

Pengujian Gearbox Versi Dua Traktor Gendong

Gearbox Testing of Carry Tractor Second Version

SKRIPSI

Oleh:
Nama: Santanu
NPM: 203030089



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Santanu

Nomor Pokok Mahasiswa : 203030089

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, 24 Oktober 2024

Penulis,



Santanu

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Santanu
NPM : 203030089
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:

“Pengujian Gearbox Versi Dua 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, 24 Oktober 2024

Yang menyatakan,



Santanu

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Pengujian Gearbox Versi Dua Traktor Gendong



Nama : Santanu
NPM : 203030089

Pembimbing Utama

Ir. Farid Rizayana, M.T.

Pembimbing Pendamping

Mohammad Reza Hernawan, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Pengujian Gearbox Versi Dua Traktor Gendong



Nama : Santanu
NPM : 203030089

Tanggal sidang skripsi:

24 Oktober 2024

Ketua : Ir. Farid Rizayana, M.T.

Sekretaris : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.

Anggota : Dr. Ir. Widiyanti Kwintarini, M.T.

Anggota : Ir. Bukti Tarigan, M.T.

KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji serta syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan nikmat-Nya. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengujian *Gearbox* Versi Dua Traktor Gendong. Skripsi ini merupakan syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Laporan skripsi ini dibuat berdasarkan hasil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan. Penulis menyadari penulisan laporan skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dalam penulisan laporan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penghargaan dan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua, Alm. Bapak Tasja dan Ibu Wanti serta kedua saudara, Jani Ramjani dan Jihan Nur Padilah atas doa dan dukungan yang telah diberikan serta memberikan inspirasi kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan,
3. Bapak Ir. Farid Rizayana, M.T., selaku pembimbing I yang selalu memberikan ilmu, arahan, kesempatan, semangat dan motivasi, serta fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini,
4. Bapak Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T., selaku pembimbing II yang selalu memberikan ilmu, arahan, kesempatan, semangat dan motivasi, serta fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini,
5. Semua dosen dan *staff* Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah membantu penulis selama melakukan pendidikan,
6. Rekan-rekan Teknik Mesin 20 dan semua pihak yang terlibat dalam membantu penulis menyelesaikan laporan usulan penelitian ini.

Pada laporan skripsi ini sangat dimungkinkan masih banyak kekurangan yang harus

diperbaiki. Segala bentuk kritik dan saran akan dengan senang hati diterima dan diharapkan dapat membantu dalam penulisan laporan selanjutnya agar lebih baik lagi. Semoga laporan skripsi ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca.

Bandung, 24 Oktober 2024

Penulis,

Santanu



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	1
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	2
5. Batasan masalah.....	2
6. Sistematika penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR	4
1. Kajian pustaka	4
2. Gearbox traktor gendong	5
3. Sistem akuisisi data.....	6
4. Arduino Mega	7
5. Adafruit termokopel MAX31856	8
6. Parallax data akuisisi.....	9

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
1. Tahapan penelitian.....	10
2. Alat dan bahan penelitian.....	12
3. Perancangan alat pengukur temperatur	14
4. Kalibrasi alat pengukur temperatur	20
5. Persiapan penelitian	21
6. <i>Set-up</i> pengujian	24
7. Rancangan penelitian	27
8. Tempat penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
1. Pengujian gearbox.....	30
A. Pengujian gearbox menggunakan pendingin oli dan tanpa beban.....	30
B. Pengujian <i>gearbox</i> menggunakan pendingin oli dengan beban	32
C. Pengujian <i>gearbox</i> menggunakan pendingin <i>grease</i> dan tanpa beban	33
D. Pengujian <i>gearbox</i> menggunakan pendingin <i>grease</i> dan dengan beban ...	35
2. Perbandingan hasil pengujian	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
1. Kesimpulan.....	39
2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	41
1. Data pengukuran	41
A. Data pengukuran pengujian ke-1 (oli-tanpa beban)	41
B. Data pengukuran pengujian ke-2 (oli-dengan beban)	52
C. Data pengukuran pengujian ke-3 (<i>grease</i> -tanpa beban).....	65
D. Data pengukuran pengujian ke-4 (<i>grease</i> -dengan beban).....	75

DAFTAR GAMBAR

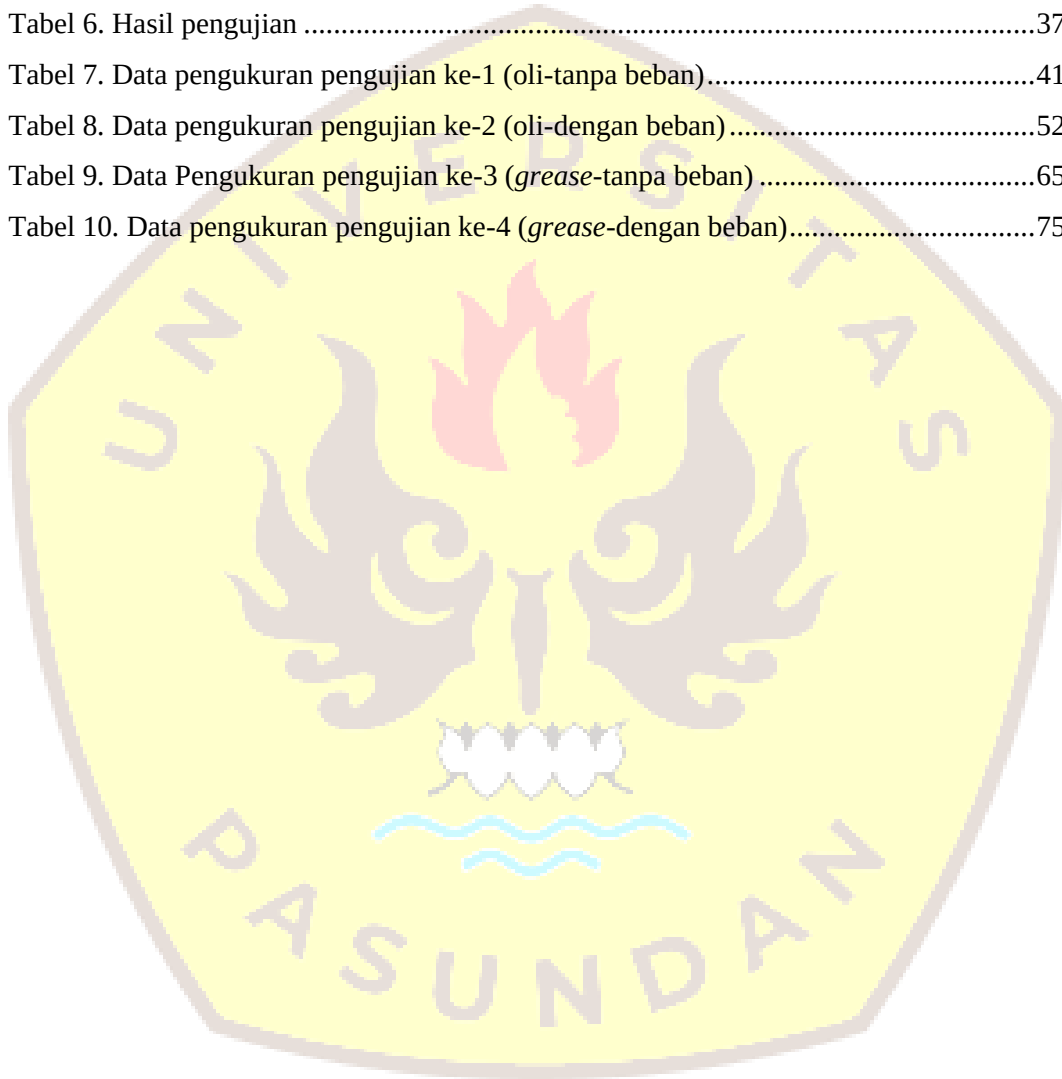
Gambar 1. <i>Gearbox</i> traktor gendong	6
Gambar 2. <i>Arduino Mega</i> 2560	7
Gambar 3. <i>Adafruit MAX31856</i>	8
Gambar 4. Termokopel <i>wire teflon</i>	9
Gambar 5. <i>Software</i> parallax data akuisisi (PLX-DAQ).....	9
Gambar 6. Diagram alir penelitian	10
Gambar 7. <i>Arduino Mega</i>	14
Gambar 8. Modul <i>Adafruit MAX31856</i>	15
Gambar 9. Termokopel tipe K.....	16
Gambar 10. Desain skematik <i>printed circuit board</i>	16
Gambar 11. <i>Routing</i> jalur <i>printed circuit board</i>	17
Gambar 12. Tampilan <i>printed circuit board</i>	17
Gambar 13. Hasil jadi <i>printed circuit board</i>	18
Gambar 14. <i>Wiring</i> diagram.....	18
Gambar 15. Pemrograman <i>Arduino IDE</i>	20
Gambar 16. Proses kalibrasi.....	21
Gambar 17. Pembongkaran <i>gearbox</i>	21
Gambar 18. pemasangan <i>paking</i> dan <i>seal</i>	22
Gambar 19. Pemasangan termokopel pada <i>gearbox</i>	22
Gambar 20. Pemasangan komponen-komponen <i>gearbox</i>	23
Gambar 21. <i>Gearbox</i> selesai dipasang termokopel	23
Gambar 22. Proses pengisian pelumas pada <i>gearbox</i>	24
Gambar 23. <i>Set-up</i> pengujian	25
Gambar 24. Diagram alir pengujian	26
Gambar 25. Variabel dengan beban	27
Gambar 26. Variabel tanpa beban	28
Gambar 27. Tempat penelitian	29
Gambar 28. Pengujian ke-1 (oli-tanpa beban).....	30
Gambar 29. Grafik hasil pengujian <i>gearbox</i> (oli-tanpa beban).....	31
Gambar 30. Pengujian ke-2 (oli - dengan beban)	32
Gambar 31. Hasil pengujian <i>gearbox</i> (oli–dengan beban)	32
Gambar 32. Pengujian ke-3 (<i>grease</i> -tanpa beban).....	34
Gambar 33. Hasil pengujian <i>gearbox</i> (<i>grease</i> -tanpa beban).....	34

Gambar 34. Pengujian ke-4 (<i>grease</i> - dengan beban).....	35
Gambar 35. Hasil pengujian <i>gearbox</i> (<i>grease</i> -dengan beban).....	36
Gambar 36. Perbandingan hasil pengujian	37



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi <i>Arduino Mega</i> 2560	7
Tabel 2. Spesifikasi <i>Adafruit MAX31856</i>	8
Tabel 3. Alat dan bahan yang digunakan	12
Tabel 4. Identifikasi jalur kabel	19
Tabel 5. Rancangan pengujian	28
Tabel 6. Hasil pengujian	37
Tabel 7. Data pengukuran pengujian ke-1 (oli-tanpa beban)	41
Tabel 8. Data pengukuran pengujian ke-2 (oli-dengan beban)	52
Tabel 9. Data Pengukuran pengujian ke-3 (<i>grease</i> -tanpa beban)	65
Tabel 10. Data pengukuran pengujian ke-4 (<i>grease</i> -dengan beban)	75



ABSTRAK

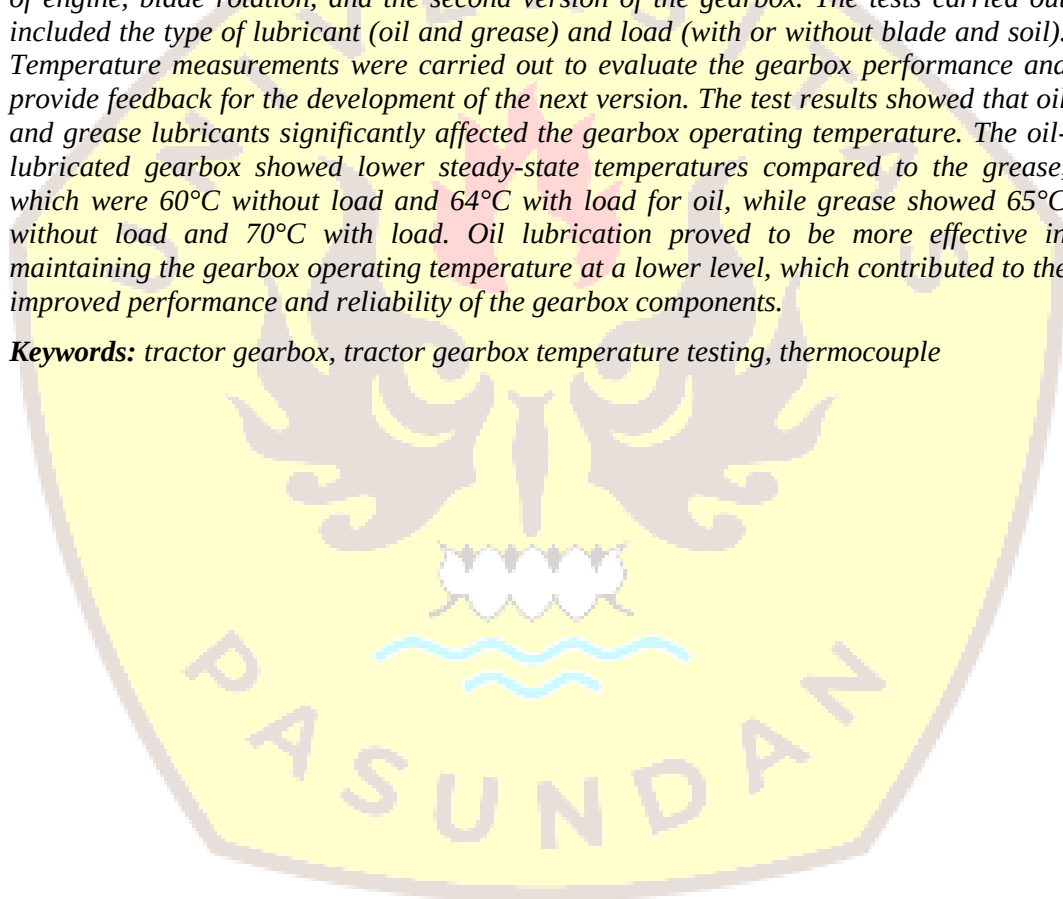
Traktor gendong merupakan alat yang digunakan untuk penggemburan tanah pada lahan miring dan perbukitan yang sulit diakses traktor besar. Salah satu komponen penting pada traktor gendong adalah *gearbox*, yang berfungsi sebagai sistem pemindah daya. *Gearbox* versi kedua telah dikembangkan dengan volume pelumas lebih besar untuk meningkatkan ketahanan terhadap panas. Namun, pengujian sebelumnya belum optimal karena keterbatasan alat pengukur temperatur. Penelitian ini menggunakan *termokopel* dan *Arduino IDE* untuk memantau temperatur *gearbox* secara lebih akurat, guna mengevaluasi performa *gearbox* dan meningkatkan pengembangannya. Penelitian ini bertujuan untuk memantau temperatur *gearbox* versi dua traktor gendong selama pengujian serta mengevaluasi hasilnya sebagai umpan balik dalam pengembangan *gearbox* versi berikutnya. Penelitian ini menggunakan eksperimen untuk menguji temperatur *gearbox* versi kedua pada traktor gendong. Eksperimen dilakukan dalam kondisi terkendali dengan parameter tetap berupa *engine*, putaran *blade*, dan *gearbox* versi kedua. Pengujian yang dilakukan meliputi jenis pelumas (oli dan *grease*) serta beban (dengan atau tanpa *blade* dan tanah). Pengukuran temperatur dilakukan untuk mengevaluasi performa *gearbox* dan memberikan umpan balik untuk pengembangan versi berikutnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pelumas oli dan *grease* mempengaruhi temperatur operasi *gearbox* secara signifikan. *Gearbox* dengan pelumas oli menunjukkan temperatur *steady* yang lebih rendah dibandingkan dengan *grease*, yaitu 60°C tanpa beban dan 64°C dengan beban untuk oli, sementara *grease* menunjukkan 65°C tanpa beban dan 70°C dengan beban. Pelumas oli terbukti lebih efektif dalam menjaga suhu operasional *gearbox* pada level yang lebih rendah, yang berkontribusi pada peningkatan kinerja dan keandalan komponen *gearbox*.

Kata Kunci: *gearbox* traktor gendong, pengujian temperatur *gearbox* traktor gendong, termokopel

(ABSTRACT)

A backhoe tractor is a tool used for loosening soil on sloping and hilly land that is difficult to access by large tractors. One of the important components of a backhoe tractor is the gearbox, which functions as a power transfer system. The second version of the gearbox has been developed with a larger lubricant volume to increase heat resistance. However, previous testing has not been optimal due to limited temperature measuring instruments. This study uses thermocouples and Arduino IDE to monitor the gearbox temperature more accurately, in order to evaluate the gearbox performance and improve its development. This study aims to monitor the gearbox temperature of the second version of the backhoe tractor during testing and evaluate the results as feedback in the development of the next version of the gearbox. This study uses an experiment to test the temperature of the second version of the gearbox on the backhoe tractor. The experiment was carried out under controlled conditions with fixed parameters in the form of engine, blade rotation, and the second version of the gearbox. The tests carried out included the type of lubricant (oil and grease) and load (with or without blade and soil). Temperature measurements were carried out to evaluate the gearbox performance and provide feedback for the development of the next version. The test results showed that oil and grease lubricants significantly affected the gearbox operating temperature. The oil-lubricated gearbox showed lower steady-state temperatures compared to the grease, which were 60°C without load and 64°C with load for oil, while grease showed 65°C without load and 70°C with load. Oil lubrication proved to be more effective in maintaining the gearbox operating temperature at a lower level, which contributed to the improved performance and reliability of the gearbox components.

Keywords: tractor gearbox, tractor gearbox temperature testing, thermocouple



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Traktor Gendong merupakan alat bantu petani yang berfungsi untuk proses penggemburan tanah dengan sistem penggerak berupa *engine gasoline* dan *gearbox* untuk mereduksi kecepatan yang dihasilkan oleh *engine gasoline*. Traktor ini cocok digunakan pada area pertanian dengan kondisi tanah yang miring dan perkebunan berada di wilayah-wilayah perbukitan yang sulit untuk diakses dengan traktor yang besar. Pada traktor *portable* tersebut terdapat beberapa komponen yang sangat penting terhadap kinerja alat, salah satunya yaitu *gearbox*. *Gearbox* merupakan suatu komponen mesin yang berisi *gear* transmisi atau sistem pemindah daya yang berfungsi untuk memindahkan daya mesin yang digunakan untuk memutar *spindle* mesin maupun melakukan gerakan *feeding* [1]. Dalam pengembangan *tractorpack*, *gearbox* telah dikembangkan hingga versi kedua berdasarkan umpan balik/*feedback* dari pengujian ketahanan panas dan fungsi.

Pada penelitian sebelumnya, *gearbox* versi dua telah di buat dengan volume pelumas yang lebih besar dengan harapan mampu meredam panas sehingga *gearbox* dapat digunakan dengan ketahanan yang lebih lama. Alat uji *gearbox* juga telah dibuat untuk mengetahui ketahanan *gearbox* terhadap panas akibat dari gesekan roda gigi. Namun demikian, hasil pengujian *gearbox* belum dapat dievaluasi karena pengukuran temperatur menggunakan *termograf* sehingga peningkatan panas tidak dapat dipantau sepenuhnya serta ketelitian alat yang rendah.

Pada penelitian kali ini, pengujian panas terhadap *gearbox* versi dua traktor gendong dilakukan dengan menggunakan alat uji *gearbox* yang sama pada penelitian sebelumnya dengan bantuan termokopel dan *Arduino IDE* untuk memantau temperatur selama pengujian. Peralatan pemantauan temperatur dibuat mandiri dengan menyesuaikan konstruksi *gearbox* versi dua *tractorpack* sehingga diharapkan data hasil pengujian lebih lengkap dan dapat dilakukan evaluasi untuk pengembangan berikutnya. Data logger pengukuran temperatur menggunakan *Arduino Mega* dengan termokopel tipe K sebagai sensor.

2. Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh penggunaan jenis pelumas (oli dan *grease*) serta kondisi beban terhadap temperatur *steady* pada *gearbox* traktor gendong.

3. Tujuan

Menguji pengaruh penggunaan jenis pelumas (oli dan *grease*) serta kondisi beban terhadap temperatur *steady* pada *gearbox* traktor gendong.

4. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh jenis pelumas (oli dan *grease*) serta kondisi beban pada *gearbox* versi dua sehingga dijadikan dasar dalam pengembangan *gearbox* versi selanjutnya, dengan tujuan meningkatkan performa, efisiensi, dan daya tahan *gearbox* dalam berbagai kondisi operasional.

5. Batasan masalah

Pembatasan dalam penelitian ini dibatasi pada :

- A. Alat pengukur temperatur dibuat dengan menggunakan modul sensor termokopel tipe K MAX31856.
- B. Mikrokontroler *Arduino Mega* untuk mengambil data temperatur dari modul MAX31856, termasuk waktu respons dan kemampuan untuk memproses data secara efisien.
- C. *Gearbox* yang digunakan adalah *gearbox* versi dua *tractorpack* dengan *engine* 2 langkah 63 cc.
- D. Penelitian dilakukan di Pusat Reset dan Inovasi Teknik Mesin Universitas Pasundan.

6. Sistematika penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab yang terdiri dari lima bab. Beberapa bab yang dibahas pada skripsi ini adalah pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, serta lampiran.

BAB I PENDAHULUAN: Pada bab ini dibahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada laporan usulan penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Pada bab ini dibahas tentang penelitian – penelitian terdahulu dan teori – teori yang berhubungan dan mendukung dalam melaksanakan penelitian pengujian menggunakan *Arduino* dan modul MAX31856 serta spesifikasi dan kenapa menggunakan modul tersebut untuk penelitian ini.

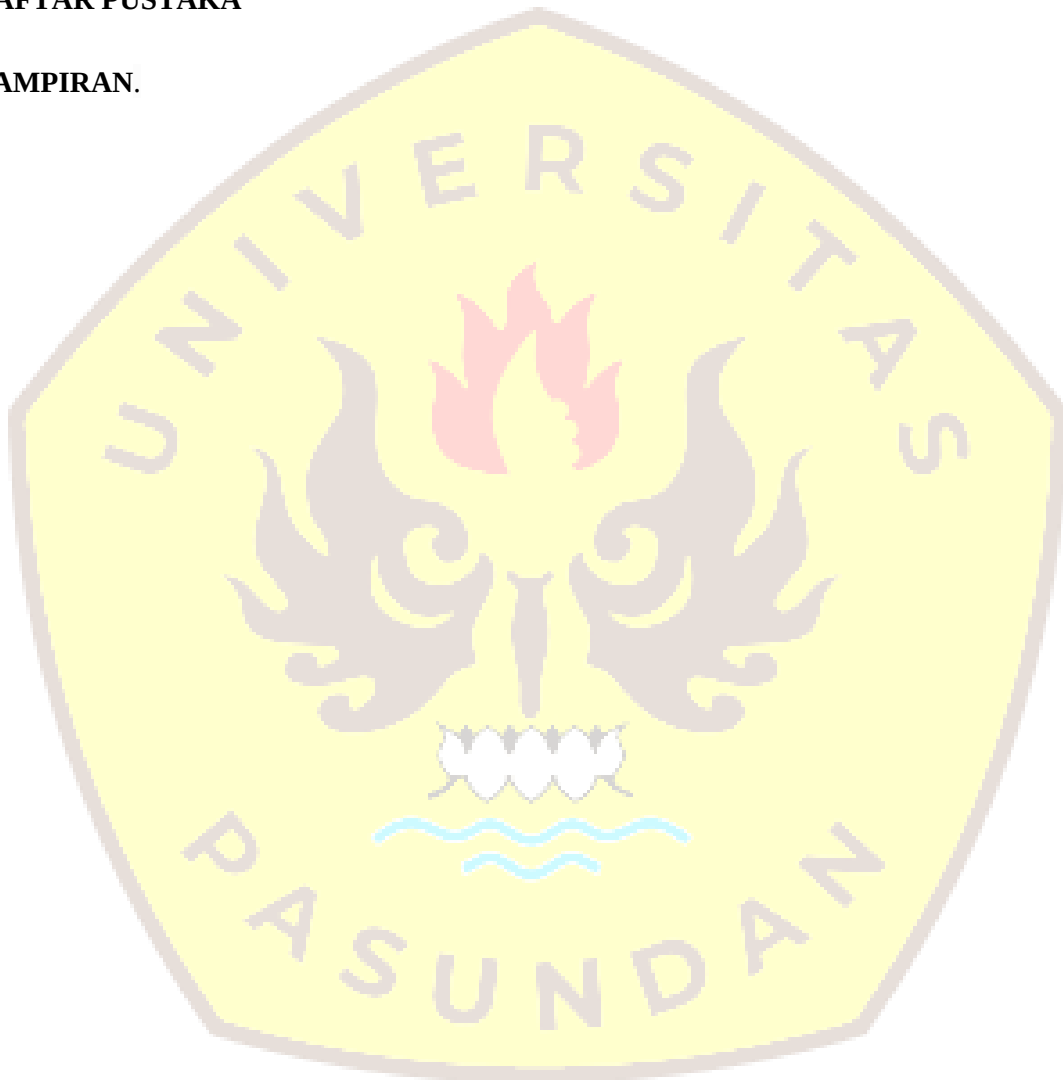
BAB III METODOLOGI: Pada bab ini dibahas tentang prosedur dan langkah - langkah yang dilakukan dalam penelitian untuk mencapai tujuan dari penelitian ini.

BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN: Pada bab ini dibahas tentang tahapan dan pengujian, serta pembahasan data hasil pengujian yang telah dilakukan. Pada bab ini juga ditambahkan tabel dan gambar hasil pengujian pada variabel eksperimen yang telah ditetapkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN: Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dan saran mengenai hal – hal penting yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini terdapat beberapa kesimpulan, yaitu:

- A. **Pengaruh Jenis Pelumas terhadap Temperatur:** *Gearbox* yang menggunakan pelumas *grease* memiliki temperatur *steady* yang lebih tinggi dibandingkan yang menggunakan oli, baik pada kondisi dengan beban maupun tanpa beban. Ini menunjukkan bahwa pelumas oli lebih efektif dalam meredam panas dibandingkan *grease* dalam pengujian ini.
- B. **Pengaruh Beban terhadap Temperatur:** Pada kondisi dengan beban, baik menggunakan pelumas oli maupun *grease*, temperatur yang dicapai lebih tinggi dibandingkan tanpa beban. Hal ini menunjukkan bahwa adanya beban pada *gearbox* meningkatkan gesekan dan temperatur yang dihasilkan.
- C. **Temperatur Steady:** Pada setiap pengujian, temperatur mencapai titik *steady* setelah 60 menit, yang menunjukkan bahwa *gearbox* mencapai keseimbangan termal. Berdasarkan hasil pengujian, nilai temperatur *steady* untuk setiap kondisi adalah sebagai berikut:
 - Pengujian 1 (Oli - Tanpa Beban): *Steady* pada sekitar 60°C.
 - Pengujian 2 (Oli - Dengan Beban): *Steady* pada sekitar 64°C.
 - Pengujian 3 (*Grease* - Tanpa Beban): *Steady* pada sekitar 65°C.
 - Pengujian 4 (*Grease* - Dengan Beban): *Steady* pada sekitar 70°C.

Secara keseluruhan, pelumas oli lebih baik dalam menahan kenaikan temperatur dibandingkan *grease*, terutama pada kondisi dengan beban.

2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya jika pengujian *gearbox* Traktor gendong dilakukan sebaiknya *engine* pada alat uji *gearbox* diganti dengan motor listrik karena memiliki putaran yang lebih stabil dan tidak bising.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rahmat, D. Lazuardi, and F. Rizayana, "Pengembangan Model Blade pada Tractorpack Buatan Prodi Teknik Mesin Universitas Pasundan," pp. 55–61.
- [2] M. Ali, I. Nurmayanti, and S. D. Lastianti, "Fungsi Mesin Traktor dan Alat Tradisional Pengolah Tanah," Jan. 2018, doi: 10.31219/osf.io/mywvc.
- [3] I. W. Tika, S. Sumiyati, N. N. Sulastri, I. A. G. B. Madrini, and M. Kinasih, "Efisiensi Kinerja Traktor Singkal dan Traktor Rotari pada Pengolahan Tanah di Subak," Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian, vol. 11, no. 1, p. 10, Apr. 2023, doi: 10.24843/jbeta.2023.v11.i01.p02.
- [4] B. Winardi, "Perancangan Monitoring Suhu Transformator Tenaga 150 / 20 Kv Berbasis Arduino Mega 2560," Transmisi, vol. 19, no. 3, p. 120, Nov. 2017, doi: 10.14710/transmisi.19.3.120-124.
- [5] R. Efendi et al., "Analisis Regresi Sederhana Hasil Pembacaan Thermocouple Amplifier Adafruit MAX31856," Sultra Journal of Mechanical Engineering, vol. 3, no. 1, pp. 18–22, Apr. 2024, doi: 10.54297/sjme.v3i1.555.
- [6] K. Kustori, "Rancangan Alat Kontrol Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega dengan Menggunakan Sensor Asap, Suhu dan HMI (Human Machine Interface) di Bandar Udara," Jurnal Penelitian, vol. 2, no. 3, pp. 155–162, Sep. 2017, doi: 10.46491/jp.v2e3.91.155-162.
- [7] Siswaya, "Perancangan dan Uji Kinerja Sistem Pengukur Suhu Berbasis Elektronik," Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen, vol. 21, no. 2, pp. 65–73, Nov. 2023, doi: 10.61805/fahma.v21i2.19.
- [8] A. Rianto and R. Kristiyono, "Perancangan Temperatur Deteksi Dini pada Ruang Pendingin Obat Vaksin dengan Temperatur Data Logger Mikrokontrol Arduino dengan Sensor Suhu Ds18b20," Teknika, vol. 8, no. 1, pp. 9–16, Apr. 2023, doi: 10.52561/teknika.v8i1.196.
- [9] R. M. Abdurrohman, "Prototipe Monitoring Suhu dan Kelembapan Secara Realtime," Journal ICTEE, vol. 4, no. 2, p. 29, Aug. 2023, doi: 10.33365/jictee.v4i2.3158.
- [10] M. N. F. Alfata and A. Nurjannah, "Field Measurement Of Ground Temperatures in Bandung: Devices and The Results of Measurement," E3S Web Conf., vol. 200, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202020002009.
- [11] N. Iskandar and R. Aritonang, "Analisis Pengaruh Modifikasi Penukar Panas Terhadap

- Efisiensi Pendinginan Oli *Gearbox* Separator pada Pabrik Semen,” *Rotasi*, vol. 23, no. 3, pp. 56–63, 2021, doi: 10.14710/rotasi.23.3.56-63.
- [12] R. Pratama, “Pengembangan Sistem Akuisisi Data Arus, Tegangan, Daya dan Temperatur pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 55–62, 2020, doi: 10.21831/jee.v3i2.29812.
- [13] R. A. Julianto, E. Efrizon, H. Hendrick, L. Devy, S. Suryadi, and Y. Antonisfia, “Pembuatan Alat Inspeksi Visual Jalur *PCB* Menggunakan Pengolahan Citra Untuk Kegiatan Praktikum Pengawatan dan Teknologi *PCB*,” *Elektron : Jurnal Ilmiah*, pp. 61–66, Dec. 2022, doi: 10.30630/eji.14.2.295.
- [14] K. Faizal and A. Fajar, “Sistem Akuisisi Data Mesin Uji Puntir Berbasis Arduino dan Microsoft Visual C#,” *Rotasi*, vol. 22, no. 3, pp. 155–161, 2020, doi: 10.14710/rotasi.22.3.155-161.
- [15] T. Sutiyono, D. Rusjayanti, and T. Hidayat, “Alat Pengukur Suhu Kelembapan Jamur Otomatis Berbasis Arduino Uno,” *Journal ICTEE*, vol. 3, no. 1, p. 1, Sep. 2022, doi: 10.33365/jictee.v3i1.1282.
- [16] M. Awaluddin, S. Syahrir, and A. Zarkasi, “Rancang Bangun Prototipe Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis IoT pada Laboratorium Kalibrasi Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Samarinda,” *Progressive Physics Journal*, vol. 3, no. 1, p. 132, Jun. 2022, doi: 10.30872/ppj.v3i1.910.
- [17] R. A. Pratama, P. Pratikto, and M. Arman, “Sistem Akuisisi Data Temperatur Showcase Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dengan Sensor Termokopel dan Logging ke Google Spreadsheets,” *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 14, no. 1, pp. 252–257, Aug. 2023, doi: 10.35313/irwns.v14i1.5395.
- [18] A. Wahyudi and S. Agoes, “Implementasi Otomatisasi Mesin Grating Menggunakan Mikrokontroler Arduino mega 2560,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 2, pp. 177–187, 2016, doi: 10.24912/tesla.v18i2.304.
- [19] M. Ramdhani, “Desain dan Cetak Printed Circuit Board pada Pelatihan Elektronika Lanjutan di Balai Pelatihan Teknik Sintelis PT Kereta Api Indonesia,” *Prosiding Cosecant : Community Service and Engagement Seminar*, vol. 2, no. 2, Mar. 2023, doi: 10.25124/cosecant.v2i2.18580.
- [20] C. Dwigista, “Perancangan dan Implementasi Printed Circuit Board (Pcb) Ramah Lingkungan Menggunakan Conductive Ink,” *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, vol. 11, no. 1, p. 31, Jan. 2022, doi: 10.30591/polektro.v11i1.2882.

- [21] J. Firmansyah, "Eksplanasi Ilmiah Air Mendidih dalam Suhu Ruang," *Jurnal Filsafat Indonesia*, vol. 1, no. 2, p. 75, May 2018, doi: 10.23887/jfi.v1i2.13993.
- [22] A. M. A. Jiwatami, "Aplikasi Termokopel untuk Pengukuran Suhu Autoklaf," *Lontar Physics Today*, vol. 1, no. 1, pp. 38–44, Feb. 2022, doi: 10.26877/lpt.v1i1.10695.
- [23] G. Nurdianto, M. Rahmat, and N. Nurrohman, "Uji Kinerja Movable Thermostatic Bath Sebagai Alat Kalibrasi Termokopel," *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, p. 13, Oct. 2019, doi: 10.32832/ame.v5i1.2353.
- [24] S. H. Hatmoko et al., "Karakterisasi Termokopel Tipe K pada Fasilitas Simulasi Sistem Fassip-02," *Poros*, vol. 16, no. 2, p. 127, Aug. 2021, doi: 10.24912/poros.v16i2.11651.
- [25] D. Darmawi, A. Firdaus, D. Apriyan, and F. F. Rachman, "Beda Temperatur antara Permukaan Panas dan Dingin Modul TEC Terhadap Temperatur Ruang Kotak Pendingin dengan Arduino mega 2560," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 1, p. 31, May 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i1.2942.
- [26] O. Chidolue and T. Iqbal, "System Monitoring and Data logging using PLX-DAQ for Solar-Powered Oil Well Pumping," *2023 IEEE 13th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, pp. 0690–0694, Mar. 2023, doi: 10.1109/ccwc57344.2023.10099099.
- [27] J. Prihatin, F. Ardiyanto, and S. Pambudi, "Kajian Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Viskositas Oli Kendaraan SAE 20w-50 5w-40 15w-40," *Teknika*, vol. 7, no. 3, pp. 123–128, Apr. 2022, doi: 10.52561/teknika.v7i3.162.
- [28] E. Sandra, "Perbandingan Gaya Gesek Fluida/Stokes Antara Pelumas Baru dan Pelumas Bekas," *Teknika: Jurnal Teknik*, vol. 8, no. 1, p. 85, Jul. 2021, doi: 10.35449/teknika.v8i1.182.
- [29] R. Septiana, D.P. Caniago, and H. Kurniawan, "Evaluasi dan Kalibrasi Data Akuisisi Temperatur Berbasis Arduino dan MAX31855," *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 621–627, Jul. 2024, doi: 10.33795/elkolind.v11i2.5250.
- [30] K. W. Kayohana, "Pengembangan Aplikasi Visual Studio dan Konektivitas dengan Adafruit Max 31856," vol. 8, no. 4, pp. 7837–7847, Aug. 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10452.