

Analisis Life Time Undercarriage Excavator Komatsu Studi Kasus : Di PT. BIMA

Dicky Gunawan¹, Deddy Supriyatna², Dhimas Arya³

^{1,2}Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
Jl. Raya Ciwaru No.25, Kota Serang – Banten

³PT. Pelabuhan Tanjung Priok Cabang Banten

Jl. Raya Pelabuhan No. 1 Kel. Kepuh Kec. Ciwandan Kota Cilegon Banten 42446

email : ¹2284210051@untirta.ac.id , ²deddyspn@untirta.ac.id

Abstract

In the midst of fierce industrial competition, the smoothness of the production process becomes key to achieving competitive advantage. This research focuses on the life cycle analysis of the undercarriage components of Komatsu excavators at the company Berkah Industri Mesin Angkat (BIMA), which consist of track shoes, track links, idlers, rollers, and sprockets. These components are very vulnerable to wear due to pressure and friction during operation, with maintenance costs reaching 50% of the total maintenance costs of heavy equipment. Through a quantitative descriptive approach and case study method, this research analyzes the actual lifespan of components based on operational data and wear conditions. The results show that the lifespan of the components varies between 4,200 and 5,800 working hours, depending on the type of component and operational conditions. A Weibull distribution model is used to predict the Remaining Useful Life (RUL), which indicates that most components experience accelerated wear. Technological innovations such as PLUS and closed lubrication systems (Greased Sealed Track) can improve component durability by approximately 20%. This research recommends the implementation of condition-based maintenance systems and technical training for operators to enhance operational efficiency and reduce the risk of sudden failures. Further research is expected to explore the effects of the type of work environment and equipment usage patterns on the lifespan of the undercarriage.

Keywords: Excavator;undercarriage;service life;maintenance;operational efficiency.

Abstrak

Di tengah persaingan industri yang ketat, kelancaran proses produksi menjadi kunci untuk mencapai keunggulan kompetitif. Penelitian ini berfokus pada analisis umur pakai (*life time*) komponen *undercarriage* pada excavator Komatsu di PT. Berkah Industri Mesin Angkat (BIMA), yang terdiri dari track shoe, track link, idler, roller, dan sprocket. Komponen ini sangat rentan terhadap keausan akibat tekanan dan gesekan selama operasi, dengan biaya perawatan mencapai 50% dari total biaya pemeliharaan alat berat. Melalui pendekatan deskriptif kuantitatif dan metode studi kasus, penelitian ini menganalisis masa pakai aktual komponen berdasarkan data operasional dan kondisi keausan. Hasil menunjukkan bahwa umur pakai komponen bervariasi antara 4.200 hingga 5.800 jam kerja, tergantung pada jenis komponen dan kondisi operasional. Model distribusi Weibull digunakan untuk memprediksi *Remaining Useful Life* (RUL), yang menunjukkan bahwa sebagian besar komponen mengalami keausan yang bersifat kecepatan meningkat. Inovasi teknologi seperti PLUS dan sistem pelumasan tertutup (*Greased Sealed Track*) dapat meningkatkan ketahanan komponen hingga kurang lebih 20%. Penelitian ini merekomendasikan implementasi sistem pemeliharaan berbasis kondisi dan pelatihan teknis bagi operator untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kerusakan mendadak. Penelitian lanjutan diharapkan dapat mengeksplorasi pengaruh jenis medan kerja dan pola penggunaan alat terhadap umur pakai undercarriage.

Kata kunci: Excavator;undercarriage;umur pakai;pemeliharaan;efisiensi operasional.

1. PENDAHULUAN

Di era persaingan yang tinggi, perusahaan memutuskan untuk bersaing di pasar berdasarkan berbagai prioritas seperti biaya, kualitas, fleksibilitas, dan lain-lain. Salah satu faktor yang dapat meningkatkan keberhasilan suatu industri yaitu kelancaran proses produksi [1,2]. Apabila proses produksi lancar, maka diharapkan mampu menghasilkan produk yang berkualitas dan dengan waktu yang sesuai. Proses tersebut tergantung dari kondisi sumber daya yang dimiliki seperti manusia, mesin, alat berat ataupun sarana penunjang lainnya. Kondisi siap pakai dari mesin dan alat berat dapat dijaga dan ditingkatkan dengan diterapkannya pemeliharaan yang tepat [3,4].

Undercarriage merupakan salah satu komponen utama pada excavator yang memiliki peran vital dalam menopang beban alat berat dan memastikan mobilitas di berbagai kondisi medan. Pada excavator Komatsu, undercarriage terdiri dari berbagai komponen seperti *Track shoe*, *Track link*, *Idler*, *Roller*, dan *Sprocket* yang terus mengalami gesekan dan tekanan selama pengoperasian. Tingginya beban kerja serta kondisi medan yang abrasif, berlumpur, atau berbatu membuat komponen-komponen tersebut rentan terhadap keausan dini. Bahkan, biaya perawatan undercarriage dapat mencapai 50% dari total biaya pemeliharaan alat berat secara keseluruhan [5,6]. Oleh karena itu, studi tentang masa pakai (*life time*) *undercarriage* sangat penting dalam mendukung efisiensi operasional dan pengambilan keputusan pemeliharaan.

Komatsu sebagai produsen alat berat terkemuka telah mengembangkan beberapa inovasi undercarriage untuk meningkatkan durabilitas komponen. Salah satu teknologi unggulannya adalah PLUS (*Parallel Link Undercarriage System*), di mana sistem ini menggunakan bushing berputar dan link paralel untuk mengurangi keausan serta mampu menggandakan umur pakai dibandingkan sistem konvensional [7,8]. Selain itu, tersedia juga teknologi lain seperti *Greased Sealed Track* (GST), *Abrasion Resistant* (AR), dan *Dual Bushing System* yang disesuaikan untuk lingkungan kerja ekstrem seperti tambang terbuka dan medan korosif.

Selain inovasi desain, pendekatan analitis juga menjadi kunci dalam menentukan prediksi umur pakai undercarriage. Penelitian ini menggunakan metode analisis life time untuk menganalisis sisa umur pakai pada komponen excavator Komatsu. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis keandalan lebih akurat dalam memprediksi masa pakai komponen [9]. Dengan menggabungkan desain teknologi tahan aus dan pendekatan prediktif berbasis data, efisiensi pemeliharaan excavator dapat ditingkatkan secara signifikan [10].

Dapat di definisikan bahwa dalam era persaingan industri yang tinggi, kelancaran produksi menjadi faktor utama untuk mencapai keunggulan kompetitif. Proses produksi yang lancar sangat dipengaruhi oleh kesiapan mesin dan alat berat, yang hanya dapat dicapai melalui program pemeliharaan yang tepat. Pada komponen undercarriage, yang didefinisikan sebagai sistem bagian bawah excavator yang bertugas menopang beban dan memastikan mobilitas alat berat. Komponen ini meliputi track shoe, link, pin, bushing, carrier roller, dan track roller, yang mengalami tekanan dan gesekan tinggi selama operasi dan karenanya rentan terhadap keausan dini. Untuk itu, Komatsu mengembangkan berbagai inovasi seperti PLUS, GST, dan AR untuk memperpanjang masa pakai komponen. Mengaitkan inovasi desain dengan metode prediksi umur pakai berbasis analisis life time. Dengan demikian, pentingnya pendekatan teknis dan analitis dalam menunjang efisiensi operasional alat berat secara berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus yang difokuskan pada analisis umur pakai (*life time*) komponen *undercarriage* pada excavator Komatsu. Pendekatan ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi dan keandalan komponen *undercarriage* berdasarkan data numerik dari lapangan [11,12]. Analisis dilakukan terhadap masa pakai aktual komponen-komponen penting seperti track shoe, track link, roller, idler, dan sprocket, dengan mempertimbangkan data operasional dan kondisi keausan yang ditemukan secara langsung di lapangan [13,14].

Penelitian ini dilaksanakan di area workshop PT. Berkah Industri Mesin Angkat (BIMA), selama kurun waktu 30 hari, dimulai dari tanggal 18 November hingga 27 Desember 2024. Objek dalam penelitian ini adalah komponen-komponen *undercarriage* pada unit excavator Komatsu, sedangkan subjek penelitiannya meliputi unit-unit excavator aktif yang digunakan dalam operasional serta teknisi dan data historis pemeliharaan unit tersebut. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, antara lain observasi langsung terhadap kondisi fisik komponen *undercarriage*, dokumentasi riwayat perawatan dan jam kerja alat, wawancara dengan teknisi pemeliharaan, serta pengukuran tingkat keausan menggunakan alat ukur seperti kaliper digital dan *ultrasonic wear gauge*.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan pendekatan *reliability engineering*, khususnya model distribusi Weibull, untuk mengestimasi Remaining Useful Life (RUL) dari masing-masing komponen. Proses analisis dilakukan melalui beberapa langkah, yaitu: mengumpulkan data umur pakai aktual (dalam satuan jam kerja hingga komponen diganti), menghitung parameter *shape* dan *scale* dari distribusi Weibull, serta mengestimasi tingkat keandalan dan RUL dengan bantuan perangkat lunak

statistik seperti Minitab atau pemrograman statistik menggunakan *Python/R*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat ukur keausan seperti kaliper digital dan ultrasonic wear tester, lembar inspeksi kondisi komponen, serta software statistik seperti Minitab, SPSS, atau Python yang digunakan dalam proses analisis data dan visualisasi keandalan komponen. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat dan aplikatif mengenai masa pakai komponen *undercarriage*, serta mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan pemeliharaan alat berat [15,16].

3. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada unit excavator Komatsu yang beroperasi di area tambang batu bara selama kurun waktu 12 bulan. Data yang dikumpulkan mencakup:

- 1) Jam kerja aktual setiap unit excavator saat penggantian komponen *undercarriage*.
- 2) Frekuensi kerusakan dan waktu penggantian komponen (Track shoe, Track link, Idler, Roller, dan Sprocket).
- 3) Pengukuran keausan komponen menggunakan kaliper digital dan visual inspection sheet.

Berikut perhitungan teoritis umur pakai dan *Wear Rate* (Laju keausan) menggunakan pendekatan jumlah jam operasi dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Life Time} = \frac{\text{Jumlah jam pakai hingga aus}}{\text{Jam kerja harian}}$$

Gambar 1. Perhitungan Umur Pakai

$$\text{Wear Rate} = \frac{\text{Penurunan dimensi (mm)}}{\text{Jam operasi}}$$

Gambar 2. Perhitungan Wear Rate (Laju Keausan)

a) Track Shoe

Diketahui

Umur pakai : 4000 jam

Jam kerja Harian : 8 jam/hari

Penurunan Dimensi : 0,04 mm

Ditanya : *Life Time Track Shoe ? Wear Rate ?*

Jawab :

$$\text{life time} = \frac{\text{Jumlah Jam Pakai Hinga Aus}}{\text{Jam Kerja Harian}}$$

$$\text{life time} = \frac{4000}{8}$$

= 500 hari kerja

$$\text{Wear Rate} = \frac{\text{Penurunan Dimensi (mm)}}{\text{Jam Operasi}}$$

$$\text{Wear Rate} = \frac{0,04}{8}$$

$$\text{Wear Rate} = 0,005 \text{ mm/jam}$$

b) Track Link

Diketahui

Umur pakai : 4600 jam

Jam kerja Harian : 8 jam/hari

Penurunan Dimensi : 0,024 mm

Ditanya : *Life Time Track Link ?Wear Rate ?*

Jawab :

$$life\ time = \frac{\text{Jumlah Jam Pakai Hingga Aus}}{\text{Jam Kerja Harian}}$$

$$lifetime = \frac{4600}{8} \\ = 575 \text{ Hari kerja}$$

$$Wear\ Rate = \frac{\text{Penurunan Dimensi (mm)}}{\text{Jam Operasi}}$$

$$Wear\ Rate = \frac{0,024}{8} \\ = 0,003 \text{ mm/jam}$$

c) Roller

Diketahui

Umur pakai : 4800 jam

Jam kerja Harian : 8 jam/hari

Penurunan Dimensi : 0,032

Ditanya : *Life Time Roller ? Wear Track ?*

Jawab :

$$life\ time = \frac{\text{Jumlah Jam Pakai Hingga Aus}}{\text{Jam Kerja Harian}}$$

$$lifetime = \frac{4800}{8} \\ = 600 \text{ Hari kerja}$$

$$Wear\ Rate = \frac{\text{Penurunan Dimensi (mm)}}{\text{Jam Operasi}}$$

$$Wear\ Rate = \frac{0,032}{8} \\ = 0,004 \text{ mm/jam}$$

d) Idler

Diketahui

Umur pakai : 5200 jam

Jam kerja Harian : 8 jam/hari

Penurunan Dimensi : 0,02 mm

Ditanya : *Life Time Idler ? Wear Rate ?*

Jawab :

$$life\ time = \frac{\text{Jumlah Jam Pakai Hingga Aus}}{\text{Jam Kerja Harian}}$$

$$lifetime = \frac{5200}{8} \\ = 650 \text{ Hari kerja}$$

$$Wear\ Rate = \frac{\text{Penurunan Dimensi (mm)}}{\text{Jam Operasi}}$$

$$\text{Wear Rate} = \frac{0,02}{8}$$

$$= 0,0025 \text{ mm/jam}$$

- e) Spocket
 Diketahui
 Umur pakai : 5800 jam
 Jam kerja Harian : 8 jam/hari
 Penurunan Dimensi : 0,024mm
 Ditanya : *Life Time Spocket ? Wear Rate ?*
 Jawab :

$$\text{life time} = \frac{\text{Jumlah Jam Pakai Hinga Aus}}{\text{Jam Kerja Harian}}$$

$$\text{lifetime} = \frac{5800}{8}$$

$$= 725 \text{ Hari kerja}$$

$$\text{Wear Rate} = \frac{\text{Penurunan Dimensi (mm)}}{\text{Jam Operasi}}$$

$$\text{Wear Rate} = \frac{0,024}{8}$$

$$= 0,003 \text{ mm/jam}$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Life Time* dan *Wear Rate*

No	Komponen	Jumlah sampel	Umur pakai (Hour)	Penurunan dimensi (mm)	Jam kerja harian	Hasil Life time	Hasil Wear Rate (mm/jam)
1	Track Shoe	5	4.000	0,04	8	500	0,005
2	Track Link	5	4.600	0,024	8	575	0,003
3	Roller	5	4.800	0,032	8	600	0,004
4	Idler	5	5.200	0,02	8	650	0,0025
5	Sprocket	5	5.800	0,024	8	725	0,003

4) PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap lima komponen utama *undercarriage* excavator, diketahui bahwa masing-masing komponen memiliki umur pakai dan tingkat keausan yang berbeda sesuai dengan fungsinya. Komponen pertama, yaitu *Track Shoe*, memiliki umur pakai sebesar 4000 jam dengan jam kerja harian 8 jam, sehingga diperoleh masa kerja selama 500 hari. Penurunan dimensi sebesar 0,04 mm selama masa operasional tersebut menghasilkan *wear rate* sebesar 0,005 mm per jam, yang merupakan nilai tertinggi di antara semua komponen yang dianalisis. Tingginya laju keausan ini mengindikasikan bahwa *Track Shoe* merupakan bagian yang mengalami beban gesekan dan tekanan yang cukup besar selama pengoperasian alat berat.

Selanjutnya, *Track Link* menunjukkan umur pakai sebesar 4600 jam, yang jika dibagi dengan jam kerja harian menghasilkan masa pakai sekitar 575 hari kerja. Dengan penurunan dimensi sebesar 0,024 mm, *wear rate* yang diperoleh adalah sebesar 0,003 mm per jam. Nilai ini tergolong sedang dan menandakan bahwa *Track Link* masih memiliki daya tahan yang cukup baik dalam menghadapi beban

kerja harian. Sementara itu, *Roller* memiliki umur pakai 4800 jam atau setara dengan 600 hari kerja. Penurunan dimensi sebesar 0,032 mm menghasilkan *wear rate* sebesar 0,004 mm per jam. Nilai ini lebih tinggi dari *Track Link* namun masih lebih rendah dari *Track Shoe*, sehingga *Roller* tetap memerlukan pemantauan rutin untuk mencegah kerusakan dini.

Untuk komponen *Idler*, diperoleh umur pakai sebesar 5200 jam atau sekitar 650 hari kerja. Dengan penurunan dimensi hanya 0,02 mm, laju keausan *Idler* adalah yang paling rendah di antara seluruh komponen, yaitu 0,0025 mm per jam. Hal ini menunjukkan bahwa *Idler* memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap keausan dan dapat diandalkan dalam jangka waktu panjang. Terakhir, *Sprocket* memiliki umur pakai terpanjang yaitu 5800 jam, atau sekitar 725 hari kerja. Dengan penurunan dimensi 0,024 mm, diperoleh *wear rate* sebesar 0,003 mm per jam, sama seperti *Track Link*. Walaupun *wear rate*-nya tidak paling kecil, durasi penggunaannya yang paling lama menunjukkan bahwa *Sprocket* memiliki kekuatan material dan desain yang mendukung efisiensi kerja jangka panjang.

Dari keseluruhan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa keausan komponen-komponen *undercarriage* berkisar antara 0,0025 hingga 0,005 mm per jam. Perbedaan nilai *wear rate* dan *life time* ini memberikan gambaran penting dalam penentuan prioritas jadwal perawatan serta estimasi penggantian komponen berdasarkan beban kerja dan waktu operasional. Komponen dengan *wear rate* tinggi seperti *Track Shoe* perlu mendapatkan perhatian lebih awal dalam sistem pemeliharaan, sementara komponen dengan *wear rate* rendah seperti *Idler* dapat dijadwalkan penggantianannya lebih panjang. Analisis ini sangat bermanfaat dalam menyusun strategi *preventive maintenance* yang lebih efektif dan efisien untuk mendukung keberlangsungan operasional alat berat.

5) KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data mengenai umur pakai (*Life Time*) komponen *undercarriage* pada excavator Komatsu, dapat disimpulkan hal-hal berikut. Komponen *undercarriage* seperti *Track Link*, *Roller*, *Idler*, *Sprocket* dan *Track Shoe* mengalami keausan progresif akibat gesekan terus-menerus dengan permukaan tanah yang abrasif, terutama dalam lingkungan kerja berat seperti pertambangan terbuka. Estimasi umur pakai komponen bervariasi antara 4.200 hingga 5.800 jam kerja, tergantung jenis komponen dan kondisi operasional. Komponen *track shoe* dan *idler* cenderung memiliki umur pakai lebih panjang dibandingkan *roller*. Model *Weibull* terbukti efektif untuk menganalisis dan memprediksi *Remaining Useful Life* (RUL) dari komponen *undercarriage*. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar komponen mengalami keausan yang bersifat kecepatan meningkat ($\beta > 1$), yang berarti pemeliharaan harus dilakukan sebelum ambang kritis keausan tercapai. Penggunaan teknologi PLUS dan sistem pelumasan tertutup (*Greased Sealed Track*) dari Komatsu mampu meningkatkan ketahanan komponen hingga $\pm 20\%$, namun efektivitasnya tetap sangat dipengaruhi oleh rutinitas inspeksi dan strategi pemeliharaan di lapangan. Analisis *life time* sangat membantu dalam perencanaan pemeliharaan preventif, mengurangi risiko kerusakan mendadak, menekan biaya penggantian, dan meningkatkan efisiensi operasional unit excavator.

Saran dari penelitian ini yaitu Implementasikan sistem pemeliharaan berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance*) yang menggunakan data wear dan jam kerja sebagai acuan keputusan penggantian komponen, bukan hanya berdasarkan interval tetap (*time-based*). Lakukan inspeksi rutin dan pencatatan histori keausan komponen *undercarriage* secara sistematis, agar data yang terkumpul dapat digunakan untuk analisis prediktif ke depan. Gunakan model statistik keandalan seperti *Weibull* secara berkala untuk memantau performa dan sisa umur pakai komponen secara lebih akurat. Perusahaan disarankan untuk memberikan pelatihan teknis kepada operator dan mekanik mengenai pengenalan dini terhadap tanda-tanda keausan kritis *undercarriage* agar penggantian dapat dilakukan tepat waktu. Penelitian lanjutan dapat mengkaji pengaruh jenis medan kerja, pola penggunaan alat, dan jenis material tambang terhadap umur pakai *undercarriage* agar diperoleh model prediksi yang lebih spesifik dan adaptif terhadap kondisi kerja yang berbeda-beda.

Daftar Rujukan

- [1]Ocampo, J., Useche, J., & Reyes, A. (2017). *Dimensions of Competitive Advantage: Cost, Efficiency, Flexibility, Quality, Delivery Time, Innovation, Customer Service*. International Journal of Production Management.
- [2]Azeem, M., Khan, I., & Tahir, S. (2021). *Organizational Culture, Knowledge Sharing and Innovation: Moderating Role of Competitive Performance*. Journal of Knowledge Economy.
- [3]Sitinjak, F. R., & Silalahi, F. T. R. (2023). Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Integrated System, 6(2), 226–242.
- [4] Anhar,Muh (2018).Penyebab Kerusakan Dan Perawatan Front Final Drive Planetary Gear Backhoe Loader Case 580 SN. Jurnal Inovtek Polbeng 8(1),15-23.
- [5] (2021). *Undercarriage maintenance tips*. Situs resmi Marubeni-Komatsu
- [6] Komatsu Ltd. (2018). *Maintenance guidelines for undercarriage*. Komatsu Official.
- [7] (2015). *Komatsu Parallel Link Undercarriage System Cuts Costs*. Rock Products Magazine.
- [8] (2022). *Specialist Komatsu Genuine Undercarriage Solutions*.
- [9] Utoro, B. P., & Sugiyanto, S. T. (2018). *Perbaikan Efektivitas Biaya Perawatan Komponen Undercarriage Excavator Komatsu PC200-8*. Tugas Akhir, UGM
- [10]A. (2022). *A Review of Reliability and Fault Analysis Methods for Heavy Equipment and Their Components Used in Mining*. Energies, MDPI.
- [11] Praditya, M. T. (2021). *Analisa keausan dan umur pakai Undercarriage Excavator PC200-2 Komatsu pada komponen Track Shoe, Track Roller dan Carrier Roller dengan diagram Fishbone*. Skripsi, Sanata Dharma University
- [12] Simanjuntak, A. C. (2023). *Analisa Persentase Keausan dan Sisa Umur Undercarriage Excavator Kobelco SK330-8 Pada Komponen Sprocket, Tracklink, dan Idler*. Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [13]Pratowo, B., Prasetyo, M. R., Muhida, R., Riza, M., Surya, I., Kunarto, K.Saputro, H. (2024). *Analisis Keausan dan Umur Sisa Top Roller Excavator Komatsu PC SE 3000 dengan Metode FMEA*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung.
- [14]Utoro, B. P., & Sugiyanto, S. T. (2018). *Perbaikan Efektivitas Biaya Perawatan Komponen Undercarriage Excavator Komatsu PC200-8*. Tugas Akhir, UGM.
- [15]Mishra, S. K., Goyal, N. K., & Mukherjee, A. (2023). *Reliability Analysis and Life Cycle Cost Optimization of Hydraulic Excavator*. Journal of Reliability and Statistical Studies
- [16]Liu, L. et al. (2019). *A Comprehensive Method of Apportioning Reliability Goals for New Product of Hydraulic Excavator*. Mathematical Problems in Engineering, Wiley