebesar 2,6 kW pada kecepatan 1000 rpm tanpa mengalami kelebihan beban. Torsi yang dihasilkan pada sistem transmisi juga berada dalam batas yang aman, sehingga sistem dapat beroperasi dengan baik dalam jangka waktu yang lama. Tegangan Geser yang Terkendali: Hasil analisis menunjukkan bahwa tegangan geser pada poros masih dalam batas yang aman (30,9 N/mm²), yang menandakan bahwa roda gigi dan poros yang digunakan dapat bertahan terhadap gaya yang bekerja tanpa berisiko mengalami kegagalan struktural. Penggunaan Teknologi Pemodelan: Dengan mengaplikasikan teknologi pemodelan komputer dalam perancangan, proses desain roda gigi dapat dilakukan lebih cepat dan lebih akurat. Hal ini memberikan keuntungan dalam mengurangi waktu perencanaan dan meningkatkan efektivitas serta akurasi perhitungan. Faktor Dinamis yang Memadai: Faktor dinamis roda gigi yang dihitung menunjukkan bahwa perencanaan ini dapat menangani kondisi operasional dengan baik, mengingat adanya faktor kecepatan yang dapat mempengaruhi kinerja roda gigi.

Saran

Pengujian Lebih Lanjut: Disarankan untuk melakukan pengujian fisik terhadap sistem roda gigi yang telah direncanakan guna memvalidasi hasil perhitungan dan simulasi komputer. Pengujian ini dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai kinerja roda gigi di lapangan. Penerapan Material yang Tepat: Pemilihan bahan untuk roda gigi juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan sistem transmisi. Oleh karena itu, pemilihan material yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang sesuai dengan kondisi operasi kipas angin harus dipertimbangkan lebih lanjut. Penyesuaian terhadap Beban Dinamis: Mengingat adanya variasi dalam kondisi operasi, perlu dilakukan penyesuaian perhitungan terhadap

beban dinamis yang lebih tinggi, seperti saat perubahan kecepatan atau beban mendadak. Hal ini penting untuk menghindari keausan yang cepat atau kerusakan pada sistem transmisi. Pengembangan Teknologi Pemodelan: Disarankan untuk lebih mengembangkan pemodelan dan simulasi komputer agar dapat menghasilkan desain yang lebih optimal dan mempertimbangkan lebih banyak faktor yang mempengaruhi performa roda gigi dalam kondisi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. K. Chen, "Linear Networks and Systems," . Belmont, CA Wadsworth, 1993.
- [2] J.E. Bourne, "Synthetic structure of industrial plastics," in Plastics," . Peters, Ed. New York McGraw-Hill, vol. 3, 1964.
- [3] et al C.S. Goldenstein, "Infrared laser-absorption sensing for combustion gases,"" *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 60, 2017.
- [4] D. B. P. and H. G. Gunhold, "Digital sundials and broadband technology," 1990.
- [5] British Standards Institution, *B.S. 764*, London: British Standards Institution, 2020.
- [6] E.E. Rebecca, "Alternating current fed power supply," U.S. Patent 7 897 777, Nov. 3, 2022.
- [7] S. Calmer, *Engineering and Art*, 3rd ed. [Online]. Available: www.enggart.com/examples/students.html, June 1, 2021 [May 21, 2023].
- [8] M. Duncan, *Engineering Concepts on Ice*, Internet: www.iceengg.edu/staff.html, Oct. 25, 2020 [Nov. 29, 2023].
- [9] Ir. Wisjnu P. Marsis, M.Eng, Didi Agung, "Analisa Perancangan Roda Gigi Lurus Menggunakan Mesin Konvensional," Jakarta Pusat, 2021.
- [10] R. Klein, *Handbook of Gear Design*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill, 2023, pp. 543-560