



PENGARUH MEDIA CARBUZING ANTARA ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN ARANG KAYU BAKAU TERHADAP NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH

Oleh

Kadriadi¹⁾, Rahmat Fajrul²⁾, Kadex Widhy Wirakusuma³⁾

^{1,3}Politeknik Industri Logam Morowali

²Politeknik Negeri Bengkalis

Email: ¹kadriadi@pilm.ac.id, ²rahmatfajrul@plbeng.ac.id, ³kadex@pilm.ac.id

Abstract

The aim of this research is to investigate the influence of carburizing media variation to the microstructure and hardness of low carbon steel in pack carburizing process. The pack carburizing process is after applied to get hardness in the surface and ductility in the middle of metal. This research, carburizing media used is coconut shell charcoal, mangrove wood charcoal with a percentage weight of each - each 900g and 50:50 coconut shell charcoal and mangrove wood charcoal. In this study carburizing process carried out at a temperature of 950°C with heating time of 180 minutes, 60 minute detention for the three processes Carburizing, The results of this research indicate that the media coconut shell charcoal is more effective as compared carburizing media mangrove wood charcoal and a 50:50 mixture of coconut shell charcoal and wood bakau. campuran 50:50 coconut shell charcoal and mangrove wood charcoal violence occurs on the outside of 55 HRC With percentage increase of 313.5% at the beginning and harder than the carburizing Media coconut shell charcoal and wood inside the mangrove but resilient.

Kata Kunci: Carburizing Media, Low Carbon Steel, Hardness.

PENDAHULUAN

Pemakaian logam *ferrous* baik baja maupun besi cor dengan karakteristik dan sifat yang berbeda membutuhkan adanya suatu penanganan yang tepat sehingga implementasi dari penggunaan logam tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan karena baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi dan mudah dimesin namun kekerasannya rendah dan ketahanan ausnya rendah. Baja ini tidak dapat dikeraskan dengan cara konvensional karena kadar karbonnya yang rendah, sehingga perlu dilakukan proses *carburizing*. Proses *carburizing* sendiri didefinisikan sebagai suatu proses penambahan kandungan unsur karbon (C) pada permukaan baja. Proses *carburizing* yang tepat akan menambah kekerasan permukaan sedang pada bagian dalam tetap ulet. Baja dipasaran biasanya dijual dalam bentuk baja padat, baik dalam bentuk plat, lonjoran, batangan maupun

profil. Menaikkan maupun menurunkan persentase unsur karbon dari baja padatan tidak semudah dalam keadaan cair, salah satu cara yaitu dengan proses *carburizing*. *Carburizing* tidak mampu merubah komposisi karbon secara menyeluruh dari material yang diproses, namun pada daerah kulit atau permukaan baja akan berubah signifikan. Selain dari itu ada hal yang perlu diperhatikan sebelum memulai proses pengarbonan (*carburizing*), yaitu komposisi kimia khususnya perubahan unsure karbon C akan dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat mekanik baja tersebut. Proses karburasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu waktu penahanan atau lamanya proses karburasi, temperatur pemanasan, media karburasi dan lamanya proses pendinginan. Untuk media karburasi, penggunaan prosentase bahan karbon aktif dan bahan kimia yang berfungsi sebagai *energizer* akan menghasilkan kekerasan yang berbeda pada baja.



Baja karbon rendah termasuk salah satu jenis baja yang banyak digunakan oleh industri yang memproduksi komponen-komponen mesin seperti: roda gigi, batang piston, poros, mur, baut, rangka kendaraan, ring piston dan lain-lain. Karakteristik baja karbon rendah adalah mempunyai ketangguhan dan keuletan yang tinggi, mudah dibentuk tetapi kekerasannya rendah dan sulit untuk dikeraskan. Apabila kekerasan baja karbon rendah dapat ditingkatkan maka baja karbon rendah sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan komponen-komponen mesin yang mengalami kelelahan yang disebabkan keausan permukaan akibat beban yang bekerja bolak-balik.

Dengan luasnya penggunaan baja karbon rendah, maka baja karbon rendah perlu diberi perlakuan untuk meningkatkan kualitasnya, seperti kekuatan dan tampilannya. Untuk meningkatkan mutu permukaan baik dari sisi tampilan (dekoratif), ketahanan terhadap korosi maupun kekerasannya maka logam harus dilapisi dengan unsur lain yang dapat memberi sifat-sifat yang diinginkan. Pada dasarnya proses pelapisan pada baja karbon yaitu proses pengerasan permukaan baja karbon yang sifatnya mengeraskan permukaan dengan merubah atau menambah komposisi unsur kimia baja karbon

Ekosistem mangrove dan arang tempurung kelapa merupakan sumber daya lahan basah wilayah pesisir dan sistem penyangga kehidupan dan kekayaan alam yang nilainya sangat tinggi. Mangrove dan tempurung kelapa merupakan bahan bakar berkualitas baik karena menghasilkan panas yang tinggi dan awet. Harga jual kayu bakar di pasar desa Rp 13.000,-/m³ yang cukup untuk memasak selama sebulan sekeluarga dengan tiga orang anak. Kayu bakar mangrove sangat efisien, dengan diameter 8 cm dan panjang 50 cm cukup untuk sekali memasak untuk 5 orang. arang kayu bakau seharga Rp 2000 sedangkan arang tempurung kelapa dijual dengan harga Rp 3000/kg, Kayu

bakar menjadi sangat penting bagi masyarakat terutama dari golongan miskin ketika harga bahan bakar minyak melambung tinggi (Bidullah *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terbuka dengan masyarakat pelaku bisnis panglong arang dan pengusaha arang batok kelapa dengan dinas terkait (Dinas Kehutanan dan Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Bengkalis yang di lakukan pada bulan September – Desember 2015 didapatkan hasil sebagai berikut: Industri arang bakau dan arang tempurung kelapa yang ada di Kabupaten Bengkalis berkembang dengan sendirinya tanpa ada pembinaan oleh pemerintah kabupaten Bengkalis.

LANDASAN TEORI

Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur utama besi (*Fe*) dan karbon (*C*), serta unsur-unsur lain, seperti : mangan (*Mn*), silisium (*Si*), nikel (*Ni*), kromium (*Cr*), vanadium (*V*), wolfram (*W*), tembaga (*Cu*), molybdenum (*Mo*), dan kobalt (*Co*).

Pengaruh yang diberikan oleh unsur-unsur paduan baja adalah :

- Mangan (*Mn*) meningkatkan kekuatan, kekerasan, tahan aus, penguatan pada pembentukan dingin.
- Silisium (*Si*) akan meningkatkan kekuatan, kekerasan, kekenyalan, ketahanan aus, ketahanan terhadap panas dan karat. Silisium juga menurunkan regangan, mampu las dan tempa.
- Nikel (*Ni*), meningkatkan kekuatan, keuletan, tahan korosi, tahan listrik, tahan panas dan juga menurunkan kecepatan pendinginan dan regangan panas.
- Kromium (*Cr*) meningkatkan kekerasan, kekuatan, ketahanan aus, kemampuan diperkeras, mampu temper, ketahanan panas, ketahanan terhadap karat.



- e. Vanadium (V) meningkatkan kekuatan, kekerasan, sifat liat, tahan panas, juga menurunkan kepekaan terhadap panas.
- f. Wolfram (W) meningkatkan kekerasan, kekuatan, tahan korosi, tahan panas, mampu potong disamping menurunkan sifat mulur.
- g. Molybdenum (Mo) meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan panas, batas kelelahan, menurunkan regangan dan kerapuhan pelunakan.
- h. Kobalt (Co) meningkatkan kekerasan, kekuatan, mampu potong, daya hantar listrik serta menurunkan sifat lunak dan kuat panas.

Unsur-unsur paduan pada baja akan berpengaruh terhadap mutu dari baja tersebut. Pada baja karbon rendah mempunyai kandungan karbon % $C < 0,3$ %. Sifat kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut.

Baja karbon mempunyai sifat yang ditentukan oleh banyaknya kadar karbon yang ada dalam baja dan struktur mikro dari baja. Kandungan baja karbon tinggi tanpa paduan berkisar dari 0,03% - 1,7% karbon. Namun biasanya tidak melebihi 1,5% karbon. DIN 17-100 mengatur jenis baja karbon untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan menurut kekuatan tarik. Baja ST 37 mempunyai kekuatan tarik 37-45 Kg/mm² dan kadar karbonnya 0,16 %.

Secara umum baja karbon diklasifikasikan menjadi tiga golongan antara lain yaitu:

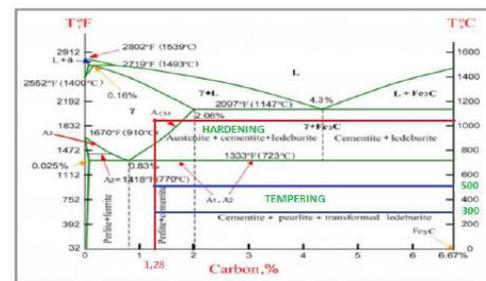
1. Baja karbon rendah : kandungan karbon ini 0,10% - 0,30%, penggunaannya sangat luas, sebagai contoh untuk konstruksi kapal, konstruksi kendaraan, plat, pipa serta mur baut.
2. Baja karbon sedang : kandungan karbon pada baja ini 0,30% - 0,60%, baja karbon sedang lebih kuat dan keras dibanding baja karbon rendah, penggunaannya hampir sama dengan baja karbon rendah, untuk perancangan konstruksi pembebanan yang

lebih berat dan memerlukan kekuatan, kekerasan tinggi, maka \square baja karbon sedang lebih tepat

3. Baja karbon tinggi : karbon yang dikandung lebih dari 0,70% - 1,5%, kekerasannya tinggi bila dibandingkan dengan baja karbon keduanya tetapi keuletannya lebih rendah, hampir jarak tegangan luluhnya terhadap tegangan proporsionalnya tidak dapat diketahui pada grafik tegangan regangan.

Struktur baja dibedakan menjadi tiga bentuk utama, yaitu :

1. *Ferrite* yaitu kristal besi murni (ferum = Fe) terletak rapat saling berdekatan tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. *Ferrite* merupakan bagian baja yang paling lunak. Rumus kimia *ferrit* adalah Fe_3C .
2. *Pearlite*, merupakan campuran padat antara *ferrite* dan *cementite* dengan kandungan zat arang sebesar 0,8%. Kristal *ferrite* terdiri dari serpihan *cementite* halus yang memperoleh penempatan saling berdampingan dalam lapisan tipis.
3. Karbida besi (Fe_3C) suatu senyawa kimia antara besi (Fe) dengan karbon (C) sebagai unsur struktur tersendiri dinamakan *cementite*.



Gambar 1. diagram fasa Fe-Fe₃C.

Dari diagram fasa Fe-Fe₃C yang ditunjukkan oleh Gambar 1 bisa dilihat bahwa wilayah pada diagram dengan kadar karbon di bawah 2% menjadi perhatian utama untuk proses *heat treatment* pada baja. Diagram fasa hanya berlaku untuk perlakuan panas pada baja hingga mencair dengan proses pendinginan



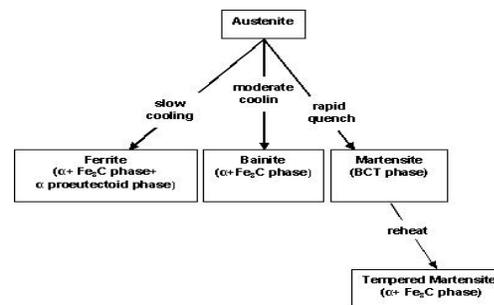
secara perlahan-lahan sedangkan pada proses pendinginan cepat, menggunakan diagram CCT (*Continuous Cooling Temperatur*).

Perlakuan panas pada baja

Untuk memperoleh sifat mekanik dan struktur mikro yang diinginkan dari suatu baja, dapat dilakukan dengan perlakuan panas (*heat treatment*). Perlakuan panas didefinisikan sebagai suatu proses yang terdiri dari pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat (*solid state*) untuk tujuan memperoleh kondisi atau sifat bahan yang diinginkan (Clark dan Varney, 1962). Perlakuan panas dapat mengubah baja dengan cara mengubah ukuran dan bentuk butir serta mengubah struktur mikro tanpa harus mengubah bentuk dan dimensi dari benda.

Proses perlakuan panas secara umum merupakan operasi pemanasan dengan pendinginan secara terkontrol untuk mendapatkan struktur mikro khusus yang merupakan kombinasi dari penyusunnya. Elemen pokok dari beberapa perlakuan panas adalah siklus pemanasan, temperatur penahanan, waktu dan siklus pendinginan akan mempengaruhi terjadinya perubahan struktur mikro dalam baja.

Gambar 2 menunjukkan tahapan-tahapan transformasi untuk menghasilkan berbagai variasi struktur mikro yang terbentuk. Fasa *martensit* terbentuk dengan pendinginan cepat. Fasa *ferrit* terbentuk dengan pendinginan lambat, sedangkan fasa *bainit* diperoleh dari temperatur *austenit* ke temperatur sekitar 250°-500°C. Struktur mikro baja yang terbentuk tergantung dari kecepatan pendinginan dari suhu daerah austenit sampai ke suhu kamar. Karena perubahan struktur ini maka dengan sendirinya sifat-sifat mekanik yang dimiliki juga berubah



Gambar 2. Diagram proses pendinginan fasa austenit (Callister, 1994)

Teknik Analisa Data

1. Pengamatan struktur mikro

Struktur mikro diamati dan dianalisis dengan cara melihat struktur yang terjadi pada baja karbon hasil karburasi dan dihubungkan dengan teori – teori yang mendasari terbentuknya struktur mikro pada proses *carburizing*. Dari hasil pengamatan ini dapat diprediksi sifat – sifat mekanik khususnya kekerasan baja karbon hasil proses *carburizing*.

2. Penentuan nilai kekerasan *Rockwell*

Dalam penelitian ini, pengukuran nilai kekerasan dari baja hasil proses karburasi dilakukan pada daerah seperti yang terlihat pada gambar 3 . 7 . Nilai kekerasan rata – rata dapat dihitung dengan persamaan :

$$\bar{X} = \frac{\sum x^i}{n}$$

Dimana :

\bar{X} = kekerasan rata – rata (Rockwell)

$\sum x^i$ = jumlah kekerasan dari semua spesimen uji

n = jumlah spesimen

METODE PENELITIAN

Penelitian ini Menggunakan Metode Eksperimental. Variabel Bebas yang digunakan adalah variasi arang arang tempurung kelapa 100%, arang kayu bakau 100% dan campuran



arang tempurung kelapa 50% dan kayu bakau 50%

Bahan : Baja karbon rendah ,Arang Tempurung kelapa, Kayu Bakau yang didapat di pulau Bengkalis, Methanol, Asam Nitrat HNO_3 , Amplas 120 – 1500 mesh dan autosol.



Gambar 3. Arang Tempurung Kelapa



Gambar 4. Arang Kayu Bakau

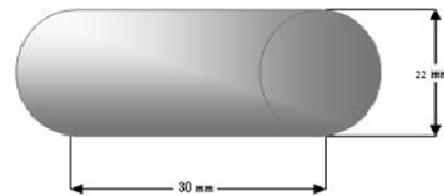
Kontainer Media Karburizing

Kontainer (wadah) adalah tempat untuk meletakkan spesimen, media karburasi arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau. Wadah ini ikut serta dipanaskan dengan benda uji pada proses karburasi. Dan pemegang benda kerja digunakan untuk memudahkan pengambilan spesimen setelah proses karburasi untuk dilakukan *quenching*.



Gambar 5. Kontainer

Material yang akan diuji pada penelitian ini adalah baja karbon rendah. Sedangkan banyaknya benda uji adalah 10 buah, yaitu 3 untuk proses *carburizing* dengan arang Tempurung Kelapa, 3 buah untuk proses *carburizing* dengan arang Kayu Bakau, 3 buah untuk kombinasi 50 : 50 *carburizing* menggunakan arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau dan 1 benda kerja untuk uji kekerasan dan sekaligus juga untuk uji struktur mikro. Pemotongan benda kerja ini dilakukan dengan menggunakan mesin grinda yang dibilasi dengan air coolant. Benda uji dibuat dengan memotong baja silinder dengan ukuran diameter = 22 mm dan panjang = 30 mm seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Benda Kerja

Proses *carburizing*

Langkah-langkah proses karburasi adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan karburasi, specimen dibersihkan dan dihaluskan permukaannya dari kotoran dan karat yang melekat dengan cara mengikir dan mengamplas specimen.
2. Menghancurkan arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau hingga menjadi serbuk arang yang digunakan sebagai bahan karbon aktif.
3. Benda kerja dimasukkan ke dalam kontainer yang telah terisi arang tempurung kelapa atau arang kayu bakau kemudian kontainer ditutup. Peletakan specimen di dalam kontainer harus diperhatikan dengan baik. Seluruh permukaan specimen harus tertutup seluruhnya oleh campuran serbuk arang jarak antara specimen satu dengan yang lain sama dan jarak specimen dengan dinding kontainer harus sama.



4. Kontainer yang telah diisi spesimen dimasukkan ke dalam *furnace* sampai mencapai suhu 950°C . Setelah suhu 950°C tercapai, kemudian ditahan sesuai waktu yang telah ditentukan yaitu 180 menit pemanasan untuk media arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau Waktu penahanan 60 menit.
5. Kontainer dikeluarkan dari *furnace* setelah 240 menit. kemudian Benda kerja dikeluarkan dari kontainer dan dilakukan *quenching* menggunakan media air.

Pemotongan benda uji

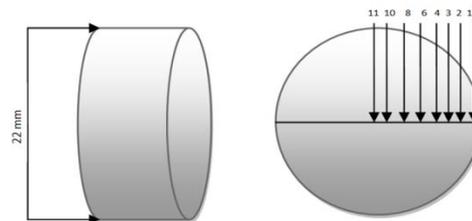
Proses pemotongan dilakukan setelah proses *carburizing*. Benda uji dipotong pada bagian tengah. Sebagian dari spesimen digunakan untuk uji kekerasan Rockwell dan sebagian lagi digunakan untuk uji struktur mikro. Khusus untuk uji struktur mikro hanya menggunakan satu benda uji dari tiga benda uji yang ada untuk masing masing variasi media *carburizing*.

Benda uji kemudian diampas dengan menggunakan amplas ukuran 120– 1500 mesh, kemudian digosok dengan *autosol*. Untuk memunculkan struktur mikro baja dilakukan etsa dengan menggunakan nital Methanol dan asam nitrat HNO_3 .

Pengambilan Data Uji Keras Dan Struktur Mikro

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dan *effective case depth* baja karbon yang diperoleh setelah mengalami proses karburasi. Pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 8 titik, yaitu pada jarak 1,2,3,4,6,8,10,dan 11mm dari permukaan. Pengujian kekerasan ini menggunakan alat uji kekerasan Rockwell dan menggunakan standar pengujian ASTM E 18 yaitu dengan pembebanan 150 kgf selama 20 detik. Sedangkan tujuan dari pengamatan struktur mikro adalah untuk mengetahui fasa yang terbentuk dari logam sebelum dan sesudah mengalami proses karburasi. Foto struktur mikro diambil masing-masing satu titik pada permukaan spesimen. Sebelum dilakukan foto

mikro, spesimen terlebih dahulu dihaluskan menggunakan amplas mulai dari ukuran 120 – 1500 mesh, kemudian digosok dengan *autosol*. Untuk memunculkan struktur mikro baja, dilakukan etsa dengan menggunakan HNO_3 (*asam nitrad*).



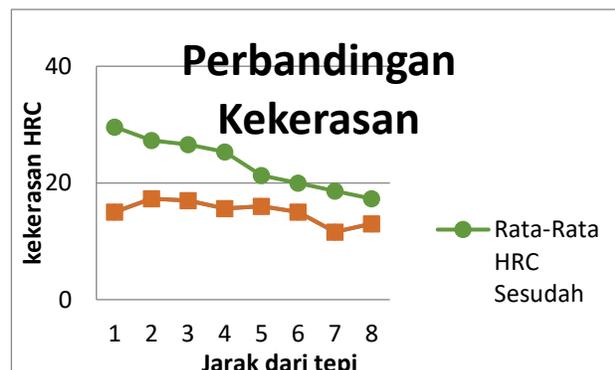
Gambar 6. Ilustrasi tempat pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

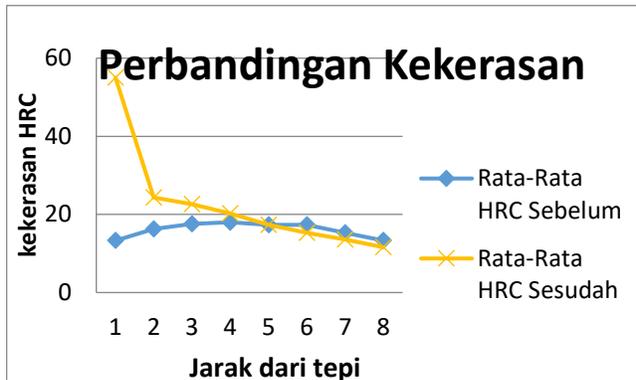
Berdasarkan proses *pack Carburizing* didapat data peningkatan kekerasan seperti dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Pengujian Kekerasan

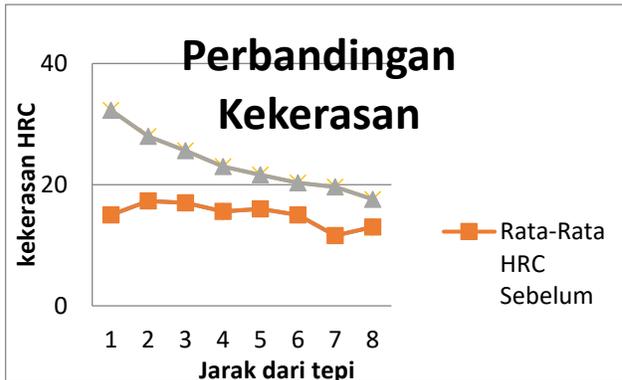
Pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan metode Rockwell dengan indenter kerucut intan dan beban 150 kg lama pembebanan 20 detik.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan HRC Baja Karbon Rendah dengan Media *Caburizing* Arang Tempurung Kelapa



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kekerasan HRC Baja Karobon Rendah dengan Media Carburizing Arang Kayu Bakau



Gambar 10. Grafik Perbandingan Kekerasan HRC Baja Karobon Rendah dengan Media Carburizing Arang Kayu Bakau 50% dan Arang Kayu Bakau 50%

Hasil Pengujian Kekerasan yang diperoleh dari setiap sample uji didapatkan pada proses *carburizing* dengan temperatur 950°C . Ini bertujuan untuk mengetahui apakah kekerasan yang didapatkan merupakan pengaruh *quenching* atau memang dikarenakan difusi atom karbon kedalam benda kerja.

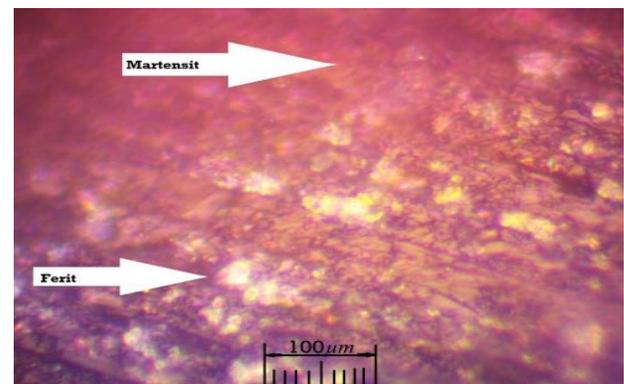
Dari Gambar 8,9 dan 10. dapat dilihat nilai kekerasan permukaan benda kerja menggunakan media 50:50 arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau dengan waktu pemanasan 180 menit dan waktu penahanan 60 menit dengan kekerasan dibagian luar sebesar 55 HRC dan pada titik kedalaman 6 mm terjadi kesamaan kekerasan 17,3 HRC kekerasan dibagian dalam sebesar 11,6 HRC dimana terjadi pengurangan kekerasan dari pada

sebelum dilakukan *carburizing* dimulai pada titik 8,10 dan 11 mm. Dari data di atas dapat diketahui bahwa Media *carburizing* akan mempengaruhi nilai kekerasan benda kerja dan kedalaman permukaan yang dikeraskan.

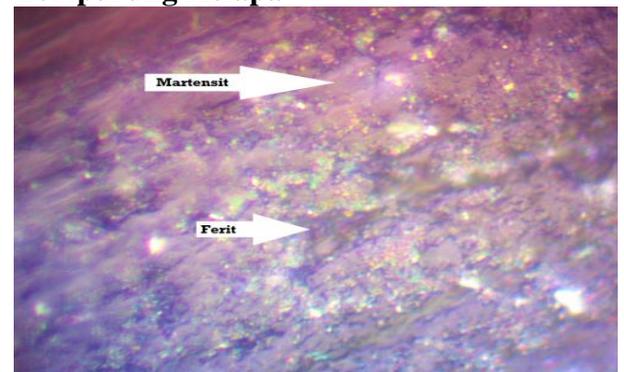
Hasil Pengamatan Struktur mikro

Material uji yang telah direndam kemudian dilakukan preparasi dan pembersihan agar dapat dilakukan pengamatan pada material uji. proses preparasi dan pembersihan material uji dilakukan berdasarkan standar ASTM G1-03 *standard partice for preparing, cleaning and evoluating corrosion test spesimens*.

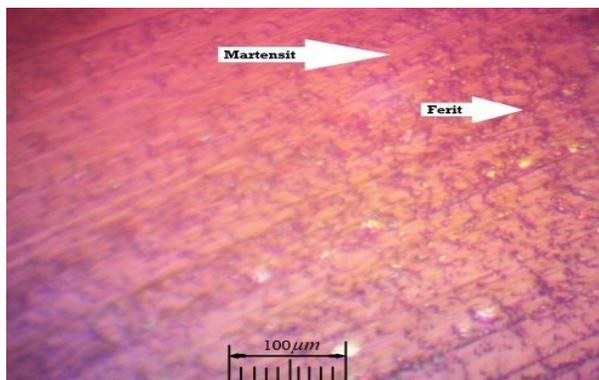
Material uji yang telah direndam kemudian diambil gambar material uji setelah perendaman lalu dibersihkan permukaannya. Material uji dibersihkan dari karat yang mungkin terbentuk selama proses perendaman yang menggunakan media air hujan karna material uji tergolong dengan baja carbon yang mudah terjadi korosi



Gambar 11. Media Carburizing Arang Tempurung Kelapa



Gambar 12. Media Carburizing Arang Kayu Bakau



Gambar 13. Media Carburizing 50:50

Pada Gambar 11 dapat dilihat struktur mikro baja setelah mengalami proses *carburizing* dengan variasi Media *carburizing*. Pada permukaan terdapat fasa martensit yang berwarna gelap, berbentuk seperti jarum tak beraturan. Fasa martensit terbentuk karena pendinginan yang sangat cepat. Di dalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit, warnanya putih kusam. Fasa martensit sifatnya sangat keras hal ini yang menyebabkan nilai kekerasan pada permukaan baja meningkat.

Pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa jumlah feritnya masih ada tetapi lebih sedikit dari pada Gambar 13 dan fasa martensit lebih banyak. Hal ini disebabkan karena atom karbon arang Tempurung kelapa yang terdifusi jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan arang Kayu bakau dan campuran arang 50 : 50. Dari Tabel 1. dapat dilihat hasil dari proses *carburizing* dengan media Arang tempurung kelapa kekerasan maksimal 29,6 *HRC* peningkatan 146,6% pada kedalaman 1 mm, arang kayu bakau nilai kekerasan sebesar 32,3 *HRC* peningkatan 115,3% pada kedalaman 1mm dan Pada proses *carburizing* dengan media 50:50 arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau kekerasan permukaannya sebesar 55 *HRC* 313,5% pada kedalaman 1 mm. Apabila di bandingkan nilai kekerasan ketiga media carbon dengan berat 900 g dari setiap proses *carburizing* tersebut nilai kekerasan yang lebih merata dan efektif terdapat pada media carbon yang di *carburizing* dengan arang kayu

tempurung kelapa. Hal ini dipengaruhi oleh potensial karbon yang terkandung dalam arang tempurung lebih mudah berdifusi dari pada yang lainnya.

Tabel 1. Nilai kekerasan rata-rata benda kerja dasar hasil pemanasan dan *quenching*

No	Jarak dari tepi (mm)	Rata - Rata sebelum (HRC)	Rata-Rata sesudah Arang Tempurung Kelapa (HRC)	Rata Rata Sesudah Arang Kayu Bakau (HRC)	Rata -Rata 50:50 arang tempurung dan arang kayu bakau (HRC)
1	1	13,4	29,6	32,3	55
2	2	16,5	27,3	28	24,3
3	3	16,6	26,6	25,6	22,6
4	4	15,8	25,3	23	20,3
5	6	16,1	21,3	21,6	17,3
6	8	15,7	20	20,3	15,3
7	10	11,8	18,6	19,6	13,6
8	11	12,2	17,3	17,6	11,6

Sumber : data diolah peneliti

Pada penelitian yang dilakukan oleh (M. Sami, K. Annamalai, M. Woldridge, 2000) menyebutkan bahwa kandungan karbon pada arang kelapa lebih banyak yaitu sebesar 20,2 %. Semakin banyak potensial karbon pada arang maka atom – atom karbon yang akan terdifusi ke dalam benda kerja lebih banyak, (Yuyun Indriani S Bidullah, 2015) Arang arang kayu bakau yang sudah di aktivasi dipanaskan dalam oven pada suhu 110 °C. Proses selanjutnya arang aktif ini digunakan untuk mengadsorpsi logam timbal dan tembaga dengan spektrofotometer serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap arang aktif dari kayu mangrove semakin besar seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Dengan banyaknya atom – atom karbon yang terdifusi ke dalam benda kerja maka pada proses *quenching* akan mudah terbentuk fasamartensit yang mengakibatkan kekerasan benda kerja tersebut semakin tinggi dan Pada semua gambar dapat dilihat bahwa fasa martensit terbentuk pada semua media *carburizing*. Pada gambar 11 yaitu *carburizing* dengan media arang tempurung kelapa jumlah fasa ferit yang terdapat pada permukaan baja lebih sedikit jika dibandingkan jumlah fasa ferit yang terdapat



pada media arang kayu bakau . Sedangkan pada gambar 13 fasa martensit yang terbentuk semakin banyak di sebelah sisi luar. Hal ini di karenakan nilai potensial karbon pada arang kayu bakau prosentasenya lebih tinggi sehingga karbon yang terdifusi ke dalam benda kerja jauh lebih banyak.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Media arang tempurung kelapa lebih efektif sebagai media *carburizing* dibandingkan arang kayu bakau dan perbandingan 50:50 arang tempurung kelapa dan kayu bakau.
2. Campuran 50:50 arang tempurung kelapa dan arang kayu bakau lebih keras 55 HRC dibagian kedalaman 1 mm tetapi lunak di bagian dalam bahkan lebih lunak dari pada sebelum dilakukan *Carburizing* .
3. Pada struktur mikro benda kerja setelah proses *carburizing* terbentuk fasa ferit dan martensit.
4. Semakin banyak karbon yang berdifusi ke dalam benda kerja, menyebabkan mudah terbentuk fasa *martensit* saat *quenching*.
5. Fasa *martensit* menyebabkan kekerasan benda kerja naik.

Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan lebih jauh lagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akay, S.K., Yazici, M., Avinic, A., 2008. *The Effect of Heat Treatment on Physical Properties of Low Carbon Steel*, Proceeding of Romanian Academy Series A, Vol 10.

- [2] .Budinski, K.G., and Budinski, M.K., 1999, *Engineering Materials, 6th Edition*, Prentice – Hall Inc., New Jersey.
- [3] Callister, William D, 1994, *Material Science and Engineering 4th Edition*, John Wiley and Sons Inc
- [4] Clark, D.S., Varney W.R., 1962, *Physical Metallurgy for Engineering*, D. Van Nostrand Company,INC.
- [5] Darmanto, 2006, *Pengaruh Holding Time Terhadap Kekerasan Dengan Refining Core Pada Proses Carburizing Baja Karbon Rendah*. UNWAHAS
- [6] Djaprie, S., 1983, *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Erlangga, Jakarta.
- [7] Kubota, M., and Ochi, T., 2003, *Development of Anti-coarsening Extra-fine Steel for Carburizing*, Nippon Steel Technical Report, No. 88.
- [8] Oggo, D.U.I, Ette, E.O and Iyorchir, A.I, 1996, *Feasibility of Sea and Coconut Shells as Substitute to Barium Carbonat BaCO₃ in Small Scale Foundry and Heat Treatment Shop*, ISIJ International, No.2, pp.203-209.



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN