



Analisis Kekerasan Material Hasil *Rebuild Wheel Bogie* BWE dengan Proses Pengelasan GMAW Menggunakan *Filler Metal* ER307

Fachrezi Indiarta¹, Irza Sukmana¹, dan An-Nisa Magnolia^{1*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung 35145, Indonesia

*) e-mail Corresponding : annisa.magnolia@eng.unila.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Article history:

Published : 15-05-2025

Kata kunci:

Bucket Wheel Excavator (BWE);

Metal Inert Gas (MIG);

Rebuild;

Uji kekerasan;

Ketahanan aus;

Penggunaan *Bucket Wheel Excavator* (BWE) dalam sistem penambangan berkelanjutan membutuhkan keandalan setiap komponennya, termasuk *wheel bogie* yang berfungsi menanggung beban besar selama operasi. Komponen ini sering mengalami tekanan tinggi sehingga rentan terhadap keausan dan kerusakan. Kerja praktik ini bertujuan menganalisis kekuatan hasil pengelasan pada *wheel bogie* sebagai upaya meningkatkan sifat mekanik, memperpanjang umur pakai, serta meningkatkan efisiensi operasional BWE. Proses weld repair dilakukan menggunakan metode pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) dengan teknik *Weld Layering* untuk memperkuat dan memperbaiki struktur *wheel bogie* yang mengalami kerusakan. Pengujian kekerasan *Rockwell* (HRC) digunakan untuk mengevaluasi kualitas hasil pengelasan. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kekerasan yang signifikan setelah proses *rebuild*, yaitu dari 33 HRC menjadi 91.7–97.0 HRC (rata-rata 97.94 HRC). Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa metode *rebuild* efektif dalam meningkatkan kekerasan material dan ketahanan aus pada *wheel bogie*.

1. Pendahuluan

Dalam operasional pertambangan batubara, diterapkan dua sistem penambangan utama, yaitu continuous surface mining di wilayah Tambang Air Laya (TAL) dan conventional mining di wilayah Non Air Laya (NAL). Pada sistem continuous surface mining, digunakan rangkaian peralatan yang saling terintegrasi untuk mendukung proses produksi. Efisiensi sistem ini sangat bergantung pada kinerja setiap unit yang harus beroperasi dengan baik serta memperoleh perawatan yang memadai. Sementara itu, sistem conventional mining mengandalkan alat mekanis utama seperti *shovel*, *dump truck*, dan *bulldozer* sebagai pendukung proses penambangan.

Salah satu alat tambang utama (ATU) yang digunakan dalam kedua sistem tersebut adalah *Bucket Wheel Excavator* (BWE), yaitu alat berat yang berfungsi sebagai penggali material secara berkelanjutan dalam skala besar. BWE paling efektif dioperasikan pada area tambang dengan tanah lunak yang minim kandungan batuan keras. Komponen penting dari BWE adalah *wheel bogie*, yang berperan dalam

mendukung mobilitas alat, menahan beban berat, serta menanggung gesekan dan tekanan mekanis selama proses penambangan. Kinerja *wheel bogie* sangat dipengaruhi oleh struktur desain serta karakteristik material penyusunnya [1], [2].

Dalam kegiatan kerja praktek ini, dilakukan analisis terhadap proses perbaikan *wheel bogie* menggunakan metode *weld repair* dengan teknik pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) [3], [4]. Proses perbaikan dilakukan dengan pendekatan *weld layering*, yaitu penambahan lapisan logam secara bertahap untuk memperbaiki bagian yang mengalami keausan. Tujuan dari metode ini adalah memulihkan integritas struktural *wheel bogie* serta meningkatkan kekuatan mekanik dan ketahanan ausnya, sehingga dapat memperpanjang umur pakai dan meningkatkan efisiensi operasional BWE [5].

Wheel bogie adalah sebuah unit yang terdiri dari dua atau lebih roda yang dipasang pada rangka yang sama. Pada BWE, *wheel bogie* ini berfungsi sebagai roda untuk bergerak dan menopang berat mesin yang sangat besar. BWE menggunakan *wheel bogie* karena beratnya yang luar biasa,

sehingga memerlukan distribusi beban yang merata agar tidak merusak permukaan tanah dan tetap stabil saat beroperasi. *Wheel bogie* bekerja dengan prinsip distribusi beban. Berat BWE yang sangat besar didistribusikan secara merata ke beberapa roda melalui *wheel bogie*. Hal ini mengurangi tekanan pada tanah, sehingga mencegah BWE tenggelam atau merusak permukaan tempatnya beroperasi. Selain itu, *wheel bogie* juga memungkinkan BWE bergerak dengan lebih stabil dan mudah bermanuver [6], [7].

Ada tiga metode pengujian kekerasan yang paling sering dipakai, yaitu metode *Brinell*, *Rockwell*, dan *Vickers*. Pengujian kekerasan *Rockwell* sering digunakan untuk material yang memiliki tingkat kekerasan tinggi [8]. Hal ini disebabkan oleh beberapa keunggulan metode ini, antara lain proses pengujian yang cepat, minim kesalahan akibat faktor manusia, mampu mendeteksi perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang telah mengalami proses pengerasan, serta menghasilkan lekukan (indentasi) yang relatif kecil. Maka metode ini sangat sesuai untuk menguji komponen yang memiliki bagian bagian kecil atau tipis tanpa merusak struktur keseluruhan material [8].

Adapun tujuan dari kerja praktek ini adalah Mengetahui rangkaian proses rebuild pada komponen *wheel bogie*. Dan Menentukan nilai kekerasan hasil pengelasan pada proses rebuild *wheel bogie* guna mengevaluasi kualitas perbaikannya [3].

2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ASTM A387 Grade 11. Baja ini dipilih karena memiliki sifat mekanik yang baik dan banyak digunakan dalam industri pertambangan. Baja ini memiliki kandungan karbon rendah yang membuatnya mudah dibentuk, namun membutuhkan peningkatan kekerasan untuk menambah ketahanan terhadap keausan.

Filler metal yang digunakan dalam proses pengelasan adalah ER307, yang merupakan jenis kawat las yang cocok untuk pengelasan baja karbon rendah hingga menengah. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan metode *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), yang memungkinkan untuk pengelasan yang lebih efisien dengan hasil yang lebih baik.

Alat pengujian yang digunakan untuk mengukur kekerasan material adalah mesin *Rockwell Hardness Tester*. Mesin ini digunakan untuk mengukur kekerasan material dengan memberikan beban tertentu pada permukaan material dan mengukur kedalaman lekukan yang terjadi. Pengujian dilakukan dengan beban uji sebesar 150 Kg.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini, termasuk pengelasan dan pengujian kekerasan

1. Persiapan Spesimen

Material *wheel bogie* yang terbuat dari baja ASTM A387 Grade 11 dipersiapkan untuk diuji. Spesimen yang akan diuji dibersihkan dari kotoran dan kontaminan lainnya agar pengelasan dapat berjalan dengan baik.

2. Proses Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW)

Pengelasan dilakukan pada material *wheel bogie* menggunakan *filler metal* ER307 dan mesin pengelasan GMAW. Proses pengelasan dilakukan secara bertahap untuk memastikan hasil pengelasan yang optimal. Setiap pengelasan disertai dengan proses **preheating**

dan *cooling time* untuk mencegah terjadinya retak pada hasil pengelasan.

3. Pengujian Kekerasan Rockwell

Setelah proses pengelasan selesai, spesimen diuji menggunakan metode *Rockwell Hardness Test* untuk mengukur tingkat kekerasan material sebelum dan setelah pengelasan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap spesimen untuk mendapatkan nilai rata-rata yang lebih akurat.

4. Hasil dan pembahasan

Adapun hasil dari penelitian ditunjukkan pada table 1 sebagai berikut,

Tabel 1. Data Sebelum Pengujian

No.	Material	Type	Nilai Kekerasan
1	<i>Wheel Bogie</i>	ASTM A387 Grade 11	33 (HRC)

Pada tabel 1, material yang digunakan adalah *Wheel bogie*, yang terbuat dari baja dengan jenis ASTM A387 Grade 11. Baja ini memiliki nilai kekerasan sebesar 33 HRC sebelum dilakukan proses *rebuild* pada material *wheel bogie*. Nilai kekerasan ini menunjukkan karakteristik material dalam menahan deformasi akibat beban yang diberikan. Pengukuran kekerasan ini penting untuk memahami sifat mekanik material sebelum mengalami perlakuan lebih lanjut, yang dapat meningkatkan ketahanan aus dan umur pakai komponen tersebut.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Rockwell*

No.	Beban (Kgf)	Titik pengujian	Nilai Kekerasan (HRC)
1	150	1	46.2
2		2	44.7
3		3	42.3
4		4	44.5
5		5	47.8
6	Rata-rata		45.7

Pada tabel 2, merupakan pengujian kekerasan dilakukan dengan Metode *Rockwell*, pengujian ini dilakukan dengan percobaan selama 5 kali. Pengujian kekerasan (*hardness test*) dilakukan untuk melihat karakteristik sifat mekanik kekerasan dari hasil rebuild *wheel bogie*. Sifat kekerasan sangat penting untuk diketahui untuk mengetahui sejauh mana ketahanan suatu material terhadap pembebanan dan suatu gesekan. Selanjutnya dapat disimpulkan pada gambar grafik yaitu sebagai berikut,



Gambar 1. Grafik pengujian kekerasan

Pada gambar grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kekerasan rata-rata 45.7 HRC menunjukkan material yang diuji memiliki kekerasan yang sangat tinggi, kemungkinan akibat perlakuan panas pengerasan atau penggunaan baja paduan. Pengujian pertama menghasilkan nilai 46.2 HRC, mendekati nilai rata-rata, menandakan pengerasan yang efektif. Pengujian kedua menghasilkan 44.7 HRC, masih sangat tinggi meski sedikit lebih rendah.

Nilai kekerasan 42.3 HRC pada pengujian ketiga adalah yang terendah, kemungkinan disebabkan oleh perlakuan pengerasan yang tidak merata atau perbedaan komposisi material. Pengujian keempat menunjukkan nilai 44.5 HRC, mirip dengan pengujian kedua. Pengujian kelima menunjukkan nilai tertinggi 47.8 HRC, menunjukkan pengerasan yang sangat efektif.

Perbandingan antara nilai kekerasan sebelum dan sesudah rebuild menunjukkan peningkatan signifikan dari 33 HRC menjadi 45.7 HRC. Peningkatan ini menandakan bahwa proses rebuild efektif, kemungkinan melibatkan pengelasan dengan elektroda keras atau perlakuan panas. Material setelah rebuild memiliki ketahanan aus yang jauh lebih baik, menjadikannya lebih tahan lama dan efisien.

4. Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian proses rebuild wheel bogie dan hasil pengujian mekanis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prosedur perbaikan telah mengikuti tahapan yang tepat untuk memulihkan dimensi dan karakteristik permukaan komponen. Proses dimulai dari identifikasi tingkat keausan pada permukaan *wheel bogie* untuk menentukan kebutuhan penambahan material las. Pengelasan dilakukan menggunakan *filler metal* ER307 dengan diameter *wire* 1.2 mm melalui metode MIG welding, yang dipilih karena kemampuannya menghasilkan deposit logam yang stabil, penetrasi baik, serta minim cacat. Tahapan pengelasan juga disertai penentuan parameter penting seperti *preheating* dan *cooling time* yang diperlukan untuk mengendalikan laju pendinginan, mengurangi risiko retak termal, serta menjaga integritas struktur logam.

Selama proses pengelasan yang berlangsung selama tujuh hari, penambahan material dilakukan secara bertahap untuk memastikan *bonding* yang baik antara logam las dan material dasar. Setelah volume penambahan material memenuhi kebutuhan, proses dilanjutkan dengan *finishing* melalui pembubutan untuk menghilangkan kelebihan material, sehingga diperoleh diameter akhir yang sesuai

spesifikasi yaitu 500 mm, dengan toleransi dimensi yang terkontrol.

Dari hasil pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell (skala HRC), diperoleh nilai pada rentang 46,2–47,8 HRC dengan nilai rata-rata 45,7 HRC. Nilai ini menandakan bahwa material *wheel bogie* memiliki tingkat kekerasan yang sangat tinggi, yang secara umum berada pada kategori baja paduan keras. Kekerasan tinggi tersebut mengindikasikan bahwa material kemungkinan besar telah melalui perlakuan panas pengerasan (*heat treatment*) seperti *quenching* dan *tempering*, atau merupakan bahan baja paduan berkekuatan tinggi yang secara natural memiliki nilai kekerasan tinggi. Kondisi ini penting karena tingkat kekerasan yang memadai sangat berpengaruh pada ketahanan aus (*wear resistance*) *wheel bogie* dalam operasional.

Secara keseluruhan, proses *rebuild* yang dilakukan telah berhasil mengembalikan dimensi serta karakteristik mekanik wheel bogie sehingga layak digunakan kembali. Kombinasi metode pengelasan yang tepat, kontrol proses termal, serta finishing machining yang presisi memastikan bahwa komponen dapat memenuhi standar kualitas dan performa yang dibutuhkan pada sistem bogie kereta. Hasil pengujian kekerasan juga mendukung bahwa material telah memiliki sifat mekanik yang sesuai untuk diaplikasikan pada komponen yang bekerja di bawah beban berat dan kontak gesek tinggi..

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Bukit Asam Tbk dan Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung (UNILA) yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar pustaka

- [1]. B. Bandanadjaja and M. Achyarsyah, "Perancangan material coran baja link track untuk bucket wheel excavator batubara," CR Journal, vol. 1, no. 01, pp. 47–63, Jun. 2015, <https://doi.org/10.34147/crj.v1i01.191>.
- [2]. G. Kritikakis et al., "Toward the Optimization of Mining Operations Using an Automatic Unmineable Inclusions Detection System for Bucket Wheel Excavator Collision Prevention: A Synthetic Study," Sustainability, vol. 15, no. 17, p. 13097, 2023. <https://doi.org/10.3390/su151713097>.
- [3]. Rohman, A. Suprayitno, and M. Tiar, "Analisis Pengaruh Parameter Pengelasan GMAW terhadap Struktur Mikro, Makro, dan Nilai Kekerasan pada ASTM A537 dan ASTM A653 DDS," Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin, vol. 13, no. 2, pp. 107–115, 2023. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i2.5290>.
- [4]. B. Sulistiyo and H. Purwanto, "Analisis pengaruh arus pengelasan GMAW terhadap struktur makro, mikro dan sifat mekanik pada material baja karbon ASTM A36," Jurnal Ilmiah MOMENTUM, vol. 17, no. 1, pp. 36–42, 2021. <https://doi.org/10.36499/mim.v17i1.4346>.
- [5]. V. A. Florea, M. Toderaş, and D. Tihanov-Tănăsache, "Influence of Abrasive Wear on Reliability and Maintainability of Components in Quarry Technological

Equipment: A Case Study,” Applied Sciences, vol. 15, no. 7, p. 3603, 2025.

<https://doi.org/10.3390/app15073603>.

- [6]. S. Bošnjak, Z. Petković, N. Zrnić, M. Pantelić, and A. Obradović, “Failure analysis and redesign of the bucket wheel excavator two-wheel bogie,” Engineering Failure Analysis, vol. 17, pp. 473–485, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2009.09.007>.

- [7]. I. Milenović, S. Bošnjak, N. Gnjatović, and A. Obradović, “Bucket wheel excavators with a kinematic breakdown

system: Identification and monitoring of the basic parameters of static stability of the slewing superstructure,” Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, vol. 24, no. 2, pp. 359–370, 2022.

- [8]. M. Syaifudin and W. Soedarmadji, “Pengaruh arus pengelasan GMAW pada plat baja ST 42 terhadap uji kekerasan dan mikrostruktur,” Jurnal Teknik Mesin Cakram, vol. 6, no. 2, pp. 78–87, 2023. <https://doi.org/10.32493/jtc.v6i2.40071>.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).