

Pengaruh Perlakuan Karburising Menggunakan Arang Kayu Kusambi Terhadap Kekerasan Material Pada Spesimen Tooth Bucket Excavator

Mohammad Fadel¹, Erich U. K. Maliwemu^{2*}, Yeremias M. Pell³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: erich.umbu@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh karburasi menggunakan arang kusambi terhadap kekerasan Gigi *Bucket Excavator*. *Excavator* merupakan salah satu alat berat yang sering digunakan dalam berbagai jenis proyek untuk melakukan berbagai proyek seperti bongkar muat aspal, menggali tanah dan juga digunakan dalam dunia pertambangan untuk menggali. Penelitian ini dilakukan di kampus Politeknik Negeri Kupang pada bulan Mei hingga Juni 2024, dengan menggunakan alat-alat seperti tungku, gerinda listrik, mikroskop, alat uji kekerasan, ayakan 60 mesh, kotak karburasi dan bahan yang digunakan adalah tooth bucket excavator dan serbuk arang kusambi. Penelitian ini menggunakan 2 pengujian yaitu pengujian kekerasan Vickers dan pengujian struktur mikro. pada pengujian kekerasan Vickers nilai kekerasan rata-rata untuk setiap variasi media yang paling baik adalah dengan perlakuan kekerasan 130 gram dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 36 VHN. sedangkan pada pengujian struktur mikro dengan perlakuan 130 gram struktur perlit semakin banyak dan ukuran butir mulai merata sepanjang penetrasi walaupun masih banyak ferit pada sisi perlit.

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the effect of carburizing using kusambi charcoal on the hardness of Excavator Bucket Tooth. An excavator is a piece of heavy equipment that is often used in various types of projects to carry out various projects such as loading and unloading asphalt, digging soil and is also used in the mining world for digging. This research was conducted at the Kupang State Polytechnic campus from May to June 2024, using tools such as a furnace, electric grinder, microscope, hardness testing equipment, 60 mesh sieve, carburizing box and the materials used were an excavator tooth bucket and kusambi charcoal powder. . This research uses 2 tests, namely Vickers hardness testing and microstructure testing. In the Vickers hardness test, the average hardness value for each media variation was the best with a hardness treatment of 130 grams with an average hardness value of 36 VHN. Meanwhile, in the microstructure test with 130 grams of pearlite treatment, the pearlite structure increased and the grain size began to even out along the penetration, although there was still a lot of ferrite on the pearlite side.

Keywords: Vickers Hardness, Kusambi Wood Charcoal, Tooth Bucket Excavator

1. PENDAHULUAN

Excavator adalah salah satu alat berat yang sering digunakan dalam berbagai jenis proyek untuk melakukan berbagai pekerjaan berat, seperti membongkar aspal, menggali tanah dan juga digunakan di dunia pertambangan sebagai alat utama untuk menggali. Pada *excavator*, bagian yang digunakan sebagai alat penggali dan pengangkat material disebut sebagai *excavator bucket*. Bagian ujung dari *bucket* ini yang berperan seperti cakar-cakar disebut *Tooth bucket*, merupakan bagian yang paling mungkin mengalami kerusakan ketika *excavator* di operasikan [1]. Sehingga diperlukan cara-cara untuk mengatasi hal tersebut agar meningkatkan ketahanan saat beroperasi pada beban ekstrim. Untuk mengatasi kegagalan tersebut dilakukan peningkatan sifat mekanis terutama nilai kekerasan, maka perlu diketahui sifat-sifat material, Sifat-sifat material *tooth bucket* itu antara lain seperti sifat fisik, sifat mekanik dan sifat kimia [2].

Pentingnya sifat fisis dan mekanis pada *tooth bucket excavator* adalah untuk mengetahui sifat fisis bahan tersebut setelah terkena perlakuan panas pada suhu tertentu misalnya, bahan akan mengalami perubahan struktur mikro dan mengetahui fasa yang terkandung.

Pada penelitian ini yang akan dilakukan adalah meneliti dan menjelaskan tentang sifat mekanik yaitu kekerasan material. kekerasan adalah kemampuan material dalam menahan beban tekanan. Sifat ini penting karena akan sangat berkaitan dengan penggunaan pada *tooth bucket*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara struktur mikro dan tingkat kekerasan pada material tersebut.

Salah satu metode untuk mendapatkan tingkat kekerasan yang diinginkan yaitu dengan proses karburising [3]. Proses karburising adalah proses perlakuan panas pada permukaan benda kerja dengan memanfaatkan karbon sebagai unsur pengerasan [4]. Prinsip kerja perlakuan panas jenis ini adalah meletakkan karbon disekitar benda kerja pada saat dipanaskan sehingga karbon akan berdifusi dengan permukaan benda kerja. Macam-macam bahan yang dapat digunakan untuk proses karburising antara lain: arang batok kelapa, kulit kerang, arang kusambi dan lain lain. Penggunaan bahan utama yaitu dari hasil pembakaran kayu kusambi dikarenakan bahan kayu kusambi mudah ditemukan di sekitar Kota Kupang dibandingkan arang tempurung kelapa. Kayu kusambi merupakan kayu yang sangat keras, padat, rapat, kusut, dan lebih berat dari kayu besi, sehingga sangat unggul sebagai kayu bakar dan untuk pembuatan arang pada media karburising [5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Pada penelitian ini menggunakan *Pack Carburising* yang melibatkan *tooth bucket excavator*. Proses ini memungkinkan karbon dari arang tersebut untuk berdifusi kepermukaan baja dan meningkatkan kekerasan. Dengan melakukan pengujian berulang sebanyak tiga kali untuk berbagai variasi massa. Pada penelitian alat yang digunakan adalah tungku pembakaran, gurinda listrik, mikroskop, alat uji kekerasan, ayakan 60 mesh dan kotak karburising. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Tooth bucket excavator* dan serbuk arang kusambi.

Variable pada penelitian ini adalah

Variable tetap : temperatur karburising $T = 900\text{ }^{\circ}\text{C}$

waktu 120 menit

Variabel bebas : 110 gram, 120 gram dan 130 gram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Data pengujian setiap spesimen ada tiga titik pengujian, sehingga menghasilkan data kekerasan seperti Tabel 1

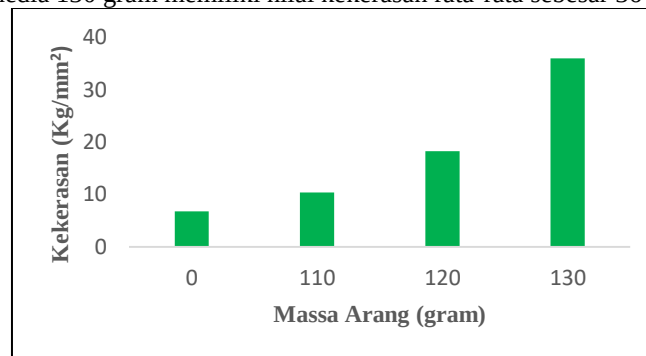
Tabel 1. Data Pengujian Spesimen

Spesimen	Massa Arang (gram)	Nilai Kekerasan VHN (kg/mm^2)	Rata-rata VHN (kg/mm^2)
A	0	5,8	6,76
		7,1	
		7,4	
B	110	10,5	10,36
		10,6	

Spesimen	Massa Arang (gram)	Nilai Kekerasan VHN (kg/mm ²)	Rata-rata VHN (kg/mm ²)
		10,6	
C	120	28,3	18,26
		12,7	
		13,8	
D	130	38,6	36
		40,0	
		35,4	

3.2 Pembahasan

Dari hasil pengujian kekerasan skala *vickers* maka diperoleh data seperti yang terlihat pada Gambar 1. Data-data ini dimasukkan pada persamaan untuk mengetahui kekerasan skala *Vickers*, perbedaan nilai kekerasan pada media 110 gram arang kesambi 100%, 120 gram arang kusambi 100% dan 130 gram arang kesambi 100% dengan media pendingin (*normalizing*), di atas dapat membuktikan bahwa jenis media *carburising* berpengaruh terhadap tingkat kekerasan pada baja *AISI* 1045 yang telah di-*carburising*, angka kekerasan baja *AISI* 1045 yang tidak mengalami perlakuan menunjukkan angka kekerasan rata-rata 6,76 VHN. Sedangkan baja yang di *carburising* dengan menggunakan media *carburising* arang kusambi 110 gram memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 10,36 VHN, selanjutnya untuk media 120 gram memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 18,26 VHN dan untuk media 130 gram memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 36 VHN.



Gambar 1. Nilai kekerasan seluruh spesimen

Berdasarkan tabel dan grafik kekerasan ini perhitungan nilai kekerasan rata-rata untuk masing-masing variasi media yang terbaik adalah dengan perlakuan kekerasan media 130 gram. Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa perbandingan nilai kekerasan dari setiap spesimen yang digunakan hasilnya berbeda-beda. Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan yg dilakukan pada logam dalam keadaan padat dan berfungsi untuk dapat memperbaiki struktur mikro dan sifat mekanis yang ada pada logam [6]. Proses perlakuan panas dapat mengintroduksi tegangan residual ke dalam material. Tegangan residual ini sering meningkatkan kekerasan material karena memperkuat struktural internalnya.

Pada pengujian baja khususnya nilai kekerasan VHN akan semakin meningkat bila dilakukan proses *pack carburising*, dengan media *carburising* arang kusambi pada suhu 900°C selama 2 jam dengan media *normalizing*, secara cepat mengalami peningkatan kekerasan dari pada spesimen tanpa perlakuan melalui proses *carburising* atau spesimen tanpa perlakuan. Baja adalah logam

panduan besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2 – 2,1 % dari berat *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengerasan pada kisi kristal atom besi. Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon lebih kecil 1,7%, sedangkan karbon mempunyai kadar karbon lebih besar dari 1,7% . Baja mempunyai unsur-unsur lain sebagai pepadu yang dapat mempengaruhi sifat dari baja. Penambahan unsur-unsur dalam baja karbon dengan satu unsur atau lebih, bergantung pada karakteristik baja karbon yang akan dibuat [7].

Hasil Uji Struktur Mikro

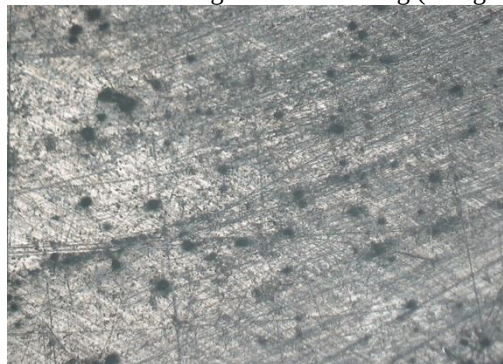
Spesimen Tanpa Perlakuan



Gambar 2. Struktur Mikro Spesimen tanpa Perlakuan dengan Pembesaran 10x

Hasil pengamatan struktur mikro dari spesimen tanpa perlakuan pack carburising dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan bahwa *ferrite* berwarna terang putih dan *perlite* berwarna gelap dan hitam lebih besar ukurannya dibandingkan dengan karbida. Karbida akan membesar jika terjadi perlakuan panas terhadap benda kerja (baja karbon menengah). Kemudian struktur *ferrite* lebih dominan dari pada struktur *pearlite* yang lebih sedikit jumlahnya. Sehingga kekerasan dari material tanpa perlakuan menjadi lebih rendah. Hal ini terjadi karena tidak adanya penambahan unsur karbon yang diberikan pada material dan sesuai dengan kandungan karbon yang terkandung pada material tanpa perlakuan.

Spesimen Dengan Perlakuan Carburizing dan Normalizing (110 gram)

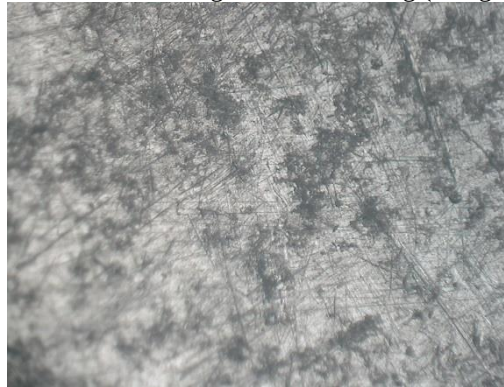


Gambar 3. Struktur Mikro Spesimen dengan Perlakuan (110 gram) dengan 10x pembesaran

Hasil pengamatan struktur mikro dari spesimen yang telah mengalami proses *Pack Carburizing* dengan media Carburising arang kusambi 100% pada suhu 900°C dengan menggunakan media

pendingin (*normalizing*). Struktur-struktur perlit jumlahnya semakin banyak dan ukuran butirannya mulai merata di sepanjang penetrasi walaupun pada sisi perlitnya masih terdapat banyak *ferit*. Peningkatan jumlah pearlite yang lebih banyak dibandingkan dengan struktur mikro spesimen tanpa perlakuan, dapat terjadi karena adanya pengaruh penambahan unsur karbon ke dalam material selama proses difusi karbon dengan cara pemanasan pada spesimen dengan temperatur 900°C serta adanya masih terdapat banyak ferit. Peningkatan jumlah pearlite yang lebih banyak dibandingkan dengan struktur mikro spesimen tanpa perlakuan, dapat terjadi karena adanya pengaruh penambahan unsur karbon ke dalam material selama proses difusi karbon dengan cara pemanasan pada spesimen dengan temperatur 900°C serta adanya penambahan media carburising arang kusambi 100% sebagai energizer yang merupakan unsur untuk mempercepat proses difusi karbon ke dalam baja sehingga dapat membentuk struktur pearlit lebih banyak. Sehingga menjadikan spesimen ini menjadi lebih keras dari sebelumnya dan juga dipengaruhi oleh terjadinya proses pendinginan yang cepat sehingga dapat merubah sifat fisis daripada baja.

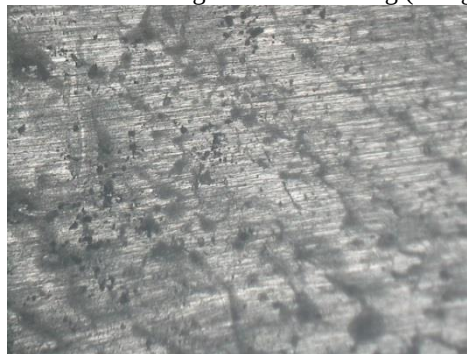
Spesimen Dengan Perlakuan Carburizing Dan Normalizing (120 gram)



Gambar 4. Struktur Mikro Spesimen dengan Perlakuan (120 gram) dengan 10x pembesaran

Hasil pengamatan struktur mikro dari spesimen yang telah mengalami proses *pack carburising* dengan media *carburising* arang kusambi 100% pada suhu 90°C dengan waktu 120 menit menggunakan *normalizing*. Struktur-struktur perlit jumlahnya semakin banyak dan ukuran butirannya mulai merata disepanjang penetrasi walaupun pada sisi perlitnya masih terdapat banyak *ferit*. Peningkatan jumlah *pearlite* yang lebih banyak dibandingkan dengan struktur mikro spesimen tanpa perlakuan, dapat terjadi karena adanya pengaruh penambahan unsur karbon ke dalam material selama proses defusi karbon dengan cara pemanasan pada spesimen dengan temperatur 900°C [8].

Spesimen Dengan Perlakuan Carburizing Dan Normalizing (130 gram)



Gambar 5. Struktur Mikro Spesimen dengan Perlakuan (130 gram) dengan 10x pembesaran

Hasil pengamatan struktur mikro dari spesimen yang telah mengalami proses *pack carburising* dengan media *carburising* arang kesambi 100% pada suhu 900⁰C dengan menggunakan media pendingin (*normalizing*). Struktur-struktur perlit jumlahnya semakin banyak dan ukuran butirannya mulai merata di sepanjang penetrasi walaupun pada sisi perlitnya masih terdapat banyak *ferrit*. Peningkatan jumlah *pearlite* yang lebih banyak dibandingkan dengan struktur mikro spesimen tanpa perlakuan, dapat terjadi karena adanya pengaruh penambahan unsur karbon ke dalam material selama proses difusi karbon dengan cara pemanasan pada temperatur dengan temperatur 900⁰C

4. KESIMPULAN

Keefektifan penambahan serbuk arang kusambi tergantung pada suhu pemanasan. dimana 110 gram arang kusambi memperoleh nilai rata-rata kekerasan optimum sebesar 10,36 VHN, pada 120 gram arang kusambi nilai rata-rata kekerasan optimum ialah sebesar 18,26. Arang kusambi 130 gram lebih berpengaruh terhadap kenaikan angka kekerasan pada suhu 900⁰C. Pada suhu pemanasan kenaikan nilai kekerasan permukaan cenderung naik. Angka kekerasan optimum yang diperoleh adalah 36 VHN.

Dari pengamatan foto mikro, struktur mikro pada material awal terdapat struktur yang lebih banyak dibandingkan dengan foto struktur mikro setelah perlakuan (*carburising*). Sebaliknya jumlah *ferrite* setelah perlakuan menjadi lebih sedikit dibandingkan material sebelumnya. pada saat baja mengalami waktu tahan yang terlalu lama akan mengakibatkan nilai kekerasannya menjadi naik..

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bayuseno, dkk. (2018). Rotasi, Vol.20 No. 4 Hal. 195-201
- [2]. Iskandar. Andhy Muh. (2013). Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Tooth Bucket Excavator Sebelum dan Sesudah Proses Heat Treatment.
- [3]. Lakhtin, Prof. Y., Emgineering Physical Metallurgy, Mir Publisher.
- [4]. Prayogi, Mahendra. (2023). Pengaruh Proses Perlakuan Panas Pada Baja NS 1045 Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro.
- [5]. Sarifudin, Kasimir (2022). Penggunaan Arang Aktif Kayu Kesambi (*Schleichera oleosa* MERR) Dalam Pengolahan Air Sadah. *Haumeni Journal Of Education*, 2(1), 197-207.
- [6]. Farhan. (2021). Pengaruh Temperatur Pemanasan (*Austenisasi*) Perlakuan Panas Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja ST 60. *Jurnal Mesin Sains Terapan* Vol. 5 No. 1
- [7]. Sutrisno. (2021). Analisa Pengaruh Temperatur Pemanasan Pada Proses Normalizing dan Hardening Quenching Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baut ST-60. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro, TURBO* Vol. 10 No. 2. 2021
- [8]. Mas'ad, dkk. (2013). ANALISA PENGARUH PACK CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG MLANDING UNTUK MENINGKATKAN SIFAT MEKANIS SPROKET SEPEDA MOTOR SUZUKI. *Prosiding SNST ke-4 Tahun 2013*, ISBN 978-602-99334-2-0.