

**SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBONISASI PADAT
DENGAN ARANG KAYU SENGON BERUKURAN 200 MESH
DAN HASIL SHAKER MILL**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

ABRIANTO WICAKSONO

D200120088

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBONISASI PADAT DENGAN
ARANG KAYU SENGON BERUKURAN 200 MESH DAN HASIL SHAKER
MILL**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

ABRIANTO WICAKSONO

D200120088

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Supriyono, MT, Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

**SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBONISASI PADAT DENGAN
ARANG KAYU SENGON BERUKURAN 200 MESH DAN HASIL SHAKER
MILL**

ABRIANTO WICAKSONO

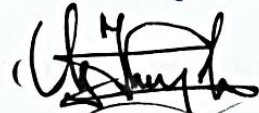
D200120088


**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 23 November 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. Ir. Supriyono, MT. Ph,D
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Agus Hariyanto, MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Wijianto,ST,M.Eng,Sc
(Anggota II Dewan Penguji)

()

()

()



Dekan

Ir. Sri Sunarjono, MT.Ph,D

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti atau ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggung-jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Desember 2019

Penulis



ABRIANTO WICAKSONO

D200120088

SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBONISASI PADAT DENGAN ARANG KAYU SENGON BERUKURAN 200 MESH DAN HASIL SHAKER MILL

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk Mengetahui komposisi kimia material baja karbon yang digunakan, untuk mengetahui fase yang terbentuk serta struktur mikro material hasil carburizing dan Untuk mengetahui tingkat kekerasan material baja carbon pada bagian cross section sebelum dan sesudah proses carburizing dengan variasi jenis arang. Proses carburizing dilakukan pada material baja carbon rendah dengan memvariasi jenis material diantaranya arang sengon 200 mesh dan arang kayu sengon hasil shaker mill. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis material baja carbon yang digunakan memiliki komposisi unsur Fe 98,83 %, Si 0,290% dan Mn 0,802%. Sedangkan fase yang terbentuk berdasarkan foto micro adalah ferrit dan pearlite. Selain itu hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan tertinggi pada material hasil carburizing dengan variasi 200 mesh arang kayu sengon yaitu 183 HVN sedangkan material hasil carburizing dengan variasi nano partikel arang kayu sengon hanya memiliki nilai kekerasan 161 HVN.

kunci : Baja karbon rendah, Carburizing, Arang kayu sengon

Abstract

The purpose of this study is to determine the chemical composition of carbon steel material used, to determine the phases formed and the microstructure of the carburizing material and to determine the level of hardness of carbon steel material in the cross section before and after the carburizing process with variations in the type of charcoal. The carburizing process is carried out on low carbon steel material by varying the type of material including 200 mesh sengon charcoal and sengon wood charcoal from a shaker mill. The results showed that the type of carbon steel material used had a composition of 98.83% Fe, Si 0.290% and Mn 0.802%. While the phases formed based on micro photos are ferrite and pearlite. In addition, the hardness test results showed that the highest hardness of the carburizing material with a variation of 200 mesh of sengon wood charcoal is 183 HVN while the carburizing material with nano variation of the sengon wood charcoal particles only had a hardness value of 161 HVN.

Keywords : Low carbon steel, Carburizing, Sengon wood charcoa

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi terjadi seiring dengan perkembangan material termasuk pada logam. Salah satu material yang sangat berperan dalam dunia industri adalah material logam. Baja karbon rendah merupakan jenis logam yang banyak

digunakan. 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.

Selain itu ada hal yang perlu diperhatikan sebelum memulai proses pengarbonan (*carburizing*), yaitu komposisi kimia khususnya perubahan unsur 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.

Kayu merupakan media karbon yang bisa didapat dari limbah disekitar kita. Kayu tersebut nantinya akan diubah menjadi serbuk arang. Pada saat proses pengarbonan di dalam tungku. Serbuk arang kayu tersebut akan membantu proses perubahan karbon padat menjadi gas melalui pemanasan. Karbon yang dihasilkan akan berdifusi ke dalam struktur baja sehingga kadar karbon meningkat.

2. METODE

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi preparasi bahan baku baja karbon rendah yang terdiri dari pemotongan, pembersihan, proses *carburizing* serta uji komposisi kimia, uji kekerasan, dan pengamatan struktur mikro.

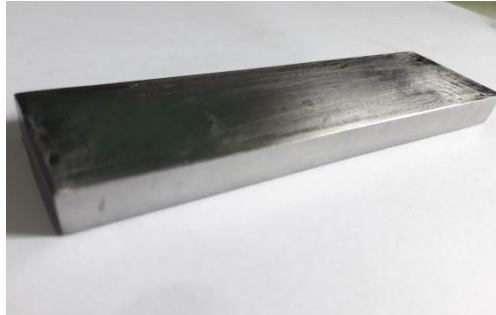
2.1. Bahan dan Alat yang digunakan

2.1.1 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Material dasar (*raw material*)

Bahan yang di uji dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah



Gambar 1. Material dasar

- 2) Arang kayu sengon

Arang kayu sengon disini digunakan sebagai penambah unsur karbon



Gambar 2. Arang kayu sengon

- 3) Barium Karbonat (BaCO_3)

Digunakan sebagai energizer pengaktif karbon



Gambar 3. BaCO_3

4) Semen

Digunakan untuk merekatkan tutup gerabah agar tidak terjadi oksidasi



Gambar 4. Semen

2.2 Alat yang digunakan

- 1) Gerabah digunakan untuk meletakkan spesimen, media karburasi dan bahan kimia aktif



Gambar 5. Gerabah

- 2) Dapur pemanas (*Furnace*)
Dapur pemanas ini dilengkapi dengan pengatur temperatur dan waktu yang sesuai dengan keinginan



Gambar 6. Dapur pemanas

3) Amplas

Amplas digunakan untuk menghaluskan permukaan specimen



Gambar 7. amplas

4) Autosol

Autosol dalam penelitian ini digunakan untuk pembersihan specimen



Gambar 8. Autosol

5) Mesh

Ayakan mesh digunakan untuk mengayak serbuk arang kayu sengon sebelum ditumbuk dengan alat shaker mill. Ayakan yang digunakan berukuran 200 mesh.



Gambar 9. Ayakan Mesh Ukuran 200

6) Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang arang kayu sengon dan Barium karbonat (BaCO_3).



Gambar 10. Timbangan

7) Alat uji komposisi kimia

Alat ini digunakan untuk mengetahui komposisi kimia apa saja yang terkandung di dalam baja karbon. Pengujian komposisi kimia dilakukan menggunakan spektrometer. Pengujian tersebut dilakukan di Politeknik Manufaktur ceper, Klaten



Gambar 11. Alat uji komposisi kimia

8) Alat uji kekerasan vikers

Alat uji kekerasan mikro vickers (Standar JIS Z 2244)



Gambar 12 Alat uji kekerasan vikers

9) Alat uji struktur mikro

Alat uji struktur mikro (Standar FTSA ASTM E407-07)



Gambar 13. *Inverted mettalurgical*

10) *Shaker mill*

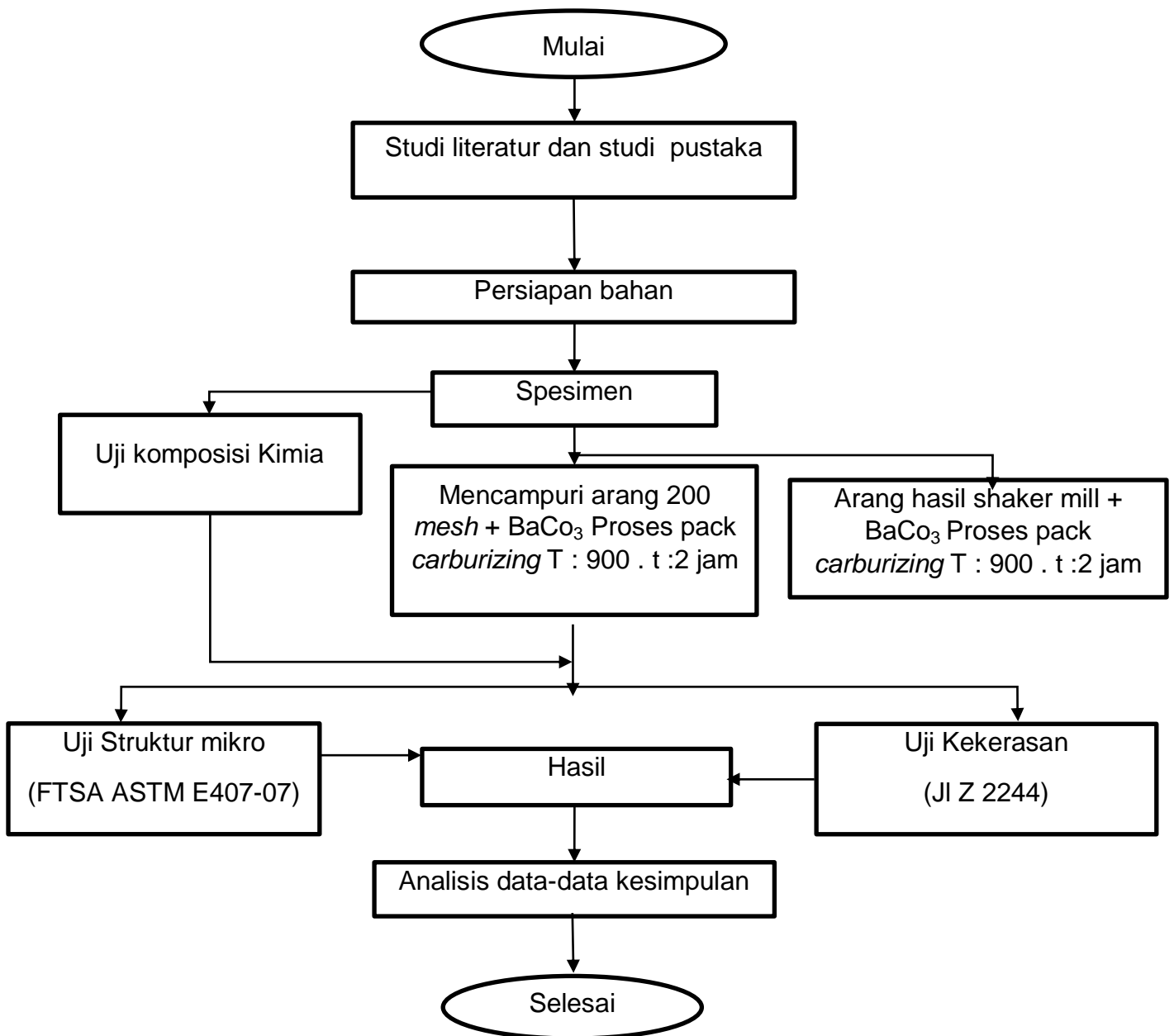
Shaker mill digunakan sebagai alat bantu untuk pembuatan partikel dari arang kayu sengon. Prinsip kerja shaker mill seperti ayunan dengan kecepatan motor sesuai yang digunakan.



Gambar 14 *Shaker Mill*

2.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan prosedur sebagai berikut:



Gambar 15. Skema Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Benda Kerja yang Diteliti

Material yang di gunakan digunakan berupa Plat baja yang sering digunakan untuk kontruksi dan pembuatan mobil, truck, kapal ,dan sebagainya. Untuk mengetahui kandungan unsur-unsur yang terdapat dalam baja tersebut dilakukan uji komposisi kimia. Dari pengujian menunjukan bahwa baja tersebut tergolong baja karbon rendah karena unsur karbon baja kurang dari 0.3 %. Komposisi kimia yang terkandung dalam baja karbon tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi kimia baja karbon rendah (ASTM)

UNSUR	KOMPOSISI	UNSUR	Komposisi
Fe	98.83	Mo	0.0050
C	0.1162	Cu	0.0030
Si	0.290	Pb	< 0.0030
Mn	0.802	V	< 0.0030
P	< 0.0050	Ti	< 0.0020
S	0.161	Nb	< 0.0030
Ni	< 0.0050	Al	< 0.020
Zr	< 0.0030	Ca	<0.0015

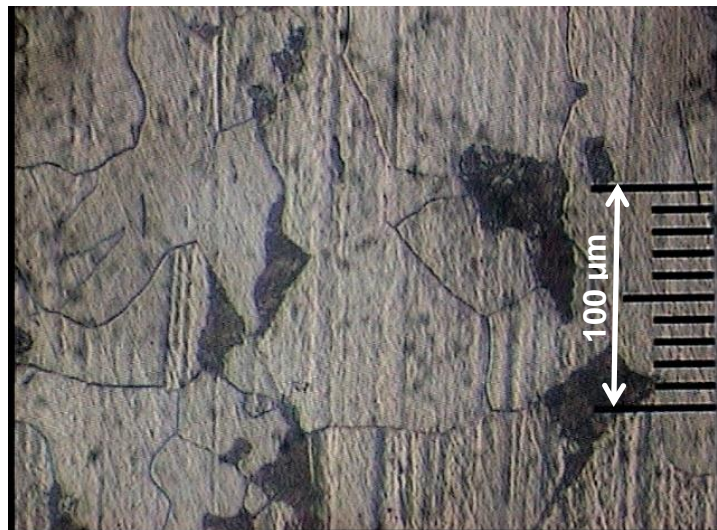
3.2 Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian komposisi baja material terlihat bahwa jumlah unsur yang paling banyak setelah besi (98.8%) adalah mangan (Mn= 0.802%), sedangkan beberapa unsur lain terlihat seperti Si, Ni, Cu, C, Cr terdapat pula didalamnya dengan prosentase kecil dibawah prosentase mangan. Jumlah unsur mangan (Mn) sebagai paduan khusus pada material tersebut kurang dari 8.0 %, sehingga raw material ini termasuk dalam baja paduan rendah.

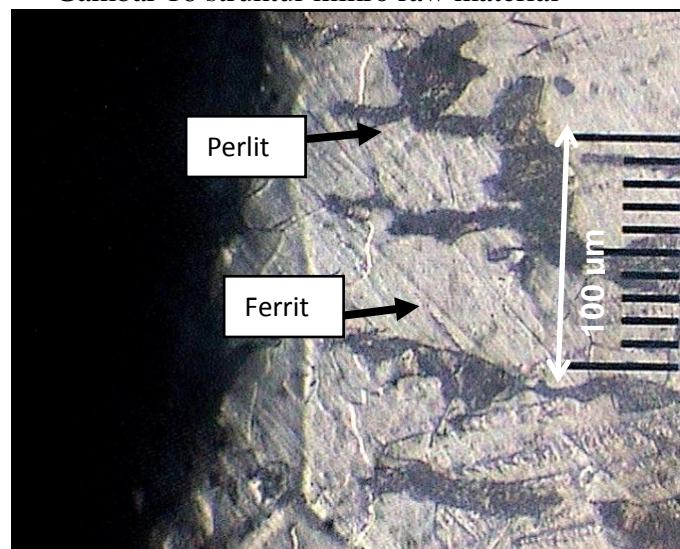
3.3 Pengujian Struktur Mikro (FTSA ASTM E407-07)

Dalam pengujian ini menggunakan skala 100 μm dan pembesaran 200 x.

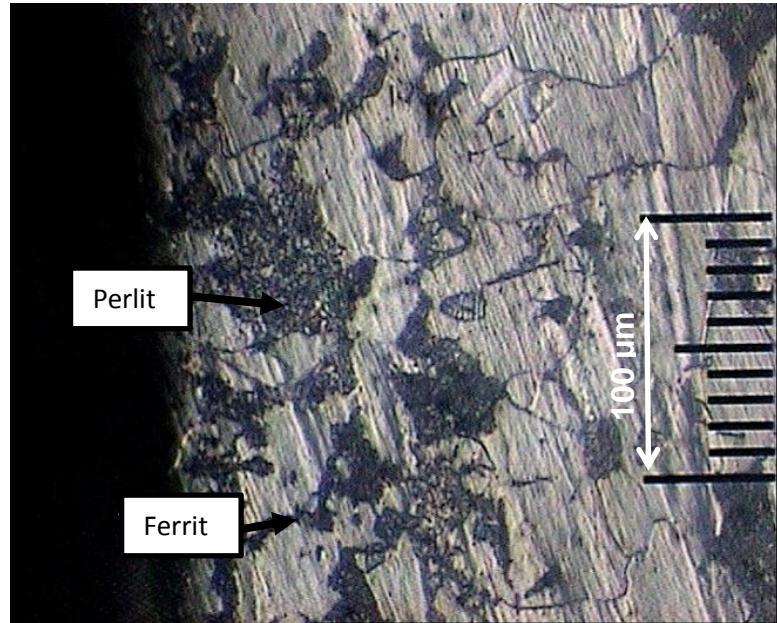
Diperoleh gambar struktur mikro raw material terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 16 struktur mikro raw material



Gambar 17. Struktur mikro arang berukuran 200 mesh



Gambar 18. Struktur mikro Arang Hasil *shaker mill*

3.4 Pembahasan Pengujian Struktur Mikro (FTSA ASTM E407-07)

Nampak pada pengujian struktur mikro pada raw material lebih banyak kristal ferrit dibandingkan kristal perlit. Kristal ferrit yang mempunyai sifat lunak lebih banyak mendominasi struktur baja. Sementara kristal perlit berada diantaranya dengan jumlah lebih sedikit. Perlit yang mempunyai sifat lebih keras dibandingkan ferrit menempati posisi yang tidak teratur. Hal ini juga menyebabkan terjadinya perbedaan tingkat kekerasan yang akan dibahas pada sub bab berikutnya. Pada variasi *carburizing* dengan nano arang kayu sengon terdapat perlit lebih banyak dari pada ferrit karena pada spesimen ini telah dilakukan penambahan karbon melalui proses *carburizing*.

3.5 Hasil Pengujian Kekerasan (JIZ 2244)

Kekerasan permukaan meterial diuji dengan menggunakan metode mikro vickers. Pada uji vickers menggunakan 6 titik sampel, gaya (F) sebesar 200 gf, jarak 100 μm dan waktu penahanan 5 detik. Diperoleh nilai kekerasan sebagai berikut:

Tabel 2 Harga Kekerasan spesimen *Raw Material*

No.	Jarak dari tepi (mm)	d1 (μm)	d2 (μm)	d rata-rata (μm)	Kekerasan VHN (VHN)
1	0.1	48	48	48	148
2	0.2	48	48	48	148

3	0.4	49	49	49	146
4	1.0	47.0	45.5	46.25	123
5	2.0	45.5	44.5	45	123
6	3.0	47.5	47.0	47.25	123

Tabel 3. Harga kekerasan spesimen arang Berukuran 200 Mesh:

No	Jarak dari tepi (mm)	d1 (μm)	d2 (μm)	d rata-rata (μm)	Kekerasan VHN (VHN)
1	0.1	45	45	45	183
2	0.2	46	46	46	175
3	0.4	48	48	48	161
4	1.0	55	55	55	123
5	2.0	46.0	46.0	46.00	123
6	3.0	46.0	46.5	46.25	123

Tabel 4. Harga kekerasan spesimen Arang *Shaker Mill*.

No.	Jarak dari tepi (mm)	d1 (μm)	d2 (μm)	d rata-rata (μm)	Kekerasan VHN (VHN)
1	0.1	48	48	48	161
2	0.2	48	48	48	161
3	0.4	49	49	49	154
4	1.0	47.0	45.5	46.25	123
5	2.0	45.5	44.5	45	123
6	3.0	47.5	47.0	47.25	123

3.6 Pembahasan Pengujian Kekerasan

Pack *carburising* mengalami kekerasan pada bagian tepi baja hasil pengujian kekerasan dijelaskan sebagai berikut:

1) Raw material

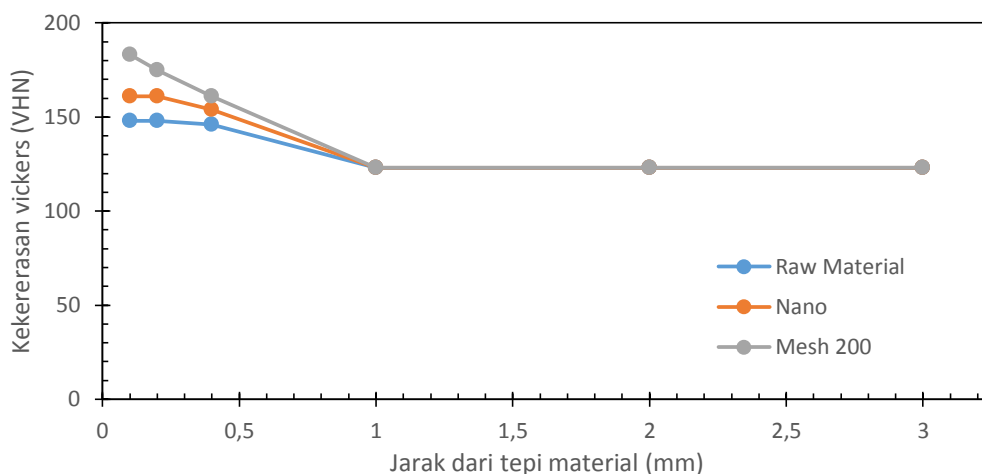
Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel tersebut terlihat ada harganya kekerasan sebesar 148 VHN, kemudian berangsur menurun hingga ke titik 5 dengan harga kekerasan. Hal ini dikarenakan kristal ferlit lebih banyak daripada perlit.

2) *Carburising* 200 mesh

Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel titik pertama dengan harga kekerasan yang tinggi (183 VHN) dan titik kedua sebesar (175 VHN), kemudian berangsur menurun hingga titik ke 6 dengan rata-rata harga kekerasan semakin menurun sebesar (123 VHN). Hal ini menunjukkan karbon yang masuk kedalam struktur baja hanya sampai beberapa mikron saja.

3) *Carburising* hasil *shaker mill*

Hasil dari pengujian pada tabel tersebut terlihat adanya peningkatan kekerasan mulai dari titik pertama dengan harga kekerasan tertinggi (161 VHN) dan kemudian berangsur menurun hingga titik ke 6 dengan harga kekerasan rendah (123 VHN).



Gambar 19. Grafik perbandingan hasil kekerasan raw material, 200 mesh dan *shaker mill*

Dari tabel dan grafik dapat dilihat hasil dari proses *carburizing* dengan variasi media nano arang kayu sengon dan 200 mesh arang kayu sengon pada

waktu penahanan konstan selama 2 jam dan suhu 900 °C, dari hasil grafik diatas maka didapat info bahwa terjadi peningkatan kekerasan pada material sebelum dan sesudah proses *carburizing* dimana pada bagian permukaan material hasil carburizing memiliki tingkat kekerasan paling tinggi yaitu pada variasi nano arang kayu sengon 161 HVN, sedangkan variasi 200 mesh arang kayu sengon 183 HVN, hal tersebut mengindikasikan bahwa pada bagian tersebut telah terjadi difusi yaitu atom-atom arang telah masuk dan bereaksi dengan benda kerja (Fe) menjadikan tingkat kekerasan sangat tinggi selain itu tingginya tingkat kekerasan tersebut juga dipengaruhi oleh potensial karbon yang terkandung dalam arang. Namun tingkat kekerasan menurun pada bagian tengah material hasil *carburizing* baik itu variasi nano maupun mesh 200 arang kayu sengon, hal tersebut dimungkinkan bahwa tidak ada reaksi difusi antara atom-atom arang dengan benda kerja.

4. PENUTUP

Setelah melakukan penelitian dan analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut yaitu 1) Hasil uji komposisi pada material baja carbon yang ada di pasaran menunjukkan bahwa unsur yang paling dominan adalah Fe (ferro) yaitu sebanyak 98.83%, sedangkan unsur C (carbon) adalah 0.162% hal tersebut menandakan bahwa material baja carbon yang ada di pasaran adalah jenis baja carbon rendah (unsurC<3%), 2) Berdasarkan analisa pada foto micro material hasil *carburizing* didapat info bahwa fase yang terbentuk adalah ferrit dan pearlit, persebaran fase-fase tersebut beragam sesuai dengan variasi penelitian yang digunakan dan 3) Berdasarkan Hasil Analisa uji kekerasan pada bagian cross section material baja karbon setelah proses *carburizing*, dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan secara umum meningkat pada bagian permukaan untuk semua permukaan material baja carbon akan tetapi tingkat kekerasan paling tinggi didapat ketika menggunakan variasi *carburizing* arang kayu sengon berukuran 200 mesh yakni 183 VHN. Sedangkan nilai kekerasan permukaan lebih rendah ketika variasi proses *carburizing* menggunakan arang hasil shaker mill yaitu 161 VHN.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H., Ostwald, P.F., dan Begeman, M.L., 1995, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, Edisi Ketujuh, terj. Djaprie S., Jakarta : Erlangga.
- ASTM E407. "Standard Practice For Microetching Metals and Alloys".
- Azis, C., 2009. "Pengaruh ketebalan media karburasi pada proses pack carburizing terhadap nilai kekerasan baja karbon rendah" Tugas Akhir, Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Budinski K.G.; Michael K. Budinski, 1999, *Engineering Materials: Properties and Selection*, Prentice Hall, New Jersey
- S, Clark Donald . and Varney, Wilbur R. 1962. *Physical Metallurgy for Engineers*. California : Litton Educational Publishing, Inc.
- Oggo, D.U.I. dkk, 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.
- Adinata, Prio Gangga 2012, "Sifat fisis dan mekanis baja karbonisasi arang kayu jati" Tugas Akhir, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Akay, S.K. dkk, 2008. The Effect of Heat Treatment on Phisical Properties of Low Carbon Steel, Proceeding of Romanian Academy Series A, Vol 10
- The ASTM Committe on Standart, 1916, Standart Methods for Apparent Density, Bulk Factor, And Pourability*, Philadelphia.
- Y, Yoshrizal Hary 2005, *Tugas Akhir : Analisis Pengerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Dengan Metode Carburizing Dengan Waktu Tahan 3 jam, 4 jam, 5 jam*. Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Bahtiar dkk 2017, Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Komersial Yang Mendapatkan Proses Pack Carburizing Dengan Arang Cangkang Kelapa Sawit.
- Fitri dkk. 2013. Komposisi Kimia, Struktur Mikro, Holding Time Dan Sifat Ketangguhan Baja Karbon Medium Pada Suhu 780 C. Bandar Lampung.

Setiawan, Heri. 2013. Pengaruh Proses Heat Treatment Pada Kekerasan Material Special K(100), Kudus.