

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA KEGAGALAN SHAFT UNIVERSAL JOINT PADA SISTEM POWERTRAIN BULLDOZER KOMATSU D85ESS-2 UNTUK MENINGKATKAN KETEPATAN JADWAL PENGGANTIAN KOMPONEN**



**TOFIK BUDIANTO  
22DK60007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK  
MESIN FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI**

**CILACAP**

**2025**

## PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Tofik Budianto

NIM : 22DK60007

Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/ Teknik Mesin

Tahun : 2025

Judul Tugas Akhir : Analisa Kegagalan Shaft Universal joint Pada Sistem Powertrain Bulldozer Komatsu D85ESS-2 Untuk Meningkatkan Ketepatan Jadwal Penggantian Komponen.

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar -benar orisinil/asli dibuat oleh saya sendiri,tidak ada pihak lain yang membuat laporan ini ,tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian-bagian yang disebutkan rujukannya.Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat,maka saya bersedia menerima konsekuensi dari institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 16 Juni 2025

Yang Men

  
Tofik Budianto

NIM 22DK60007

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tofik Budianto  
NIM : 22DK60007  
Prodi : Teknik Mesin  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas tugas akhir saya yang berjudul : **"Analisa Kegagalan Shaft Universal joint Pada Sistem Powertrain Bulldozer Komatsu D85ESS-2 Untuk Meningkatkan Ketepatan Penggantian Komponen"** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak lain.

Cilacap, 16 Juni 2025

Yang Menyatakan



Tofik Budianto  
NIM.22DK60007

## PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : **Tofik Budianto**  
NIM : 22DK60007  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : Analisa Kegagalan Shaft Universal Joint pada Sistem Powertrain Bulldozer Komatsu D85ESS-2 untuk Meningkatkan Ketepatan Jadwal Penggantian Komponen

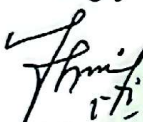
Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

**Senin, 16 Juni 2025**

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S-1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1

  
**Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd.**  
NIDN. 0612109001

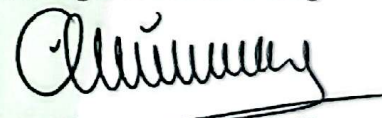
Penguji 2

  
**Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.**  
NIDN. 0607049101

Pembimbing 1/Ketua Sidang

  
**Ir. Sigit Suwanto, M.T.**  
NIDN. 0628117802

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang

  
**Christian Soolany, S.TP., M.Si**  
NIDN. 0627128801

Cilacap, 24 Juni 2025

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Industri

  
**Christian Soolany, S.TP., M.Si.**  
NIDN. 0627128801

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada ALLAH S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan karuniahNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kegagalan Shaft Universal joint Pada Sistem Powertrain Bulldozer Komatsu D85ESS-2 Untuk Meningkatkan Ketepatan Jadwal Penggantian Komponen.”** Yang saya susun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapat gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap. Penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang sudah membantu dalam laporan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Maka dari itu, penyusun mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

- 1) Allah SWT dengan berkat dan rahmat Nya berupa kesehatan dan juga kelimpahan rezekinya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan baik dan lancar.
- 2) Bapak Dr.H.A.Lutfi Hamidi,M.Ag Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.
- 3) Bapak Christian Soolany, S.TP, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri dan Pembimbing 2
- 4) Bapak Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd selaku Kaprodi Teknik Mesin
- 5) Bapak Ir.Sigit Suwanto, S.T, M.T selaku Dosen Teknik Mesin FTI UNUGHA Cilacap dan Pembimbing I
- 6) Ibu Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd selaku Penguji dan Ketua Komisi TA
- 7) Bapak Yunus Ari Rockhim, S.Pd, M.T selaku Dosen Teknik Mesin FTI UNUGHA Cilacap.
- 8) Bapak/Ibu Dosen dilingkungan FTI UNUGHA Cilacap.
- 9) Bapak dan Ibu Dosen UNUGHA Cilacap.
- 10) Bu Umami Rif'ah, S.E, selaku Staf FTI UNUGHA Cilacap.
- 11) Kedua orang tua saya yang memberikan doa untuk selalu dipermudah jalan menuju gelar Sarjana Teknik.
- 13) Istri saya tercinta Eda Kusumawardani yang selalu mendukung dan mendoakan saya untuk menuju gelar Sarjana Teknik.
- 14) Kedua Anak saya tercinta Kanaya dan Kanaka

- 15) Seluruh Tim Mekanik Alat Berat PLTU Cilacap
- 16) Teman – Teman Teknik Mesin Kelas Karyawan Angkatan 2022.
- 17) Seluruh Mahasiswa UNUGHA Cilacap.
- 18) Kepada Seluruh Pihak yang terlibat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Dengan demikian penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam pembuatan Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun khususnya untuk pengembangan ke ilmunan di bidang Teknik Mesin.

Cilacap, 16 Juni 2025  
Yang Menyatakan

Tofik Budianto  
NIM. 22DK60004

## ABSTRAK

*Bulldozer Komatsu D85ESS-2* merupakan salah satu alat berat andalan dalam sektor konstruksi dan pertambangan yang memiliki peranan penting dalam pekerjaan pemindahan material dan perataan lahan. Efektivitas alat ini sangat bergantung pada kinerja optimal dari sistem *powertrain*-nya, yang mencakup komponen-komponen utama seperti transmisi, *final drive*, dan *shaft universal joint*. Dari data *Work Order* unit *Bulldozer* periode tahun 2021-2023 pada PT.XYZ kerusakan pada sistem *powertrain* tertinggi adalah pada komponen *universal joint assy* khususnya di bagian *shaft* yang mengalami patahan. Aktual di lapangan *shaft* pada *bulldozer Komatsu D85ESS-2* dengan part number 14X- 11-11200 mengalami patah di jam kerja /*Hour meter* 6000-8000 ,sedangkan pada rekomendasi pabrikan penggantian komponen tersebut di HM (*Hour Meter*) 14000 Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan terhadap 3 sample *Universal Joint* dengan kondisi baru, setengah umur /mengalami retakan dan sudah patah. Variabel Hasil pengujian kekerasan pada berbagai titik pengujian dan usia komponen menunjukkan bahwa nilai kekerasan paling tinggi secara konsisten ditemukan pada daerah las dibandingkan dengan zona lainnya, yaitu HAZ (*Heat Affected Zone*) dan logam dasar (*base metal*). Dari hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan retakan pada *shaft universal joint* terjadi pada usia pakai diatas 5000 jam,hal ini dapat menjadi acuan kepada pengguna *Bulldozer Komatsu D85ESS-2* untuk memulai persiapan penggantian komponen *universal joint* agar tidak sampai menimbulkan kerusakan yang tidak direncanakan. Kesimpulan penelitian ini adalah Kegagalan *Universal joint* dengan part number 14x-11-11200 dari retakan di sisi bagian dalam area sambungan atau pengelasan hal ini disebabkan karena *thermal stress* area HAZ hal ini dibuktikan dengan pengujian kekerasan di area tersebut dengan menggunakan *tool hardness tester* menunjukan nilai 227 HB lebih besar dari area lain dibagian tersebut yang hanya sebesar 167 HB

Kata Kunci : *Bulldozer*,*Power trin* ,*Universal Joint*,*Pengujian Kekerasan* ,HAZ

## ABSTRACT

*The Komatsu D85ESS-2 bulldozer is one of the mainstay heavy equipment in the construction and mining sector that has an important role in material removal and land leveling work. The effectiveness of this tool depends largely on the optimal performance of its powertrain system, which includes key components such as the transmission, final drive and shaft universal joint. From the Work Order data of the Bulldozer unit for the 2021-2023 period at PT. XYZ The highest damage to the powertrain system is in the universal joint assy components, especially in the parts of the shaft that are faulty. Actual in the field the shaft on the Komatsu D85ESS-2 bulldozer with part number 14X- 11-11200 is broken in the working hours / Hour meter 6000-8000, while at the manufacturer's recommendation the replacement of the component is at HM (Hour Meter) 14000 In this study hardness testing was carried out on 3 samples of Universal Joint with new conditions, half life / cracked and broken. Variable Hardness test results at various test points and component ages showed that the highest hardness values were consistently found in the weld area compared to other zones, namely HAZ (Heat Affected Zone) and base metal. From the results of research and observations that cracks in the universal joint shaft occur with a service life of more than 5000 hours, this can be a reference for Komatsu D85ESS-2 Bulldozer users to start preparing to replace the universal joint components so as not to cause unplanned damage. . The conclusion of this study is that the failure of the Universal joint with part number 14x-11-11200 from cracks on the inside of the joint or welding area, this is due to thermal stress area HAZ, this is evidenced by the hardness test in the area using the hardness tester tool showing a value of 227 HB greater than other areas in the section which is only 167 HB.*

*Keywords : Bulldozer,Power trin ,Universal Joint,Hardness Testing ,HAZ*

## DAFTAR ISI

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR .....              | ii  |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR .....     | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                               | iv  |
| KATA PENGANTAR .....                                   | v   |
| ABSTRAK .....                                          | vii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                                | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                              | 4   |
| 1.3 Batasan Masalah .....                              | 5   |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                            | 5   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                           | 5   |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                           | 6   |
| 2.1 Bulldozer .....                                    | 6   |
| 2.2 Sistem Power Train .....                           | 7   |
| 2.3 Prinsip Kerja Power Train .....                    | 8   |
| 2.4 Komponen Power Train .....                         | 9   |
| 2.4.1 Mesin .....                                      | 9   |
| 2.4.2 Transmisi .....                                  | 10  |
| 2.4.3 Kopling .....                                    | 10  |
| 2.4.4 Differential .....                               | 11  |
| 2.4.5 Drive Shaft .....                                | 11  |
| 2.4.6 Final Drive .....                                | 12  |
| 2.5 Karakteristik Baja Karbon C1026 .....              | 12  |
| 2.5.1 Pengaruh Pengelasan Pada Material C1026 .....    | 13  |
| 2.6 Pengujian Kekerasan .....                          | 15  |
| 2.7 Heat Affected Zone (HAZ) .....                     | 16  |
| 2.7.1 Contoh Kegagalan pada area HAZ .....             | 16  |
| 2.7.2 Hubungan daerah HAZ pada shaft dan Putaran ..... | 17  |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....                      | 18  |

|                                 |                                                                            |    |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1                             | Metode Penelitian .....                                                    | 18 |
| 3.2                             | Waktu dan Tempat Penelitian .....                                          | 19 |
| 3.3                             | Alat dan Bahan .....                                                       | 19 |
| 3.4                             | Urutan Penelitian .....                                                    | 19 |
| 3.4.1                           | Pengumpulan Data Kerusakan.....                                            | 19 |
| 3.4.2                           | Pengujian material shaft universal Joint.....                              | 19 |
| 3.4.3                           | Pengujian Kekerasan.....                                                   | 20 |
| 3.5                             | Diagram Alur Penelitian.....                                               | 22 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... |                                                                            | 23 |
| 4.1                             | Hasil Pengujian Kekerasan Shaft Universal Joint.....                       | 23 |
| 4.2                             | Pembahasan.....                                                            | 26 |
| 4.2.1                           | Pengujian Kekerasan pada Shaft Universal joint baru.....                   | 26 |
| 4.2.2                           | Pengujian Kekerasan pada Shaft Universal joint yang mengalami Retakan..... | 28 |
| 4.2.3                           | Pengujian Kekerasan Pada Shaft Universal Joint yang sudah patah...         | 30 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... |                                                                            | 33 |
| 5.1                             | Kesimpulan.....                                                            | 33 |
| 5.2                             | Saran.....                                                                 | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA.....             |                                                                            | 34 |
| LAMPIRAN.....                   |                                                                            | 35 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Diagram Pareto Kerusakan sistem Powertrain Bulldozer..... | 3  |
| Gambar 1.2 Diagram tulang ikan permasalahan kerusakan Universal..... | 4  |
| Gambar 2.1 Struktur Nama Bagian Bulldozer.....                       | 7  |
| Gambar 2.2 Komponen Powertrain.....                                  | 8  |
| Gambar 2.3 Mesin.....                                                | 10 |
| Gambar 2.4 Transmisi.....                                            | 10 |
| Gambar 2.5 Kopling.....                                              | 11 |
| Gambar 2.6 Differential/Gardan.....                                  | 11 |
| Gambar 2.7 Drive Shaft.....                                          | 12 |
| Gambar 2.8 Final Drive.....                                          | 12 |
| Gambar 2.9 Kegagalan/Patahan Universal Joint .....                   | 16 |
| Gambar 3.1 Tool Spectrometer.....                                    | 20 |
| Gambar 3.2 Tool Hardness test.....                                   | 21 |
| Gambar 4.1 Struktur micro HAZ pada pipa.....                         | 24 |
| Gambar 4.2 Pengukuran Kekerasan pada Shaft Baru.....                 | 27 |
| Gambar 4.3 Pengukuran Kekerasan pada Shaft yang Retak.....           | 29 |
| Gambar 4.4 Pengukuran Kekerasan pada Shaft yang Patah.....           | 30 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1.1 Populasi Alat Berat Operasi PT.XYZ.....                   | 2  |
| Tabel 1.2 Jumlah Work Order Komponen Powertrain.....                | 3  |
| Tabel 2.1 Pengkodean Unit Bulldozer Komatsu.....                    | 6  |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Material Carbon Steel.....                    | 14 |
| Tabel 3.1 Data Kerusakan Komponen Universal Joint.....              | 19 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi alat pengujian kekerasan Novotest T-UD 2..... | 21 |
| Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekerasan universal joint.....       | 23 |