



Jurnal Teknologi Maritim Volume 8 No 1 Tahun 2025
28 Januari 2025 / 3 Juni 2025 / 4 Juni 2025

Jurnal Teknologi Maritim

<http://jtm.ppns.ac.id>

Pack Carburizing Menggunakan Media Arang sebagai Alternatif Pembuatan Grip Mesin Uji Tarik

Hendri Budi Kurniyanto¹, Eriek Wahyu Restu Widodo², Mohammad Thoriq Wahyudi³, Moh. Syaiful Amri⁴, Mohamad Fanni Masyhuri Prasetyo⁵

^{1,4} Program Studi D2 Teknik Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Surabaya, 60111

^{2,3,5} Program Studi D4 Teknik Pengelasan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Surabaya, 60111

Abstrak. Peralatan mesin uji tarik yang dimiliki oleh Laboratorium Uji Bahan, saat ini digunakan secara rutin untuk keperluan pengujian dan praktikum mahasiswa, dosen, maupun industri. Akibat dari pemakaian yang berlangsung secara rutin tersebut, komponen pencekam (*grip*) harus memiliki sifat kekerasan permukaan yang tinggi sehingga mempunyai ketahanan aus yang tinggi agar dapat digunakan berulang dan jangka waktu lama. Seiring dengan pemakaian yang dilakukan berulang, maka besar potensi mengalami keausan. Apabila pencekam mengalami aus, perlu diganti dengan yang baru. Pencekam ini didapatkan secara impor dari Jepang dengan harga lumayan mahal, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian sebagai alternatif pembuatan pencekam baru agar lebih ekonomis dan memiliki kualitas yang hampir sama dengan produksi Jepang. Material baja karbon SA 572 Gr 50 digunakan dalam penelitian ini, proses pengerasan permukaan *pack carburizing* dengan waktu tahan selama 120 menit dan variasi media arang yang digunakan yaitu kayu jati, tempurung kelapa, dan bambu yang dicampur katalisator yaitu barium karbonat (BaCO_3) 20% dari berat arang pada temperatur 950°C dilanjutkan dengan proses *quenching* dalam media air. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengamati pengaruh variasi media arang terhadap strukturmikro dan kekerasan permukaan pencekam. Berdasarkan hasil karakterisasi strukturmikro diketahui bahwa fasa martensit terbentuk setelah dilakukan *pack carburizing* dengan variasi media arang yaitu dari kayu jati, tempurung kelapa, dan bambu. Martensit yang terbentuk lebih dominan dengan media arang tempurung kelapa daripada arang kayu jati maupun arang bambu. Nilai kekerasan paling tinggi yang didapatkan pada penelitian ini adalah spesimen dengan media arang tempurung kelapa yaitu $856,7 \text{ N/mm}^2$, sedangkan yang paling rendah adalah spesimen dengan media arang kayu jati yaitu $806,8 \text{ N/mm}^2$, untuk hasil pengujian kekerasan pada spesimen dengan media arang bambu diperoleh kekerasan sebesar $819,6 \text{ N/mm}^2$.

Katakunci: pencekam, kekerasan, *pack carburizing*, strukturmikro

Abstract. Tensile testing equipment of Laboratory of Material Testing has been operating regularly for testing and studying. In this condition, the grip has significant role and must have a high surface hardness and wear resistance so that grip can be used for longtime. Due to the regularly using, the

Email Korespondensi: eriekwidodo@ppns.ac.id
doi: 10.35991/jtm.v8i1.57

grip appearances the wear. If the grip appearances the wear, it must be changed the new one. The grip was imported from Japan, it was so expensive, therefore require research for make alternative which more affordable and similar quality. Carbon steel SA 572 Gr 50 materials were used in this research, surface hardening of pack carburizing for 120 minutes and variation of media of teak, coconut shell, and bamboo charcoal with barium carbonate as catalysator of 20% weigh of charcoal at the temperature of 950°C then quenching to water. The testing was conducted to analysis the effect of charcoal to microstructure and hardness. The examination was resulted the formation of martensite. The most dominant of martensite structures were formed on coconut shell charcoal. The highest hardness was resulted 856,7 N/mm² from coconut shell charcoal, the lowest hardness was 806,8 N/mm² of teak charcoal, and the hardness of bamboo charcoal was 819,6 N/mm².

Keywords: grip, hardness, microstructure, pack carburizing

1. Pendahuluan

Dunia industri pada dewasa ini mengalami perkembangan pesat, inovasi baru lahir setiap tahun. Produksi baja adalah salah satu produksi yang paling sering dilakukan variasi proses produksi agar terbentuk inovasi yang baru. Hal ini dikarenakan baja merupakan material yang bisa dikatakan lebih unggul daripada material yang lain dan dapat dilakukan variasi pengolahan sesuai dengan kebutuhan. Baja karbon rendah cukup banyak digunakan sebagai komponen utama dalam industri fabrikasi, perkapalan, dan lain sebagainya. Keunggulan material baja karbon rendah adalah mempunyai sifat mampu las yang baik, disisi lain baja karbon rendah memiliki sifat kekerasan yang rendah. Baja karbon rendah yang biasanya mudah dikerjakan, lapisan permukaannya dapat dikarburisasi, dan kemudian dikeraskan, proses ini yang disebut dengan *case hardening* [1].

Mesin Uji Tarik terdiri dari komponen-komponen yang salah satunya adalah pencekam spesimen uji (*grip*), alat ini dipakai untuk pembelajaran dan pengujian yang bisa dipakai dalam kuran waktu yang lama. Komponen peralatan tersebut memiliki sifat mekanik antara lain kekerasan yang tinggi dan tahan aus. *Case hardening* salah satu Solusi alternatif untuk meningkatkan nilai kekerasan tinggi dan sifat tahan aus, namun pada bagian dalam ulet/tangguh [2]. Metode pengerasan permukaan yang bisa digunakan salah satunya adalah *pack carburizing*. Proses ini tergolong lebih ekonomis jika ditinjau dari sisi ekonominya karena melibatkan zat karbon aktif yang mudah diperoleh di pasaran. Penelitian pengerasan permukaan dengan proses *pack carburizing* ini sudah banyak dilakukan dan bertujuan memperoleh hasil terbaik dengan memvariasikan parameternya. Proses pengerasan permukaan dengan metode ini diperlukan temperatur antara 850 – 950°C yang mana *austenite* untuk carbon dapat berdifusi dengan sempurna ke permukaan baja [3].

Penelitian ini merupakan pembuatan *grip* dengan metode proses *pack carburizing* variasi temperatur pemanasan yakni 850°C, 900°C, 950°C. Penggunaan material karbon aktif berupa arang dari tempurung kelapa dan ditambahkan BaCO₃ yang berperan sebagai *energizer*. Baja yang digunakan untuk penelitian kali ini adalah baja karbon dengan tipe A 572 Gr. 50. Pemilihan baja jenis ini dikarenakan baja karbon rendah, tipe ini juga sering digunakan sebagai komponen peralatan pada pengerjaan industri fabrikasi struktur maupun lainnya. Baja ini memiliki sifat mampu las sangat baik dan mudah untuk proses pengerasan permukaan metode *pack carburizing*. Pengujian yang dilakukan pada penelitan ini antara lain adalah uji kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan material dan uji metalografi untuk mengetahui strukturmikro material hasil pengerasan permukaan.

2. Tinjauan Pustaka

Baja tipe SA-572 *Grade 50* termasuk dalam golongan baja paduan rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,3%. SA-572 *Grade 50* termasuk dalam P-No. 1. Baja tipe ini banyak diaplikasikan dalam dunia industri karena proses fabrikasi yang relatif mudah. *Grip* merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mencekam suatu benda kerja agar tidak mudah terlepas dari cekaman. *Grip* spesimen *roundbar* sendiri digunakan untuk mencekam suatu specimen uji tarik berbentuk bulat berukuran diameter 12 – 50 mm. *Grip* ini harus memiliki kekerasan permukaan dan keausan tinggi guna tidak mudah aus dalam penggunaannya.

Perlakuan panas disebut juga *heat treatment* merupakan kombinasi perlakuan panas dan pendinginan pada logam atau paduan logam dengan temperatur, waktu tahan, dan laju pendinginan tertentu dengan tujuan untuk mendapatkan sifat tertentu yang diinginkan. Tahap pertama dalam proses laku panas adalah proses pemanasan logam atau paduan logam hingga mencapai suatu temperatur tertentu, lalu ditahan pada waktu dan temperatur tertentu, selanjutnya didinginkan dengan laju pendinginan tertentu. Ketika pemanasan dan pendinginan akan terjadi perubahan strukturmikro dan perubahan ini mengakibatkan perubahan sifat mekanik pada logam atau paduan logam. Perlakuan panas merupakan suatu pemanasan dan pendinginan yang dilakukan terhadap suatu paduan logam dengan maksud memperoleh sifat tertentu, dapat dimaksudkan untuk menaikkan kekerasan, untuk melunakkan atau menaikkan ketangguhan, dan bahkan juga untuk memperbaiki sifat ketahanan korosi [2].

Karburisasi yaitu salah satu proses perlakuan panas yang dilakukan dengan menambahkan karbon pada permukaan baja ketika proses pemanasan pada temperatur austenisasi dan ditahan selama waktu tertentu guna didapatkan kekerasan permukaan baja yang lebih tinggi. Baja dipanaskan pada temperatur austenisasi, mempunyai afinitas atau kecenderungan membentuk ikatan kimia dengan karbon. Ketika proses pemanasan dan penahanan pada temperatur tertentu tersebut, atom karbon berdifusi masuk ke permukaan baja dan mencapai kedalaman tertentu. Setelah terjadi proses difusi, selanjutnya diikuti oleh proses pendinginan cepat (*quenching*), sehingga dihasilkan permukaan yang lebih keras namun ulet di bagian dalam.

Karbon diabsorpsi ke dalam baja membentuk larutan padat (*solid solution*) berupa baja-karbon, ini dikarenakan atom-atom karbon pada saat berada pada temperatur kritis mempunyai ukuran jari-jari atom yang berukuran jauh lebih kecil daripada ukuran atom besi sehingga atom-atom karbon akan masuk (terintersisi) ke dalam ruang-ruang di antara atom besi yang menyebabkan peningkatan nilai kekerasan pada baja. Pengaturan waktu tahan yang tepat memberikan waktu untuk atom karbon dapat berdifusi dan membentuk tebal lapisan sesuai dengan waktu dan temperatur yang digunakan. Proses karburisasi dapat dilakukan dengan tiga metode karburisasi yang biasa digunakan yaitu karburisasi padat, karburisasi gas, dan karburisasi cair.

Karburisasi padat merupakan proses karburisasi atau penambahan karbon pada permukaan baja dengan cara memanaskan pada temperatur austenisasi dalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif yang didapatkan dari bubuk arang. Benda kerja yang akan dikarburisasi dimasukkan ke dalam kotak karburisasi yang sebelumnya sudah diisi dengan media karburisasi. Selanjutnya benda kerja ditimbuni dengan bahan karburisasi dan benda kerja diletakan di atasnya. [2].

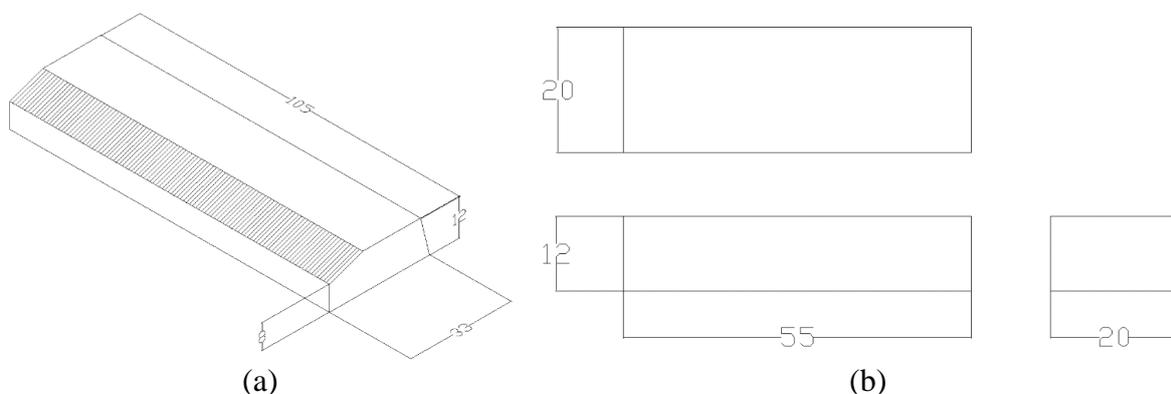
Setiap jenis arang mempunyai kadar karbon yang berbeda-beda. Semakin tinggi kadar karbon dalam arang, maka penetrasi karbon ke permukaan baja akan lebih baik pula [4]. Arang yang terbuat dari batok kelapa merupakan arang yang lebih efektif digunakan sebagai media karburisasi dan berdasarkan hasil pengujian karakterisasi dengan EDX (*Energy Dispersive X-ray*) diperoleh kadar karbon yang terkandung dalam tempurung kelapa adalah sebesar 93,1%. [5]. Kadar karbon terikat yang terkandung dalam arang kayu jati adalah

sebesar 80,1% [6]. Sedangkan untuk kadar karbon dari arang bambu adalah sebesar 83,4% [7].

Penambahan katalis pada media merupakan salah satu metode yang sering digunakan, metode ini sangat berguna untuk mempercepat proses karburisasi. Katalis yang sering digunakan antara lain adalah barium karbonat ($BaCO_3$), kalsium karbonat ($CaCO_3$) atau natrium karbonat ($NaCO_3$) [8]. Barium karbonat ($BaCO_3$) merupakan salah satu unsur yang dapat meningkatkan kedalaman penetrasi karbon, penambahan barium karbonat sebesar 25% dan 30% menunjukkan kecenderungan penerunan kekerasan permukaan dan kedalaman efektif lapisan dibandingkan dengan penambahan barium karbonat 20% [9].

3. Metode

Tahapan dalam penelitian ini diawali dengan proses pembuatan *grip* spesimen *roundbar* dan pembuatan spesimen pengujian, kemudian dilakukan persiapan bahan dan material untuk dilakukan *pack carburizing*. Selanjutnya diikuti dengan pengujian struktur mikro dan kekerasan. Tahapan pembuatan *grip* dimulai dari tahap *cutting* yang merupakan proses yang dilakukan untuk mengurangi dimensi dari benda kerja dan memotong *raw material* sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Kemudian, dilanjutkan dengan proses *milling* yaitu proses benda kerja disayat dengan alat pemotong dilengkapi dengan mata potong jamak berputar. Material yang sudah dipotong selanjutnya sesuai bentuk *body grip* dan gerigi yang diinginkan pada permukaan benda kerja dengan *milling*, bentuk *grip* seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (a). Pemotongan *raw material* berdimensi 55 x 20 x 12 mm sebagai spesimen uji seperti terlihat pada Gambar 1 (b).

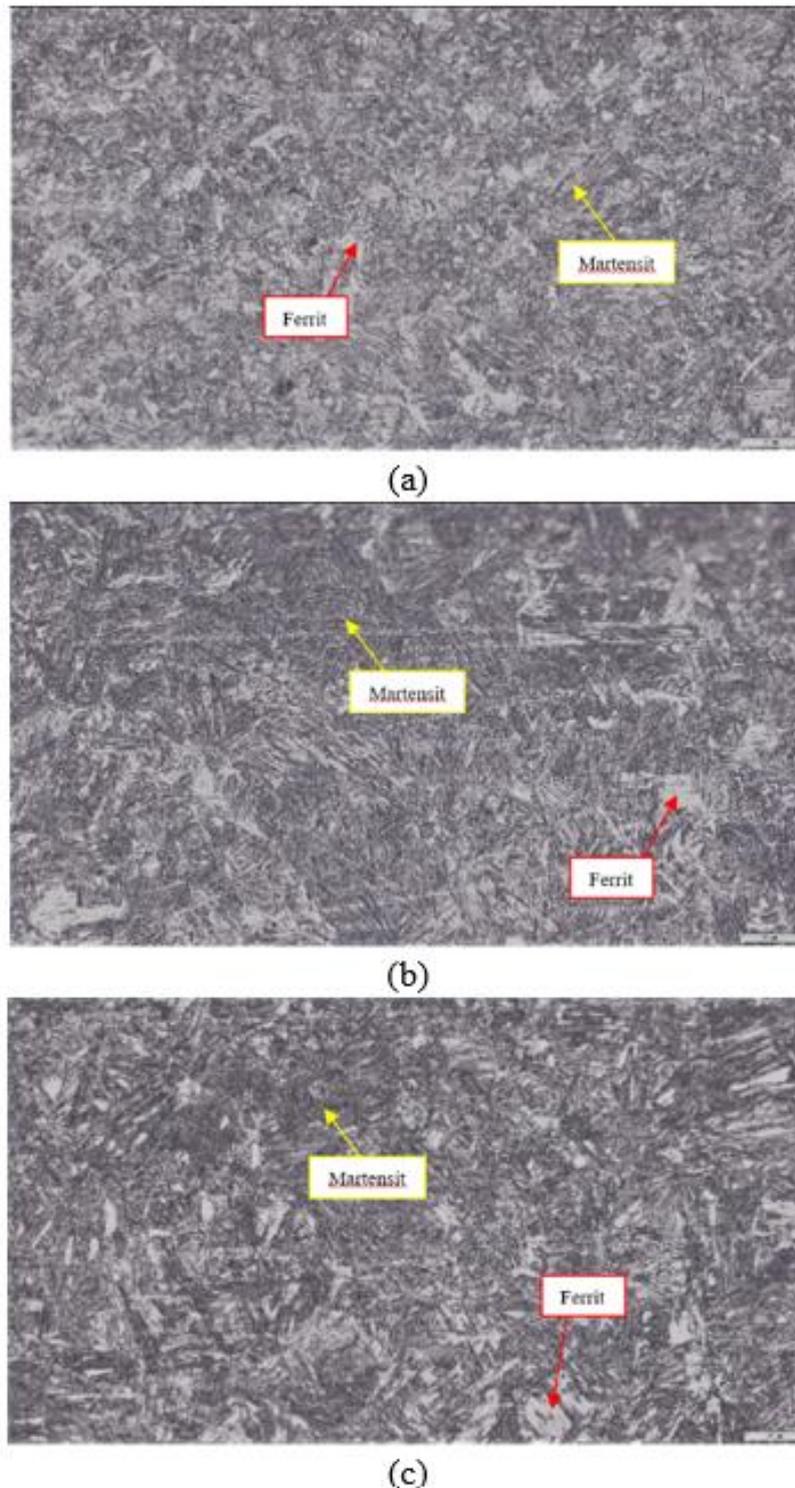


Gambar 1. (a) Desain *Grip* Mesin Uji Tarik; (b) Spesimen untuk Pengujian Kekerasan

Proses *pack carburizing* dilakukan pada *grip* mesin uji tarik dan material spesimen uji dengan variasi media yang digunakan yaitu arang dari kayu jati, arang dari tempurung kelapa, dan arang dari bambu dengan dicampur katalisator yaitu barium karbonat ($BaCO_3$) 20% dari berat arang masing-masing pada temperatur 950°C ditahan selama 120 menit. Selanjutnya didinginkan cepat dengan media air. Ketika mencapai temperatur 950°C ditahan selama 120 menit dan dilanjutkan dengan *quenching* selama 10 menit hingga temperatur pada spesimen mencapai temperatur kamar.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan strukturmikro dilakukan untuk melihat strukturmikro spesimen uji setelah dilakukan proses *pack carburizing* dan *quenching*. Strukturmikro diambil dengan perbesaran 500x, hasil pengamatan strukturmikro pada spesimen uji terlihat pada Gambar 3.

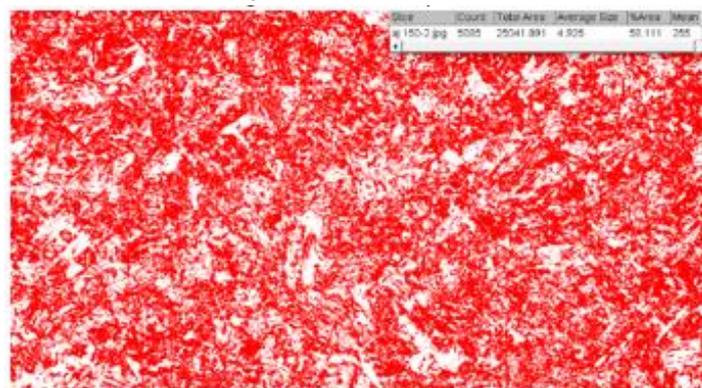


Gambar 2. Pengamatan mikro perbesaran 500x pada media arang dari (a) kayu jati; (b) tempurung kelapa; dan (c) bambu

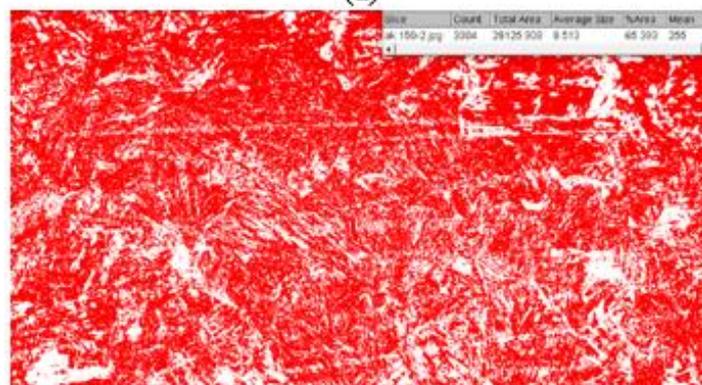
Berdasarkan hasil pengamatan strukturmikro, didapatkan bahwa strukturmikro dari spesimen yang telah dilakukan *pack carburizing* dan selanjutnya di *quenching* diperoleh hasil dari ketiga variasi media arang, terlihat banyak fasa yang berbentuk seperti jarum dan

berwarna gelap, hal ini mengindikasikan terbentuknya martensit. Terbentuk martensit berwarna gelap dan menyerupai jarum yang bergerombol [10], martensit tersebut terbentuk akibat dari proses pendinginan yang sangat cepat (*quenching*). Terbentuk pula fasa *ferrite* dalam jumlah sedikit di dalam matrik martensit yang berwarna putih kusam. Pembentukan martensit diakibatkan oleh transformasi *austenite* setelah proses pendinginan sangat cepat dari temperatur pemanasan tinggi (temperatur austenisasi) hingga ke temperatur kamar. Proses pendinginan sangat cepat ini mengakibatkan karbon yang berada di dalam larutan padat *austenite* tetap berada di dalam larutan dalam fase baru, *martensite* inilah yang menyebabkan nilai kekerasan material menjadi lebih tinggi [11].

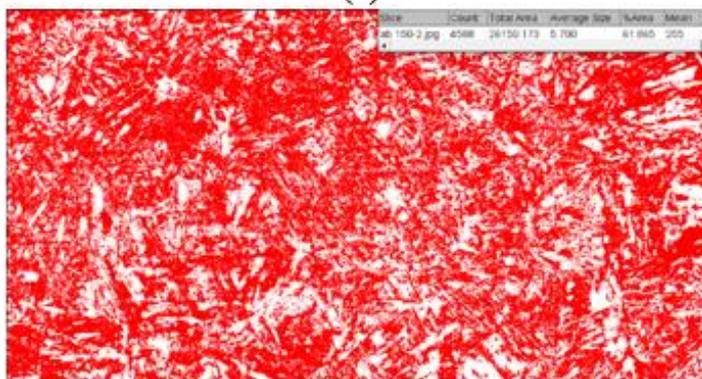
Proses perhitungan jumlah martensit pada setiap spesimen uji dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* analisis *imageJ*, dimana hasil yang didapatkan dalam bentuk persentase. Perhitungan persentase martensit menggunakan *software imageJ* seperti terlihat pada Gambar 4 dan hasil analisis persentase martensit pada spesimen uji dengan *software imageJ* didapatkan hasil analisis datanya di Tabel 1.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Proses perhitungan presentase martensit media arang dari (a) kayu jati; (b) tempurung kelapa; dan (c) bambu

Tabel 1. Persentase jumlah martensit

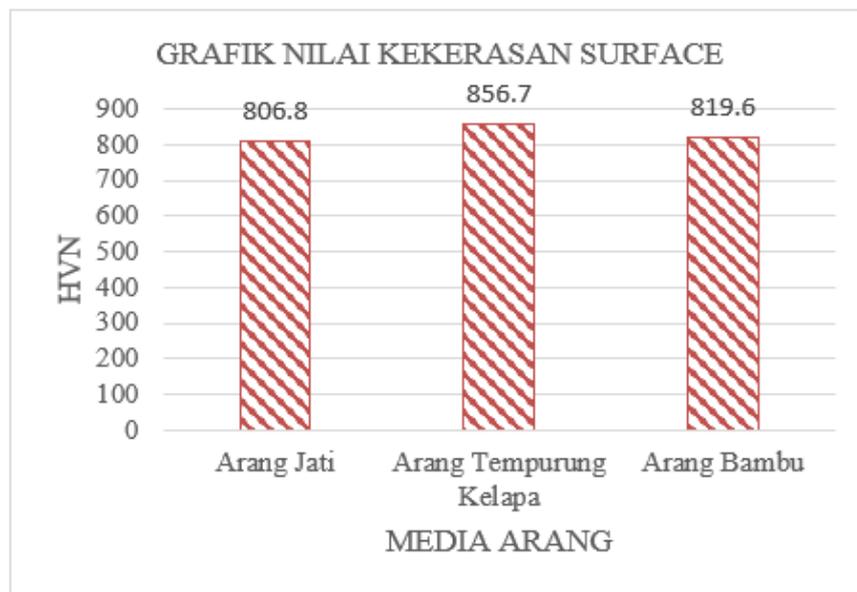
Kadar karbon (%) dalam arang dari media		
Kayu Jati	Tempurung Kelapa	Bambu
58,1	65,3	61,8

Tabel 1 terlihat persentase jumlah martensit tertinggi terdapat pada spesimen uji dengan variasi media arang dari tempurung kelapa dengan persentase 65,3%, sedangkan yang terendah dari kayu jati 58,1%. Sementara itu, persentase martensit arang dari bambu yaitu 61,8%. Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji *hardness* tipe *Micro Hardness Vickers*, dimana pengujian dilakukan bertujuan mendapatkan nilai kekerasan setelah dilakukan *pack carburizing*. Hasil pengujian kekerasan pada spesimen uji seperti dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kekerasan

Jenis Arang	Nilai Kekerasan (N/mm ²)			Rata-rata Nilai Kekerasan (N/mm ²)
	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	
Kayu Jati	799,8	811,8	808,7	806,8
Tempurung Kelapa	863,4	849,7	857	856,7
Bambu	821,4	821,2	816,2	819,6

Tabel 2 dapat dilihat hasil rata-rata nilai kekerasan dari proses *pack carburizing* menggunakan media arang kayu jati sebesar 806,8 N/mm², untuk media arang bambu didapatkan nilai kekerasan sebesar 819,6 N/mm². Dan nilai kekerasan paling tinggi didapat sebesar 856,7 N/mm² menggunakan media arang dari tempurung kelapa. Ditinjau dari strukturmikro, media arang dari tempurung kelapa memiliki fasa martensit yang lebih dominan daripada media arang dari kayu jati dan arang dari bambu. Hal ini sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasannya, semakin banyak fasa martensit-nya maka akan semakin tinggi pula nilai kekerasannya, grafik nilai kekerasan terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai kekerasan

Kekerasan spesimen dan kedalaman permukaan yang dikeraskan dipengaruhi oleh temperatur *carburizing*. Jika semakin tinggi temperatur pemanasan, kekerasan pada benda kerja akan semakin tinggi dan semakin dalam pula permukaan benda kerja yang dapat dikeraskan [4]. Peningkatan nilai kekerasan *carburizing* terjadi dikarenakan penambahan karbon pada permukaan baja akibat dari proses pemanasan lalu di-*quenching* dengan media pendingin air. Maka dari itu menyebabkan struktur material menjadi martensit yang akan menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan metalografi yang dilakukan bila ditinjau dari strukturnya didominasi fasa martensit setelah didinginkan sangat cepat dari pemanasan temperatur tinggi (temperatur austenisasi) kemudian didinginkan hingga temperatur ruang. Butiran martensit berwarna hitam tampak seperti jarum dengan nilai kekerasan yang sangat keras yang mana struktur fasa tunggal yang tidak seimbang yang dihasilkan dari transformasi austenit [12]. Karbon yang awalnya dalam larutan padat austenit tetap berada dalam larutan fase yang baru, fasa berwarna putih berbentuk garis-garis berpola bulat pada gambar mikrostruktur adalah sejumlah kecil ferit yang tidak bertransformasi membentuk martensit. Material yang terbentuk ini memiliki kekerasan tinggi, ulet, dan lunak dikarenakan masih terdapat fasa *ferrite* yang bersifat lunak, ulet, dan memiliki konduktivitas tinggi [13].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa strukturnya pada spesimen uji setelah perlakuan *pack carburizing* dengan variasi media arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan arang bambu yang ditahan dalam rentang waktu selama 120 menit dan *quenching* dengan media pendingin air telah terbentuk fasa martensit. Fasa martensit yang lebih dominan terdapat dalam spesimen dengan variasi pada media pendingin arang dari tempurung kelapa daripada variasi media arang dari bambu dan arang dari kayu jati. Hasil pengujian kekerasan dengan variasi temperatur pemanasan berpengaruh terhadap naiknya nilai kekerasan. *Pack carburizing* variasi media arang dari kayu jati, arang dari tempurung kelapa, dan arang dari bambu, pada spesimen uji diperoleh hasil pengujian bahwa variasi media *pack carburizing* ini berpengaruh terhadap nilai kekerasan, yang mana kekerasan tertinggi dihasilkan oleh variasi

media arang dari tempurung kelapa dengan nilai kekerasan sebesar 856,7 N/mm² dan kekerasan terendah pada arang dari kayu jati yaitu 806,8 N/mm², sedangkan arang dari bambu dihasilkan kekerasan 819,6 N/mm².

6. Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada P3M Politeknik.Perkapalan Negeri Surabaya atas bantuan Dana Hibah Penelitian DIPA 2022 yang telah diberikan kepada penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Daftar Pustaka

- [1] K.-E. THELNING, "5 - Heat treatment—general," K.-E. B. T.-S. and its H. T. THELNING, Ed. Butterworth-Heinemann, 1975, pp. 177–260.
- [2] W. Suherman, *Ilmu Logam I*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin ITS, 2003.
- [3] D. Ngakan Ketut putra Negara and I. Dewa Made Kirshna Muku, "Pack Carburizing Baja Karbon Rendah," *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 7, pp. 167–172, 2015.
- [4] A. Nurharyanto, D. A. Halim, and E. Surojo, "Perbandingan Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah pada Proses Pack Carburizing dengan Media Arang Sekam Padi dan Arang Tempurung Kelapa," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 15, no. 1, p. 39, 2019, doi: 10.36055/tjst.v15i1.6009.
- [5] R. T. Taer, E.; Aiman, S.; and Sugianto, "Variasi Ukuran Karbon Tempurung Kelapa," *SNF*, vol. IV, pp. 89–92, 2015.
- [6] R. Salim, "Karakteristik dan Mutu Arang Kayu Jati (*Tectona grandis*) dengan Sistem Pengarangan Campuran pada Metode Tungku Drum (The Quality and Characteristics of Teak (*Tectona grandis*) Charcoal Made by Mixed Carbonisation in Drum Kiln)," *J. Ris. Ind. Has. Hutan*, vol. 8, no. 2, pp. 53–64, 2016, doi: 10.24111/jrihh.v8i2.2113.
- [7] M. Manurung, E. Sahara, and P. S. Sihombing, "PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BAMBU APUS (*Gigantochloa apus*) DENGAN AKTIVATOR H₃PO₄," *J. Kim. (Journal Chem. Vol.13 No.1 Januari 2019DO - 10.24843/JCHEM.2019.v13.i01.p03* , Jan. 2019, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jchem/article/view/45708>.
- [8] E. Surojo and J. Triyono, "Pengaruh Bahan Energizer Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Cangkul Produksi Pengrajin Pande Besi," *Mekanika*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mekanika/article/view/616>.
- [9] H. Suryanto, "Pengaruh Komposisi Media Karburisasi Serbuk Arang Kayu-Barium Karbonat Terhadap Karakteristik Lapisan Karburisasi Baja Karbon Rendah the Influence of Composition of Carburizi Pengaruh Komposisi Media Karburisasi Serbuk Arang Kayu-Barium Karbonat Terhadap T," no. March, 2017.
- [10] O. Kurniawan and N. S. Drastiawati, "Pengaruh Variasi Media Arang Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Dan Kayu Jati Pada Metode Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja SS400," *J. Tek. Mesin*, vol. VII, no. 02, pp. 55–62, 2019.
- [11] K. H. Prabhudev, *Handbook of Heat Treatment of Steels*. Tata McGraw-Hill, 1988.
- [12] William, "Materials Science and Eng.," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 42, no. 1, p. 181, 1980.
- [13] A. F. Abidah, "Analisa SS400 Hasil Carburizing Media Arang Tempurung Kelapa-BaCO₃ Dengan Variasi Temperatur Pemanasan Dan Holding Time Ditinjau Dari

Pengujian Kekerasan Dan Struktur Mikro,” *Jtm*, vol. 07, no. 02, pp. 1–8, 2019.