

**Pemodelan Metode Elemen Hingga Untuk Kasus
Perpindahan Panas pada Gearbox Traktor Gendong**

*Modeling Of Finite Element Method For Heat Transfer Case In
Gearbox Of Carrying Tractor*

SKRIPSI

Oleh:

Nama: fauzi hikmawan

NPM: 183030010



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Fauzi Hikmawan

Nomor Pokok Mahasiswa : 183030010

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 25 juni 2025

Penulis



Fauzi Hikmawan

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Fauzi Hikmawan

NPM : 183030010

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pemodelan Metode Elemen Hingga Untuk Kasus Perpindahan Panas pada Gearbox Traktor Gendong

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 25 Juni 2025

Yang menyatakan,



Fauzi Hikmawan

LEMBAR PENGESAHAN

Perencanaan proses pembuatan *dies trimming* paku tapal kuda



Nama : Fauzi Hikmawan

NPM : 183030010

Pembimbing Utama



Ir. Farid Rizayana, M.T.

Pembimbing Pendamping



M.Reza Hermawan, ST. M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Perencanaan proses pembuatan *dies trimming* paku tapal kuda



Nama : Fauzi Hikmawan

NPM : 183030010

Tanggal sidang skripsi: 22 April 2025

Ketua : Ir. Farid Rizayana, M.T.

Sekretaris : M.Reza Hermawan, ST. M.T.

Anggota : Dr. Ir. H. Dedi Lazuardi, DEA.

Anggota : Ir.Bukti Tarigan, M.T.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih karunia dan rahmat-Nya kepada kita, sehingga penulis dapat menyelesaikan usulan penelitian tugas akhir yang berjudul PEMODELAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK GEARBOX TRAKTOR GENDONG sebagai salah satu syarat kelulusan akademik dalam dalam program sarjana strata-1 (S1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung. Atas bantuan, motivasi dan bimbingan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan karunia-Nya serta kemudahan bagi penyusun untuk menyelesaikan usulan penelitian ini.
2. Kedua orang tua dan adik saya yang banyak memberi doa, dukungan, dorongan moril dan semangat untuk saya agar dapat menyelesaikan kuliah dengan baik.
3. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, MT. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung.
4. Bapak Ir. Farid Rizayana, M.T. selaku Pembimbing Utama yang selalu mengingatkan Pembuatan Penelitian Tugas Akhir ini.
5. Bapak. M.Reza Hermawan, ST. M.T. sebagai Pembimbing Pendamping yang selalu ramah dalam membimbing dan memberi motivasi.
6. Teman-teman seperjuangan Mesin Angkatan 2018 yang saling memotivasi selama pembuatan laporan ini.

Akhir kata penulis berharap semoga dengan selesainya Penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi para pembaca dan semua pihak yang telah mendukung pembuatan laporan ini. Penulis menyadari bahwa Usulan Penelitian Tugas Akhir ini yang telah disusun masih belum sempurna, karena keterbatasan dari penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat dibutuhkan agar untuk kedepannya penulis dapat membuat karya yang lebih baik lagi.

Bandung, 24 Juni 2025

Penulis,



Fauzi Hikmawan
NPM : 183030010

DAFTAR ISI

<u>SURAT PERNYATAAN</u>	I
<u>SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</u>	II
<u>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</u>	III
<u>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</u>	IV
<u>KATA PENGANTAR</u>	V
<u>DAFTAR ISI</u>	VI
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	VIII
<u>DAFTAR TABEL</u>	IX
<u>ABSTRAK</u>	X
<u>ABSTRACT</u>	XI
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	1
1. <u>Latar belakang</u>	1
2. <u>Rumusan masalah</u>	1
3. <u>Tujuan</u>	1
4. <u>Manfaat</u>	1
5. <u>Lingkup masalah</u>	2
6. <u>Sistematika penulisan</u>	2
<u>BAB II STUDI LITERATUR</u>	3
1. <u>Gearbox Pada Traktor Gendong</u>	3
2. <u>Traktor Gendong</u>	4
3. <u>Metode Elemen Hingga</u>	5
4. <u>Gearbox</u>	6

5.	<u>Perpindahan Panas (Heat Transfer)</u>	10
<u>BAB III METODOLOGI</u>		12
1.	<u>Tahapan penelitian</u>	12
2.	<u>Tempat penelitian</u>	13
3.	<u>Rancangan Spesimen Pengujian</u>	14
4.	<u>Pelaratan Yang Digunakan</u>	15
<u>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</u>		16
1.	<u>Tahapan Simulasi Perpindahan Panas</u>	16
2.	<u>Hasil Simulasi Heat Transfer Gearbox Versi 2</u>	21
3.	<u>Hasil Simulasi Heat Transfer Gearbox Versi 3</u>	22
4.	<u>Hasil Perbandingan Simulasi</u>	23
5.	<u>Hasil Simulasi Defleksi Gearbox Versi 2</u>	24
6.	<u>Hasil Simulasi Defleksi Gearbox Versi 3</u>	24
7.	<u>Hasil Perbandingan Simulasi</u>	25
<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>		27
1.	<u>Kesimpulan</u>	27
2.	<u>Saran</u>	27
<u>DAFTAR PUSTAKA</u>		28
<u>LAMPIRAN</u>		29
1.	<u>Gambar Teknik</u>	29
2.	<u>Foto- Foto Kegiatan</u>	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Gearbox</i> [1]	4
Gambar 2. Traktor gendong [4]	5
Gambar 3. Contoh Metode Elemen Hingga [7]	7
Gambar 4. Roda Gigi [8].....	8
Gambar 5. Poros [9]	8
Gambar 6. Bantalan [10].....	9
Gambar 7. <i>Casing Gearbox</i> [11]	9
Gambar 8. Pelumas Oli [12]	10
Gambar 9. Perpindahan Panas pada Plat Datar [14]	11
Gambar 10. Perpindahan Panas Secara Konveksi [15]	11
Gambar 11. Perpindahan Panas Radiasi [16].....	12
Gambar 12. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	13
Gambar 13. Tempat Penelitian.....	14
Gambar 14. Desain Gearbox Versi 2	15
Gambar 15. Desain Gearbox Versi 3	15
Gambar 16. Tampilan Pemilihan Material Pada Simulasi Solidworks	18
Gambar 17. Tampilan Model Beban pada Simulasi Solidworks	20
Gambar 18. Model Syarat Batas Versi 2.....	20
Gambar 19. Model Syarat Batas Versi 3.....	21
Gambar 20. Tampilan Run Simulasi.....	21
Gambar 21. Hasil Simulasi Versi 2.....	22
Gambar 22. Hasil Simulasi Versi 3.....	23
Gambar 23. Hasil Simulasi Defleksi Versi 2	25
Gambar 24. Hasil Simulasi Defleksi Versi 3	25
Gambar 25. Hasil Simulasi Defleksi.....	26
Gambar 26. Hasil Simulasi Model Statis	28

DAFTAR TABEL

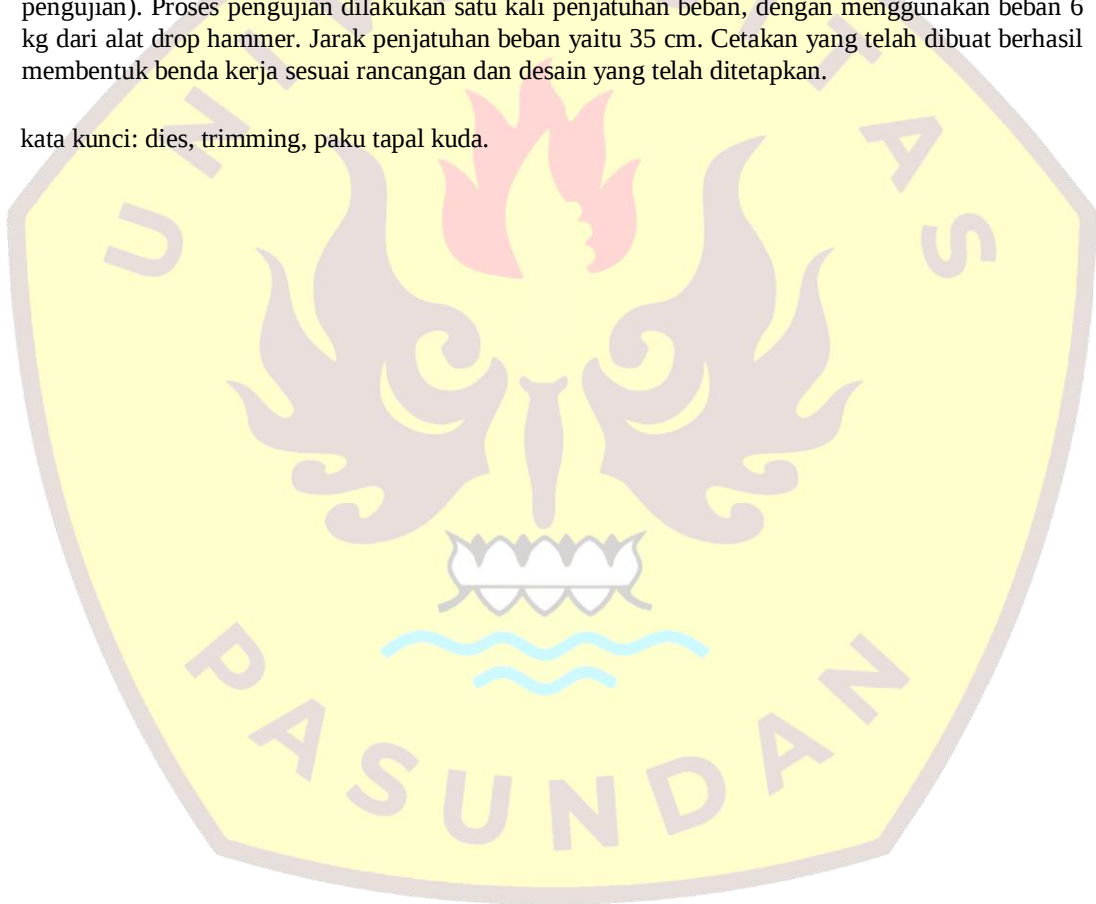
Tabel 1 Perbandingan Hasil Simulasi	24
Tabel 2. Perbandingan Hasil Simulasi	26



ABSTRAK

Paku tapal kuda adalah sebuah logam yang berujung runcing dan biasanya terbuat dari material baja. Paku tapal kuda berfungsi untuk melekatkan tapal kuda pada kuku kuda agar tetap menempel dan tidak terlepas. Permasalahan saat ini paku tapal kuda lokal kalah bersaing dikarenakan proses manufaktur yang dilakukan menggunakan proses konvensional, sehingga hasilnya belum memenuhi standar paku tapal kuda import. Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan utamanya adalah rendahnya kualitas paku tapal kuda lokal dibandingkan produk import. Hal ini mendorong dilakukannya penelitian yang berjudul Perencanaan Proses Pembuatan Dies Trimming Paku Tapal Kuda. Penelitian ini bertujuan agar produk paku tapal kuda yang dihasilkan dapat memenuhi standar, khususnya dalam aspek kualitas. Tahapan yang dilakukan meliputi perencanaan proses trimming bentuk paku tapal kuda dengan menggunakan aplikasi solidworks. Dies dirancang dengan material baja karbon menengah S45C. Prosesnya melibatkan perhitungan gaya yang dibutuhkan untuk mendeformasi material paku dalam proses trimming serta pembuatan prototype dies paku tapal kuda. Gaya yang dibutuhkan dalam proses trimming tercatat sebesar 318 N. Persentase keberhasilan hasil pengujian tahap 6 trimming paku tapal kuda sebesar 84,9 % (84 pengujian berhasil dari 98 kali pengujian). Proses pengujian dilakukan satu kali penjatuhan beban, dengan menggunakan beban 6 kg dari alat drop hammer. Jarak penjatuhan beban yaitu 35 cm. Cetakan yang telah dibuat berhasil membentuk benda kerja sesuai rancangan dan desain yang telah ditetapkan.

kata kunci: dies, trimming, paku tapal kuda.



ABSTRACT

Horseshoe nails are a metal with a pointed tip and are usually made of steel material. Horseshoe nails function to attach horseshoes or poodles to horsehoofs so that they remain attached and not detached. The current problem is that local horseshoe nails are less competitive because the manufacturing process is carried out using conventional processes, so the results do not meet the standards of imported horseshoe nails. Based on this background, the main problem is the low quality of local horseshoe nails compared to imported products. This prompted the conduct of a research entitled Planning the Process for Making Horseshoe Nails Trimming. This research aims to ensure that the horseshoe nail products produced can meet standards, especially in terms of quality. The stages carried out include planning the process of trimming the shape of a horseshoe nail using the solidworks application. Dies are designed with S45C medium carbon steel material. The process involves calculating the force needed to deform the nail material in the trimming process as well as making a prototype of the horseshoe nail dies. The force required in the trimming process was recorded at 318 N. The success rate of the test results of stage 6 of horseshoe nail trimming was 84.9 % (84 successful out of 98 tests). The test process was carried out once the load was dropped, using a 6 kg load from the drop hammer. The weight dropping distance is 35 cm. The molds that have been made have succeeded in forming the workpiece according to the design and design that has been set.

keywords: dies, trimming, horseshoe nails.



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Gearbox adalah salah satu komponen penting dalam sistem transmisi daya pada traktor gendong. Fungsinya mengatur torsi dan kecepatan dari mesin menuju roda atau alat kerja. Dalam pengoperasiannya, gearbox menerima beban mekanis yang berubah-ubah serta bekerja dalam kondisi lingkungan ekstrem seperti debu, lumpur, dan kelembaban tinggi. Hal ini menuntut desain gearbox yang kuat dan andal.

Metode Finite Element Method (FEM) merupakan pendekatan numerik yang digunakan untuk menganalisis tegangan, regangan, serta distribusi gaya pada suatu struktur. Melalui simulasi FEM, insinyur dapat memprediksi bagaimana suatu komponen bekerja dalam berbagai kondisi tanpa harus melakukan pengujian fisik. Hal ini sangat berguna untuk menilai kekuatan desain dan mengidentifikasi titik rawan kegagalan.

Berdasarkan hasil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Santanu, pengujian yang dilakukan hanya fokus pada performa gearbox secara langsung di lapangan. Penelitian tersebut mampu memberikan representasi awal mengenai kinerja gearbox, namun belum mampu menjelaskan secara detail mengenai distribusi tegangan, titik konsentrasi beban, serta potensi keausan yang terjadi pada komponen.

Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilanjutkan dengan metode simulasi. Simulasi FEM dapat memberikan analisis yang lebih mendalam terhadap kinerja gearbox melalui pemodelan desain pada berbagai kondisi pembebanan. Dengan adanya simulasi data hasil pengujian sebelumnya dapat divalidasi, sehingga diperoleh representasi yang lebih komprehensif terhadap performa gearbox hal ini diharapkan mampu mendukung proses optimasi desain dan meningkatkan keandalan gearbox traktor gendong.

Dengan menerapkan pemodelan elemen hingga pada gearbox traktor gendong, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai perilaku struktur gearbox terhadap beban kerja, serta mendukung peningkatan desain yang lebih optimal dan tahan lama.

2. Rumusan masalah

- a. Dimana letak konsentrasi tegangan tertinggi pada struktur gearbox?
- b. Apakah panas dalam gearbox dapat disalurkan dengan baik?
- c. Berapakah nilai defleksi yang terjadi pada gearbox?

3. Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui aliran Heat Transfer dan temperatur maksimal pada gearbox dengan menggunakan simulasi software solidworks
2. Mengevaluasi aliran heat transfer pada V2 dan Versi 3
3. Mengevaluasi defleksi akibat panas

4. Manfaat

1. Ikut berkontribusi dan membantu kebutuhan dunia pertanian dalam bentuk teknologi
2. Mengetahui temperatur maksimal dari gearbox sebelum digunakan pada saat pengujian lapangan.
3. Mendukung efisiensi biaya dan waktu dalam proses pengembangan produk.
4. Memberikan dasar acuan untuk meningkatkan kualitas dan keandalan *gearbox* yang digunakan pada bidang pertanian.
5. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang pertanian, khususnya dalam analisis performa komponen transmisi.
6. Membantu industri dalam menentukan standar operasional yang lebih aman dan efisien berdasarkan hasil uji performa.

5. Lingkup masalah

Batasan masalah yang dilakukan penelitian ini adalah:

1. Simulasi Heat Transfer menggunakan software solidworks.

6. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan skripsi terdiri atas 4 (empat) bab dan daftar Pustaka yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisikan teori-teori dasar yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, tempat penelitian, peralatan dan material yang digunakan, setup pengujian, dan *balance* material.

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan jadwal kegiatan dan anggaran yang digunakan selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Terdapat buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam pembuatan laporan usulan penelitian.

LAMPIRAN

Berisi lampiran dari penelitian berupa gambar



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- a) Hasil simulasi Heat Transfer yang diketahui dimana gearbox versi 2 laju perpindahan panasnya lebih dominan pada area tutup gearbox dibandingkan dengan gearbox versi 3 yang lebih menyebar ke area belakang permukaan gearbox.
- b) Hal ini dapat diakibatkan oleh terdapat perbedaan antara desain gearbox versi 2 dan 3. Dimana pada gearbox versi 3 terdapat ruang untuk penyimpanan oli tambahan sehingga dari sana terjadi perpindahan panas melewati oli ke bagian permukaan casing gearbox belakang.
- c) Hasil simulasi defleksi gearbox dengan menggunakan model beban yang sama yaitu temperatur sebesar 65. Pada gearbox V2 mencapai angka sebesar 0.029mm sedangkan pada V3 mencapai angka sebesar 0.015mm. Simulasi pada worm gear pun diketahui sebesar 0.058mm.

2. Saran

- a) Evaluasi defleksi akibat panas apakah sebaiknya dibiarkan atau harus dikunci

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rizayana dan Arief Rahmat Ramdhani, “PENERAPAN TEKNOLOGI TRAKTOR PORTABEL MULTIFUNGSI BAGI KELOMPOK TANI BALISUK DAN PADA IKHLAS II DESA DAYEULUHUR KECAMATAN GANEAS, KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT,” hal. 380–390.
- [2] A. Supono, A. Umar Ryadin, dan F. Bassar Minta, “Modification Design of Hand Tractor ‘Tembesi’ (Case Study at Tembesi Farm),” *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 1, hal. 1–13, 2019.
- [3] M. Djoyowasito, G., Sandra, S.M., Hendrawan, H., Hilmi, “Uji Performansi Rancang Bangun Mesin Penanam Benih Performance Test Of Corn Seed Planter Machine Design (Zea Mays L .) Drill System,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 5, no. 1, hal. 49–55, 2017.
- [4] F. Rizayana dan H. Somantri, “Pengembangan Implemen Traktor Portabel Multifungsi di IKM Alsintan Sukabumi,” hal. 374–379, 2018.
- [5] F. Rizayana dan H. Somantri, “Pengembangan Foldable Hand Tractor Untuk Pengolahan Lahan Miring,” *J. Ind. Serv.*, vol. 1, no. 1, hal. 3–5, 2015.
- [6] Nani Heryani dan Popi Rejekiningrum, “Pengembangan Pertanian Lahan Kering Iklim Kering Melalui Implementasi Panca Kelola Lahan,” *J. Sumberd. Lahan*, vol. 13, no. 2, hal. 63–71, 2019.
- [7] C. I. Syahri, M. Tineke, H. Wawan, dan Desrial, “Modification of two wheel tractor handlebar for ease of climbing fields slope,” *INMATEH - Agric. Eng.*, vol. 58, no. 2, hal. 293–302, 2019, doi: 10.35633/INMATEH-58-32.
- [8] S. Mulyadi, “Analisa Tegangan-Regangan Produk Tongkat Lansia Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *J. ROTOR*, vol. 4, hal. 1, 2011.
- [9] Y. A. S. N. Sulandari dan Y. A. Pranata, “Metode Elemen Hingga Sambungan Balok-Kolom,” *J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, hal. 76–141, 2012.
- [10] R. de Paula Monteiro, A. Lucatto Marra, R. Vidoni, C. Garcia, dan F. Concli, “A Hybrid Finite Element Method–Analytical Model for Classifying the Effects of Cracks on Gear Train Systems Using Artificial Neural Networks,” *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 15, 2022, doi: 10.3390/app12157814.
- [11] E. Sutikno, “PADA DESAIN CARBODY TeC RAILBUS DENGAN,” vol. 2, no. 1, hal. 65–81, 2011.
- [12] M. Rohman, M. Febri, R. F. Meditama, dan Bella Cornelia Tjiptady, “Studi Pengaruh Variasi Bentuk Mata Pisau Pada Mesin Pemotong Rumput Dengan Simulasi Solidworks,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 11, no. 2, hal. 264–275, 2023, doi: 10.23887/jptm.v11i2.61421.
- [13] K. Ikhsan *et al.*, “Rancang Bangun Alat Simulator Gearbox Untuk Abstrak,” *Mesin Sains Terap.*, vol. 2, no. 2, hal. 8, 2018.
- [14] R. Wahab, S. Tangkuman, dan T. Arungpadang, “Analisis Kelelahan Axle Shaft Truk

Isuzu Elf 125 Ps,” *Tek. Mesin*, vol. 6, hal. 1–5, 2017.

- [15] A. Ali dan R. Zarhan, “Kaji Teoritik Distribusi Tekanan pada Journal Bearing,” *J. Rekayasa Energi dan Mek.*, vol. 3, no. 2, hal. 95, 2024, doi: 10.26760/jrem.v3i2.95.
- [16] R. A. Siregar, M. Y. R. Siahaan, dan M. Rizal, “Effect of Diameter Bearing Mounts To Stress Concentration Factor on Truck Gearbox Casing,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, hal. 1121–1128, 2024, doi: 10.21776/jrm.v15i2.1702.
- [17] R. Siskayanti dan M. E. Kosim, “Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Minyak Lumas Dasar (Base oil) terhadap Mutu Pelumas Mesin,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Jur. Tek. Kim. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, no. November, hal. 1–8, 2017.
- [18] J. J. Jamilah, F. R. Oktavia, dan S. W. Nafita, “Pengaruh Material yang Berbeda Terhadap Laju Perpindahan Panas,” *J. Penelit. Fis. dan Ter.*, vol. 3, no. 1, hal. 1, 2021, doi: 10.31851/jupiter.v3i1.5979.
- [19] S. Ningsi, “Metode Elemen Hingga Untuk Perpindahan Panas Konduksi Steady State pada Domain 2D dengan Menggunakan Elemen Segitiga,” *Saintifik*, vol. 7, no. 2, hal. 146–156, 2021, doi: 10.31605/saintifik.v7i2.336.
- [20] K. Syska dan Ropiudin, “Perpindahan Panas pada Pengering Tipe Drum Berputar pada Kondisi Tanpa Beban Heat Transfer of Rotating Drum Dryer in No-Load Conditions,” *Agroteknika*, vol. 3, no. 1, hal. 1–15, 2020.
- [21] M. J. Cassidy dan G. T. Houlsby, “ $Q * (W) Le T ro = 80 o C ; T o o = 28 o C$ Checkpoint temperatur Tp1 Tp2 Tp3 Tp4 Tp5,” hal. 1–13, 2016.
- [22] W. Wahyono dan I. Rochani, “Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi,” *Eksergi*, vol. 15, no. 2, hal. 50, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i2.1506.
- [23] A. Purnawan, S. Jokosisworo, dan H. Yudo, “Analisa Kekuatan Tarik Dan Komposisi Bahan Paduan Aluminium Limbah Piston Dengan Metode Metal Casting Untuk Bahan Jendela Kapal,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 4, hal. 803–810, 2016.
- [24] K. Anam, A. Purnowidodo, T. F. Utama, D. B. Darmadi, A. Wahjudi, dan A. S. Widodo, “Pengaruh Mode Getar Dan Aspek Rasio Terhadap Distribusi Tegangan Pada Fiber Metal Laminates,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 2, hal. 319–329, 2022, doi: 10.21776/jrm.v13i2.817.
- [25] J. T. Mesin, F. T. Industri, dan U. I. Indonesia, “DAN MEKANIK SAMBUNGAN LAS TUNGSTEN INERT GAS (TIG) BAJA SS400,” 2024.