

Peningkatan *Lifetime* Kuku Bucket Hensley XS50TV pada Excavator PC400 melalui Metode *Hard Facing* Menggunakan Elektroda Magnum 821

Bayu Aska Adil^{1*}, Nova Eko Harianto¹, Wibi Ernando¹, Yuga Dinata¹

¹PT Saptaindra Sejati, Kalimantan Tengah, Indonesia

*Corresponding author : bayu4sk4@gmail.com

Article History:

Received : 28-07-2026

Accepted : 13-08-2026

Keywords: *Hard Facing*; Kuku Bucket; Hensley XS50TV; Excavator PC400; Keausan Abrasif; *Lifetime*

ABSTRAK

Kuku bucket tipe Hensley XS50TV pada excavator PC400 merupakan komponen *Ground Engaging Tools* (GET) yang mengalami keausan abrasif tinggi selama operasi penggalian tanah dan batuan. Keausan berlebih ini berdampak langsung pada penurunan efisiensi kerja serta peningkatan biaya operasional akibat tingginya frekuensi penggantian komponen. Penelitian ini bertujuan untuk memperpanjang masa pakai (*lifetime*) kuku bucket melalui aplikasi metode *hard facing* menggunakan teknik pengelasan busur manual (*manual metal arc welding*) dengan elektroda paduan berbasis besi-karbida. Pengujian dilakukan secara komparatif pada kondisi operasi lapangan aktual dengan mengamati parameter durasi operasional hingga mencapai batas keausan maksimum yang dibutuhkan operator terhadap material galian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan *hard facing* dengan karbida keras yang terdistribusi dalam matriks logam ulet, sehingga memberikan kombinasi ketahanan aus dan ketangguhan terhadap beban impact. Pengaplikasian *hard facing* ini berhasil meningkatkan umur pakai kuku bucket lebih lama dibandingkan kuku bucket tanpa perlakuan. Kesimpulannya, penerapan metode *hard facing* secara efektif mampu mengurangi *downtime* dan biaya penggantian komponen, sekaligus menjadi solusi teknologi perawatan yang efisien untuk memperpanjang masa pakai kuku bucket excavator pada kondisi tanah yang sangat abrasif.

PENDAHULUAN

Excavator merupakan salah satu alat berat utama yang digunakan dalam operasi pertambangan dan pekerjaan tanah skala besar, khususnya untuk pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) dan pemuatan material. Di antara berbagai komponen pada excavator, kuku bucket yang tergolong sebagai *Ground Engaging Tools* (GET) mengalami kondisi kerja paling berat [7]. Komponen ini secara langsung menerima gaya benturan (*impact*) tinggi, gesekan dari partikel tanah abrasif, serta pembebanan siklik selama proses penggalian dan pemuatan [9]. Masa pakai kuku bucket sangat mempengaruhi produktivitas keseluruhan, ketersediaan alat, dan biaya operasional di proyek pertambangan.

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi operasional PT. Saptaindra Sejati (SIS) yang berlokasi di Kalimantan Tengah, Indonesia. Perusahaan ini merupakan salah satu kontraktor pertambangan terkemuka di wilayah tersebut, yang beroperasi pada kondisi geologis yang menantang dengan kombinasi material tanah laterit, lempung, dan material berpasir abrasif. Kondisi lapangan di site tersebut menghadirkan lingkungan keausan yang sangat agresif bagi seluruh komponen *Ground Engaging Tools*, khususnya pada kuku bucket excavator kelas

PC400 yang digunakan secara ekstensif dalam pekerjaan pengupasan *overburden* dan pemeliharaan jalan angkut batubara.

Berdasarkan data lapangan yang dikumpulkan di site PT. Saptaindra Sejati, rata-rata masa pakai kuku *bucket* original (OEM) pada kondisi material tanah kombinasi yang terdiri dari campuran lempung, pasir, kerikil, dan kandungan batuan sedang tercatat sekitar 480 jam operasi. Melampaui batas waktu tersebut, kuku *bucket* mengalami kehilangan massa yang signifikan [7], deformasi dimensi, dan ketumpulan pada ujung potong (*cutting edge*) [8], yang mengakibatkan penurunan kemampuan penetrasi, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta perpanjangan waktu siklus penggalian. Frekuensi penggantian kuku *bucket* yang tinggi tidak hanya menimbulkan biaya pengadaan komponen yang besar, tetapi juga mengakibatkan *downtime* alat berat yang substansial, sehingga berdampak negatif terhadap efisiensi proyek dan target produksi secara keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai teknik rekayasa permukaan telah dikembangkan guna meningkatkan ketahanan aus komponen GET. Di antara berbagai metode yang ada, *hard facing* sebuah proses deposisi berbasis pengelasan menggunakan material paduan tahan aus muncul sebagai solusi yang efektif secara biaya dan praktis untuk memperpanjang masa pakai komponen alat berat di industri pertambangan tanpa perlu melakukan penggantian total [10]. *Hard facing* dilakukan dengan mengaplikasikan lapisan material keras dan tahan aus pada permukaan kritis kuku *bucket*, sehingga membentuk struktur komposit yang menggabungkan ketangguhan material dasar dengan kekerasan tinggi pada permukaan [1][5][12].

Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas *hard facing* dalam meningkatkan ketahanan aus abrasif pada kuku *bucket excavator* [4][7][9][11]. Lapisan *hard facing* pada umumnya terdiri dari matriks logam yang mengandung fasa karbida keras (misalnya karbida kromium, karbida tungsten) [8][13] yang memberikan ketahanan terhadap goresan dan pengikisan oleh partikel tanah abrasif. Selain itu, matriks logam yang ulet memberikan ketangguhan yang cukup untuk menahan beban benturan selama penggalian, sehingga mencegah terjadinya patah getas pada kuku *bucket*.

Meskipun manfaat *hard facing* telah terbukti, penerapan dan kinerjanya sangat bergantung pada berbagai faktor, antara lain jenis elektroda las, parameter deposisi, ketebalan lapisan, serta orientasi jalur las *hard facing* terhadap arah aliran material. Oleh karena itu, evaluasi spesifik lokasi sangat penting untuk menentukan prosedur *hard facing* yang optimal sesuai dengan kondisi operasional aktual di PT. Saptaindra Sejati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode *hard facing* dalam memperpanjang masa pakai kuku *bucket Hensley XS50TV* pada *excavator* [4] kelas PC400 di PT. Saptaindra Sejati, Kalimantan Tengah. Penelitian ini secara khusus membandingkan *life time* antara kuku *bucket* tanpa perlakuan (OEM) dan kuku *bucket* yang diperkuat dengan lapisan *hard facing*. Data dasar masa pakai kuku *bucket* original sebesar 480 jam operasi digunakan sebagai titik acuan untuk mengukur peningkatan yang dicapai melalui aplikasi *hard facing*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi strategi pemeliharaan di operasi pertambangan, yang pada akhirnya dapat mengurangi frekuensi penggantian komponen [6].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi efektivitas proses *hard facing* dalam meningkatkan ketahanan aus kuku *bucket Hensley XS50TV* pada *excavator PC400*. Proses *hard facing* diaplikasikan menggunakan metode pengelasan busur manual (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*) [8] dengan elektroda *Magnum 821*. Metode SMAW dipilih karena fleksibilitasnya yang tinggi, kemudahan aplikasi di lapangan, serta biaya operasional yang relatif rendah dibandingkan metode pengelasan lainnya [2][3]. Penelitian ini dilaksanakan di lokasi operasional PT. Saptaindra Sejati, Kalimantan Tengah, pada kondisi material tanah kombinasi (lempung, pasir, kerikil, batu bara dan batuan sedang) dengan rata-rata masa pakai kuku *bucket* original sebesar 480 jam operasi.

Prosedur eksperimental dimulai dengan persiapan permukaan kuku *bucket* yang meliputi pembersihan dari kotoran, karat, dan material sisa pengelasan sebelumnya menggunakan gerinda. Selanjutnya, proses *hard facing* dilakukan dengan parameter pengelasan yang disesuaikan berdasarkan rekomendasi pabrikan untuk SMAW [10][14][15], meliputi pengaturan arus listrik, tegangan, dan kecepatan pengelasan. Elektroda *Magnum 821* diaplikasikan pada permukaan kritis kuku *bucket* dengan pola pelapisan longitudinal, di mana arah jalur las searah dengan aliran material saat proses penggalian. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa orientasi longitudinal memberikan ketahanan aus terbaik karena memungkinkan partikel abrasif bergerak bebas di sepanjang permukaan dengan hambatan minimal [2].

Pengujian dilakukan dengan membandingkan dua kelompok kuku *bucket* : kelompok control 8 *PC400* (kuku *bucket* original tanpa perlakuan *hard facing*) diambil rata-rata umur pemakaiannya dan kelompok perlakuan (kuku *bucket* yang telah dilapisi *hard facing* 3 unit *PC400* dengan elektroda *Magnum 821*). Parameter yang diamati waktu operasional hingga mencapai batas keausan maksimum yang dirasakan oleh operator.

Metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) [8] atau las busur manual merupakan teknologi yang paling umum dan sesuai untuk *hard facing* komponen seperti kuku *bucket* [10][14].

1. Aksesibilitas & Fleksibilitas: Peralatan SMAW relatif mudah ditemukan dan dapat diaplikasikan langsung di lapangan (di lokasi tambang PT. Saptaindra Sejati) tanpa perlu memindahkan komponen ke bengkel khusus.
2. Biaya Efektif : Dibandingkan metode lain seperti *electroslag hard facing*, biaya investasi dan operasional SMAW jauh lebih rendah.
3. Kinerja Terbukti : Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *hard facing* dengan metode SMAW dapat meningkatkan ketahanan aus kuku *bucket* hingga 2–4 kali lipat.

PEMBAHASAN

Pengujian dalam penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi efektivitas metode *hard facing* dalam meningkatkan masa pakai kuku *bucket Hensley XS50TV* pada *excavator PC400*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan rata-rata umur pakai antara kuku *bucket genuine* (original/OEM) tanpa perlakuan dan kuku *bucket* yang telah diaplikasikan *hard facing* menggunakan elektroda *Magnum 821* dengan metode SMAW [14][15]. Penelitian dilaksanakan di lokasi operasional PT. Saptaindra Sejati, Kalimantan Tengah, pada kondisi material tanah kombinasi (lempung, pasir, kerikil, batu bara dan batuan sedang).

Tabel 1. *Life Time Tooth Bucket Genuine*

Life Time Tooth Genuine Non Hard Facing								
<i>Code Number Unit</i>	EX040-0040	EX040-0041	EX040-0042	EX040-0045	EX040-0046	EX040-0047	EX040-0048	EX040-0050
<i>HM Install</i>	6,248	5,533	4,778	5,346	3,674	5,250	4,883	2,551
<i>HM Replace</i>	6,740	5,970	5,301	5,864	4,103	5,666	5,355	3,103
<i>Life Time (Hour)</i>	492	437	523	518	429	416	472	552
Average 8 unit	480							

Berikut prosedur pengelasan yang dilakukan:

1. *Welding Current* 110 – 135 Amp, 380VAC.
2. *Welding speed* 100 MM per minute.
3. Panjang 15 CM dari ujung kuku bucket ke bawah.
4. Tebal *max* 2 MM, lapis 1,5 layer.
5. Pendinginan suhu ruangan.

Pebandingan fisik *tooth bucket*

**Gambar 1.** *Tooth Bucket Genuine dan Setelah Hard Facing*

Hasil yang diperoleh setelah PC400 beroperasi yaitu:

Tabel 2. *Life Time Tooth Bucket Hard Facing*

Life Time Tooth Genuine With Hard Facing			
<i>Code Number Unit</i>	EX040-0047	EX040-0041	EX040-0050
<i>HM Install</i>	5,600	19,846	2,589
<i>HM Replace</i>	6,426	20,474	3,375
<i>Life Time (Hour)</i>	826	628	786
Average 8 unit	747		

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di lokasi operasional PT. Saptaindra Sejati, Kalimantan Tengah, dapat disimpulkan bahwa aplikasi metode *hard facing* menggunakan elektroda Magnum 821 dengan proses SMAW terbukti efektif dalam meningkatkan masa pakai kuku bucket Hensley XS50TV pada excavator PC400. Kuku *bucket original (genuine)* menunjukkan rata-rata masa pakai sebesar 480 jam operasi, sedangkan kuku *bucket* yang telah diaplikasikan *hard facing* menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan rata-rata masa pakai mencapai 747 jam operasi. Dengan demikian, metode *hard facing* mampu memperpanjang *lifetime* kuku bucket sebesar 55,6% dibandingkan dengan kuku bucket tanpa perlakuan.

Penurunan biaya per jam operasi ini menunjukkan bahwa meskipun investasi awal untuk kuku bucket dengan perlakuan *hard facing* lebih tinggi, perpanjangan masa pakai yang dicapai memberikan pengembalian investasi dengan selisih Rp 7,954 per jam.

Tabel 3. Perbandingan *Cost Per Hour Tooth Bucket Genuine* terhadap *Hard Facing*

Perbandingan CPH Tooth Bucket PC 400		
Type	Tooth Bucket Genuine	Genuine + Hard Facing
Price Tooth	Rp24,614,250.00	Rp24,614,250.00
Price Elektroda	0	Rp7,500,000.00
Cost man power	0	Rp250,000.00
Total	Rp24,614,250.00	Rp32,364,250.00
Life Time (H)	480.00	747.00
Cost Per Hour	Rp51,279.69	Rp43,325.64

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa metode *hard facing* dengan elektroda Magnum 821 merupakan solusi teknologi perawatan yang efektif dan layak secara ekonomi untuk diterapkan pada kuku *bucket excavator* PC400 di PT. Saptaindra Sejati.

Peningkatan *life-time tooth bucket* tidak hanya memberikan manfaat dari sisi efisiensi biaya operasional, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap aspek keberlanjutan lingkungan. Dengan bertambahnya umur pakai *bucket tooth*, frekuensi penggantian komponen menjadi lebih rendah sehingga jumlah *bucket tooth* bekas yang dihasilkan dari aktivitas perawatan alat berat dapat diminimalkan. Kondisi ini berkontribusi pada pengurangan limbah logam (besi) yang dihasilkan selama proses pemeliharaan. Oleh karena itu, implementasi teknologi *hard facing* pada *bucket tooth* mendukung upaya PT Saptaindra Sejati dalam pengelolaan lingkungan hidup melalui prinsip *reduce* pada konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), yaitu mengurangi timbulan limbah sejak sumbernya. Selain meningkatkan efisiensi penggunaan material, strategi ini juga mendukung praktik pertambangan yang lebih berkelanjutan (*sustainable mining*) dengan menekan konsumsi sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan akibat pembuangan komponen logam bekas.

Saran

Keberhasilan metode *hard facing* pada kuku bucket mendorong dilakukannya penelitian serupa pada komponen *Ground Engaging Tools* lainnya seperti *adaptor* kuku *bucket*, *cutting edge blade*, dan *ripper shank*, *point ripper* yang juga mengalami keausan abrasif tinggi di lokasi pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badisch, E., Katsich, C., Winkelmann, H., Franek, F., & Roy, M. (2010). Wear behaviour of hardfaced Fe–Cr–C alloy and austenitic steel under 2-body and 3-body conditions at elevated temperature. *Tribology International*, 43(7), 1234–1244.
- [2] Chatterjee, S., & Pal, T. K. (2003). Wear behaviour of hardfacing deposits on cast iron. *Wear*, 255(1–6), 417–425.
- [3] Coronado, J. J., Caicedo, H. F., & Gómez, A. L. (2009). The effects of welding processes on abrasive wear resistance for hardfacing deposits. *Tribology International*, 42(5), 745–749.
- [4] Darmo, S., & Prihadianto, B. D. (2022). The effect of hard facing process on the hardness and microstructure of bucket tooth for different manganese content. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(3), 789–798.
- [5] Das, B., Sawrava, K., Singh, S. B., & Bandyopadhyay, P. P. (2021). Tribological behaviour of the hardfacing alloys utilised to fabricate the wear parts of an excavator bucket. *Transactions of the IMF*, 99(3), 153–161.
- [6] Fajri, K. (2025). *Analisis perbandingan nilai kekerasan dan struktur mikro tooth bucket excavator dari tiga produsen berbeda* [Skripsi, Institut Teknologi Sumatera].
- [7] Ismail, R., Muhammad, Z., Jamari, J., & Bayuseno, A. P. (2020). Designing and wear testing of excavator bucket teeth for the need of Indonesian mining. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(1), 21–26.
- [8] Oo, H. Z., & Muangjunburee, P. (2018). Wear behaviour of hardfacing on 3.5% chromium cast steel by submerged arc welding. *Materials Today: Proceedings*, 5(3), 9281–9289.
- [9] Purnomo, J. (2024). *Analisis kerusakan kuku bucket pada excavator Kobelco SK200* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Ponorogo].
- [10] Rerung, O. D. (2024). Hardness analysis of hard facing in shield metal arc welding (SMAW) welding process for manufacturing excavators bucket teeth using hot rolled plate KS 440 material. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 13(2).
- [11] Singla, S., Kang, A. S., & Grewal, J. S. (2012). Enhancing wear resistance of low alloy steel applicable on excavator bucket teeth via hardfacing. *Asian Review of Mechanical Engineering*, 1(2), 51–54.
- [12] Srikarun, B., & Muangjunburee, P. (2015). Wear behavior of hardfacing deposits on 3.5% chromium cast steel. *Key Engineering Materials*, 658, 167–171.
- [13] Yüksel, N., & Şahin, S. (2014). Wear behavior–hardness–microstructure relation of Fe–Cr–C and Fe–Cr–C–B based hardfacing alloys. *Materials & Design*, 58, 491–498.
- [14] Zaenudin, M. A. L. (2025). *Efek penambahan nikel saat proses SMAW menggunakan elektroda HV 600 terhadap struktur mikro, laju korosi dan kekerasan* [Skripsi, Universitas Negeri Jakarta].
- [15] Zulfadly, G., & Bonaparte, B. (2025). Perbaikan kerusakan pada bucket BWE (Bucket Wheel Excavator) dengan metode pengelasan SMAW. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains (JITS)*, 9(1), 45–54.