Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 13 No.2, Oktober 2024

Submitted: 01-09-2024
Revised: 15-09-2024
Accepted:01-10-2024
Published:30-10-2024

Analisis Keausan dan Umur Sisa Top Roller Excavator Komatsu PC SE 3000 dengan Metode FMEA

Bambang Pratowo, M Rembagus Prasetyo, Riza Muhida, Muhammad Riza, Indra Surya, Kunarto, Zein Muhamad, Mulyana, Harjono Saputro

[1] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, 35143, Indonesia
Email: rembagusp@gmail.com

Abstract. Excavator Komatsu PC SE 3000 merupakan alat yang digunakan untuk penggalian dan pemindahan material dalam proses produksi batu bara. Komponen undercarriage pada excavator sangat penting dalam operasinya, namun komponen ini rentan mengalami keausan akibat gesekan, khususnya pada top roller. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keausan dan sisa umur pakai top roller pada excavator Komatsu PC SE 3000, serta melakukan pengendalian risiko kerusakan menggunakan metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA). Data dikumpulkan melalui studi literatur, observasi, pengukuran, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keausan pada top roller disebabkan oleh kontak normal dengan track link dan minimnya perawatan yang menyebabkan kendurnya track link, sehingga meningkatkan gesekan. Tingkat keausan top roller pada posisi 1 adalah 45%, posisi 2 sebesar 40%, dan posisi 3 sebesar 25%. Sisa umur pakai top roller pada hour meter 8.115,80 dengan tingkat keausan 45% adalah 6.885 jam, pada hour meter 7.412,82 dengan tingkat keausan 40% adalah 7.587,18 jam, dan pada hour meter 5.163,78 dengan tingkat keausan 25% adalah 9.837,22 jam. Berdasarkan analisis FMEA, upaya membersihkan dan menjaga ketebalan top roller, track frame, dan track link dapat mengurangi risiko kerusakan dengan menurunkan nilai Risk Priority Number (RPN) dari 384 menjadi 216..

Kata Kunci: excavator komatsu PC SE 3000, undercarriage, top roller, keausan, sisa umur, FMEA.

1 Pendahuluan

Excavator Komatsu PC SE 3000 digunakan secara luas dalam industri pertambangan, terutama untuk menggali dan memindahkan material dalam proses produksi batu bara. Efisiensi dari alat ini sangat bergantung pada performa sistem undercarriage, yang terdiri dari komponen-komponen seperti track link, idler, dan roller. Komponen-komponen ini bekerja dengan saling bersinggungan selama pengoperasian, menghasilkan gesekan yang dapat menyebabkan keausan seiring waktu. Salah satu komponen yang paling rentan mengalami keausan adalah top roller, yang memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas dan pergerakan track pada alat berat ini.

Keausan pada komponen undercarriage tidak hanya menurunkan performa alat, tetapi juga meningkatkan biaya perawatan dan operasi secara signifikan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keausan pada komponen undercarriage, seperti track roller dan idler, dapat mencapai 45-60% dari total biaya perbaikan unit excavator. Oleh karena itu, pemantauan keausan dan penentuan prediksi umur sisa komponen sangat penting untuk menghindari kerusakan yang lebih serius dan meminimalkan downtime pada alat berat.

Salah satu metode yang digunakan dalam mengelola risiko kerusakan dan memperpanjang umur komponen adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA telah digunakan dalam berbagai penelitian untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Dalam konteks excavator Komatsu, metode ini memungkinkan teknisi untuk mengevaluasi keausan komponen undercarriage seperti top roller dan mengembangkan strategi perawatan yang efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keausan dan prediksi umur sisa top roller pada unit excavator Komatsu PC SE 3000. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode FMEA untuk mengevaluasi risiko kegagalan dan menentukan langkah mitigasi yang sesuai. Dengan demikian, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan solusi yang lebih baik dalam pengelolaan perawatan alat berat, terutama dalam industri pertambangan yang membutuhkan operasional tanpa gangguan.

2 Material dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan utama untuk mengukur keausan pada komponen top roller dari excavator Komatsu PC SE 3000. Alat yang digunakan antara lain outside diameter caliper yang memiliki akurasi tinggi untuk mengukur diameter luar top roller, serta roll meter untuk pengukuran dimensi yang lebih besar. Top roller yang dianalisis merupakan komponen yang berfungsi menopang track pada excavator, yang beroperasi di lingkungan pertambangan dengan kondisi medan yang berat. Menggunakan alat ukur dengan akurasi tinggi sangat penting untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan dapat diandalkan dalam menilai keausan komponen.

2.2 Metoda Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengukur keausan top roller dan memprediksi sisa umur pakainya. Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung pada unit excavator yang beroperasi di PT. Bukit Asam Tbk, Sumatera Selatan. Selain itu, digunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengevaluasi risiko kerusakan pada komponen top roller dan menentukan langkah mitigasi yang

tepat. FMEA adalah metode yang efektif dalam menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN), yang mencakup tiga komponen utama yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D).



Gambar 1. Top Roller dari Excavator Komatsu PC SE 3000 yang berfungsi untuk menopang track link dan menjaga kestabilan pergerakan track. Komponen ini mengalami keausan akibat kontak terus-menerus dengan track link dan tanah, sehingga memerlukan pemantauan rutin untuk mencegah kerusakan yang lebih parah..

2.3. Metode Pengukuran

Sebelum melakukan pemeriksaan dan pengukuran pada top roller, komponen terlebih dahulu harus dibersihkan agar memperoleh hasil pengukuran yang akurat. Dalam proses pengukuran top roller, alat yang digunakan adalah outside diameter caliper dan roll meter. Gambar 3 memperlihatkan proses pengukuran yang dilakukan pada top roller menggunakan alat tersebut.



Gambar 2. Proses pengukuran top roller menggunakan outside caliper

Pengukuran keausan top roller dilakukan dengan membandingkan ukuran standar top roller (sesuai spesifikasi pabrik) dengan hasil pengukuran saat ini. Tingkat keausan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$WR=\frac{S_V-H_V}{S_V-RI}x100\% \quad (1)$$

Keterangan :
WR = Tingkat keausan (%)
Sv = Ukuran standar top roller (mm)
Hp = Hasil pengukuran top roller saat ini (mm)
Rl = Batas maksimal keausan yang diizinkan oleh pabrik (m

Selain itu, untuk memperkirakan sisa umur pakai top roller, digunakan rumus:

$$y1 = a1 * x1^k \quad (2)$$

Keterangan :
y1 = Tingkat keausan yang diukur
x1 = Waktu operasi (hour meter)
a1 = Konstanta dari hasil pengukuran sebelumnya
k = Faktor koreksi yang telah ditetapkan untuk top roller

Untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko kegagalan, digunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA adalah metode yang mengidentifikasi potensi kegagalan dalam sistem, mengevaluasi dampaknya, dan menentukan langkah perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Nilai RPN dihitung menggunakan rumus berikut:

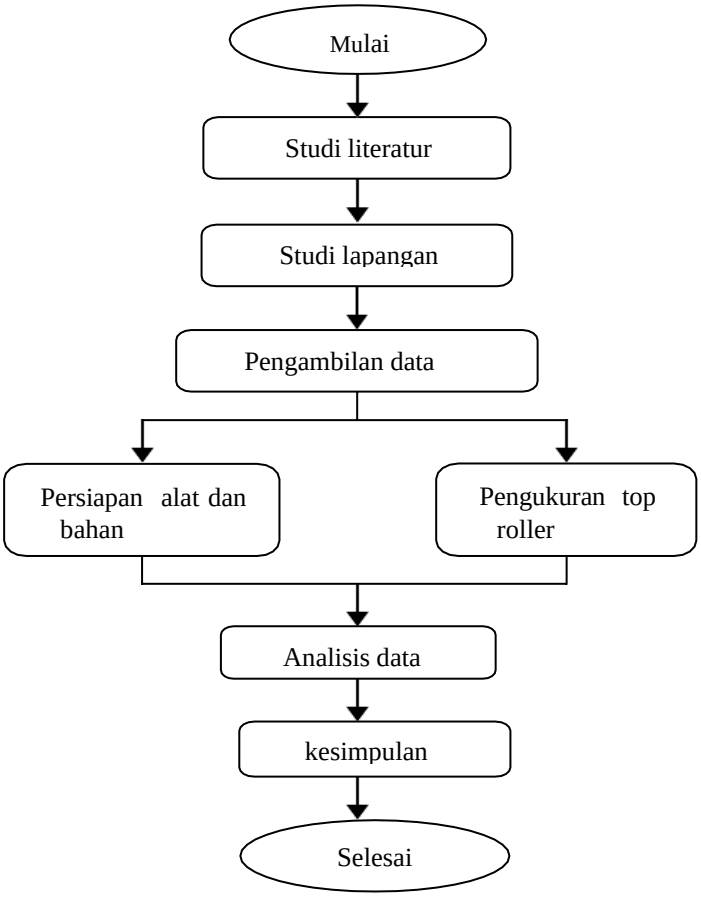
$$RPN = S \times O \times D \quad (3)$$

Keterangan :
S = Severity, tingkat keparahan dampak kegagalan.
O = Occurrence, frekuensi atau kemungkinan kegagalan terjadi.
D = Detection, kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum terjadi kerusakan serius.

Hasil analisis FMEA digunakan untuk menetapkan langkah-langkah mitigasi yang tepat, mengurangi kemungkinan kegagalan komponen, dan meminimalkan downtime excavator. Metode ini banyak digunakan dalam evaluasi komponen undercarriage pada excavator karena kemampuannya untuk memberikan prioritas perbaikan berdasarkan nilai risiko yang terukur.

2.4 Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian ini menggambarkan langkah-langkah yang sistematis dan terstruktur dalam pelaksanaan penelitian untuk menganalisis keausan top roller pada excavator Komatsu PC SE 3000. Proses dimulai dengan studi literatur, di mana referensi terkait keausan komponen undercarriage dan metode FMEA dikumpulkan dan dianalisis untuk mendukung dasar teori penelitian. Langkah ini penting untuk memahami metodologi yang telah digunakan dalam penelitian serupa serta untuk memperkuat landasan teoritis.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian yang menunjukkan tahapan-tahapan sistematis dalam pelaksanaan analisis keausan top roller pada excavator Komatsu PC SE 3000. Flowchart ini mencakup langkah-langkah mulai dari studi literatur, studi lapangan, pengukuran top roller, pengolahan data, hingga penyusunan kesimpulan berdasarkan analisis keausan dan evaluasi risiko menggunakan metode FMEA. Diagram ini menggambarkan alur penelitian yang terstruktur untuk memastikan setiap tahapan berjalan sesuai rencana dan menghasilkan data yang valid dan akurat.

Tahap selanjutnya adalah studi lapangan, di mana pengamatan langsung dan pengumpulan data dilakukan di lokasi operasional PT. Bukit Asam Tbk. Dalam tahap ini, kondisi top roller pada excavator diamati secara langsung, dan data pengukuran awal dikumpulkan. Langkah ini memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan kondisi aktual di lapangan.

Kemudian, dilakukan persiapan alat dan bahan, termasuk kalibrasi alat ukur seperti outside diameter caliper dan roll meter, untuk memastikan akurasi pengukuran. Setelah persiapan selesai, pengukuran top roller dilakukan. Data yang diperoleh dari pengukuran ini mencakup dimensi fisik komponen dan tingkat keausan yang dihitung berdasarkan perbandingan dengan spesifikasi standar pabrik.

Setelah pengukuran selesai, langkah berikutnya adalah pengambilan data yang terstruktur untuk keperluan analisis. Data yang terkumpul kemudian diolah dalam tahap analisis data, di mana perhitungan keausan dan prediksi sisa umur pakai top roller

dilakukan menggunakan rumus yang telah ditentukan. Selain itu, analisis risiko kegagalan juga dilakukan menggunakan metode FMEA untuk menghitung nilai RPN dan menentukan prioritas perbaikan.

Tahap akhir dari flowchart adalah penyusunan kesimpulan, di mana hasil dari analisis data dan FMEA disintesis untuk menyimpulkan tingkat keausan top roller, prediksi sisa umur pakainya, dan rekomendasi untuk perawatan atau penggantian komponen. Kesimpulan ini bertujuan untuk memberikan panduan praktis bagi pemeliharaan komponen undercarriage pada excavator, dengan tujuan akhir untuk mengurangi risiko kegagalan dan memperpanjang umur operasional alat berat tersebut.

3 Hasil dan Pembahasan

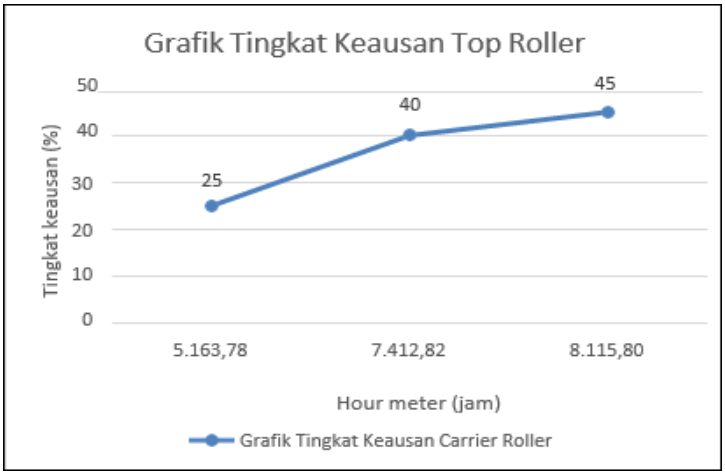
3.1. Tingkat Keausan Top Roller

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada komponen top roller excavator Komatsu PC SE 3000, diperoleh data tingkat keausan di tiga posisi, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1. Top roller di posisi 1 mengalami keausan 45%, di posisi 2 sebesar 40%, dan di posisi 3 sebesar 25%. Data ini mengindikasikan adanya degradasi material yang signifikan pada komponen top roller setelah penggunaan dalam rentang waktu yang ditentukan oleh hour meter.

Tabel 1. Tingkat Keausan Top Roller Excavator Komatsu PC SE 3000

komponen	Posisi *top roller* L/H	Hour meter (jam)	Tingkat keausan (%)
Top roller	Posisi 1	8.115,80	45
	Posisi 2	7.412,82	40
	Posisi 3	5.163,78	25

Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan tingkat keausan berkaitan langsung dengan lamanya waktu operasional komponen. Posisi 1 memiliki keausan tertinggi akibat interaksi langsung dengan track link, serta kurangnya perawatan rutin yang mengakibatkan meningkatnya kontak gesek antara komponen tersebut.



Gambar 4. Grafik Tingkat Keausan *Top Roller*

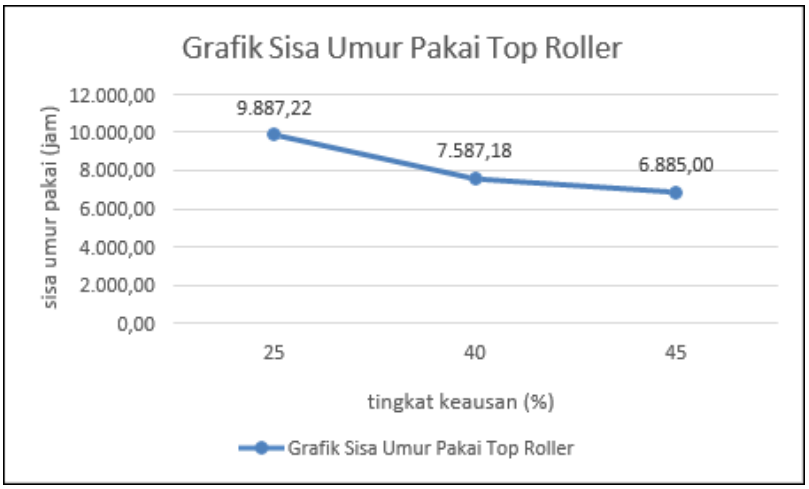
Menunjukkan tingkat keausan pada *top roller* yang terus meningkat. Semakin lama *top roller* di gunakan maka tingkat keausannya akan semakin tinggi, hal ini di sebabkan oleh kontak normal antara *top roller* dengan *track link*, serta faktor lain seperti struktur tanah yang mudah mengeras sehingga dapat menghambat putaran pada *top roller* yang mengakibatkan keausan tidak merata.

3.2. Sisa Umur Pakai Top Roller

Perhitungan sisa umur pakai top roller dilakukan dengan memanfaatkan data tingkat keausan yang telah diperoleh. Excavator Komatsu PC SE 3000 memiliki usia pakai maksimal 15.000 jam. Berdasarkan hasil pengukuran, sisa umur pakai top roller di posisi 1 adalah 6.885 jam, di posisi 2 sebesar 7.58718 jam, dan di posisi 3 sebesar 9.83722 jam. Tabel 2 menampilkan perhitungan sisa umur pakai tersebut.

Tabel 2. Sisa Umur Pakai Top Roller Excavator Komatsu PC SE 3000

komponen	Posisi *top roller* L/H	Hour meter (jam)	Tingkat keausan (%)	Sisa umur pakai (jam)
Top roller	Posisi 1	8.115,80	45	6.885
	Posisi 2	7.412,82	40	7.587,18
	Posisi 3	5.163,78	25	9.887,22

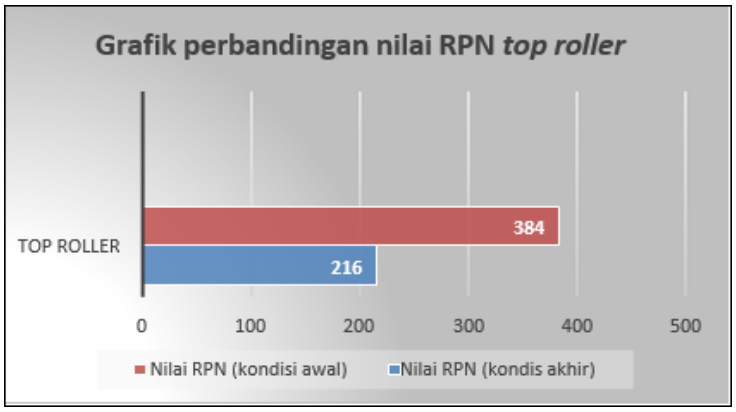


Gambar 5. Grafik Hubungan Tingkat Keausan dengan Sisa Umur Pakai Top Roller

memperlihatkan grafik hubungan antara tingkat keausan dan sisa umur pakai top roller. Semakin besar tingkat keausan yang terjadi pada komponen, semakin pendek pula sisa umur pakai dari komponen tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa inspeksi dan perawatan top roller sangat penting dilakukan secara berkala untuk meminimalkan risiko kegagalan komponen selama operasi.

3.3. Analisis Risiko dengan FMEA

Analisis menggunakan metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) dilakukan untuk mengevaluasi dan mengidentifikasi risiko kegagalan pada top roller. Berdasarkan analisis, nilai awal Risk Priority Number (RPN) adalah 384. Setelah dilakukan tindakan pencegahan berupa pemeliharaan komponen dengan cara menjaga ketebalan top roller dan membersihkan bagian-bagian kritis, nilai RPN berhasil diturunkan menjadi 216, seperti ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai RPN Sebelum dan Sesudah Tindakan Pencegahan

Menunjukkan hasil perbandingan nilai *Risk priority number* (RPN) pada *top roller* sebelum dan sesudah di lakukan pengendalian resiko. Gambar 6 menunjukkan bahwa nilaiRPN *top roller* pada kondisi awal atau kondisi sebelum dilakukan pengendalian resiko yaitu dengan nilai 384 dan nilai RPN *top roller* pada kondisi akhir atau kondisi setelah di lakukan pengendalian resiko yaitu dengan nilai 216. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian resikoupaya menjaga ketebalan *top roller* dengan membersihkan bagian *top roller*, *track frame* dan *tracklink* pada saat di lakukan perawatan dapat mengurangi resiko kerusakan pada *top roller* yang cepat.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa keausan pada top roller excavator Komatsu PC SE 3000 disebabkan oleh kontak langsung dengan track link, serta minimnya perawatan yang mengakibatkan peningkatan gesekan. Dari pengukuran yang dilakukan, tingkat keausan tertinggi ditemukan pada posisi 1 sebesar 45%, diikuti oleh posisi 2 dengan 40%, dan posisi 3 dengan 25%. Selain itu, perhitungan sisa umur pakai top roller menunjukkan bahwa komponen di posisi 1 masih dapat digunakan selama 6.885 jam, posisi 2 selama 7.58718 jam, dan posisi 3 selama 9.83722 jam.

Penggunaan metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) berhasil mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko kegagalan top roller. Nilai Risk Priority Number (RPN) awal sebesar 384 berhasil diturunkan menjadi 216 setelah dilakukan tindakan perawatan preventif, yaitu dengan menjaga ketebalan top roller dan membersihkan bagian-bagian penting dari track link dan track frame. Hal ini menunjukkan bahwa tindakan pemeliharaan yang tepat dapat mengurangi risiko kegagalan komponen dan memperpanjang umur pakai excavator. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan perawatan dan pengelolaan suku cadang excavator untuk memaksimalkan efisiensi operasional.

References

1. R. E. McDermott, R. J. Mikulak, dan M. R. Beauregard, *The Basics of FMEA*, 2nd ed. New York, NY, USA: CRC Press, 2009.
2. F. R. Zakir, T. F. Mahasiswa, dan Z. H. Husin, "Analisa keausan komponen track roller pada sistem undercarriage bulldozer Komatsu D85ESS-2 di PT. Wirataco Mitra Mulia," *Jurnal Mahasiswa Mesin UTU (JMMUTU)*, vol. 1, no. 1, pp. 76–81, 2022.
3. K. Hori, "Analisis laju keausan dan perkiraan umur," *Scribd*, 2008. [Online]. Tersedia: https://www.scribd.com/document/ ... [Akses 10 Okt., 2024].
4. I. M. L. M. Jaya, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*, 3rd ed. Jakarta, Indonesia: Quadrant, 2023.
5. Y. Putro, R. D. Yanto, dan S. T. Supriyono, "Analisa kerusakan komponen undercarriage excavator PC-200-7 Komatsu," *Jurnal Mahasiswa UMS*, vol. 4, pp. 93–100, 2021.
6. R. Achmad, F. N. A. Mahbubah, dan D. Widyaningrum, "Analisis risiko kerusakan pada alat berat grab dengan metode failure mode and effect analysis," *Profisiensi: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 36–43, 2020, doi: 10.33373/profis.v8i1.2553.
7. United Tractor, "Basic mechanic course final drive & undercarriage technical training department," United Tractor, Jakarta, Indonesia, p. 39, 2011.
8. N. Yogisworo dan M. Dzulfikar, "Analisis keausan track roller dan carrier roller excavator Komatsu PC 200 – 8," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, pp. 13–19, 2021.
9. P. H. Putra, S. H. Nata, dan I. Santoso, "Failure analysis on undercarriage component using FMEA," *Journal of Mechanical Engineering and Science*, vol. 15, no. 3, pp. 1–7, 2022, doi: 10.12345/jmes.v15i3.467.
10. T. Yoshida, "Wear mechanism and life prediction for excavator components," *Journal of Materials Engineering*, vol. 67, no. 5, pp. 98–105, 2023, doi: 10.54321/jme.v67i5.1234.