

Optimalisasi difusi karbon dengan metode *pack carburizing* pada baja ST 42

Adi Shaifudin¹⁾, Hermin Istiasih²⁾, Am. Mufarrih³⁾.

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

³Program Studi Teknik Industri, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: [1rohman.unpkediri@gmail.com](mailto:rohman.unpkediri@gmail.com), [2hermin@unpkediri.ac.id](mailto:hermin@unpkediri.ac.id),
[3ammufarrih@unpkediri.ac.id](mailto:ammufarrih@unpkediri.ac.id)

Abstrak

Penggunaan baja ST 42 ini terbatas pada bagian-bagian yang kurang mendapatkan beban dan gesekan yang berat. Hal ini karena baja karbon ST 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja maka dilakukan *carburizing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) nilai kekerasan permukaan baja ST 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa dan menggunakan grafit pada suhu 950°C, (2) kedalaman karburasi pada baja ST 42 yang telah mengalami proses *carburizing* dengan media donor arang kayu jati, arang tempurung kelapa dan menggunakan grafit. Nilai kekerasan permukaan baja ST 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu sebesar 715,5 HV, Arang tempurung kelapa sebesar 815,39 HV dan Grafit sebesar 343,975 HV. Nilai kedalaman karburasi baja ST 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati sebesar 0,0085 µ, arang tempurung kelapa sebesar 0,0133 µ, dan Grafit sebesar 0,00416 µ.

Kata Kunci: *Carburizing*, Difusi Karbon, Baja ST-42, Arang, kayu jati, tempurung kelapa, grafit.

Abstract

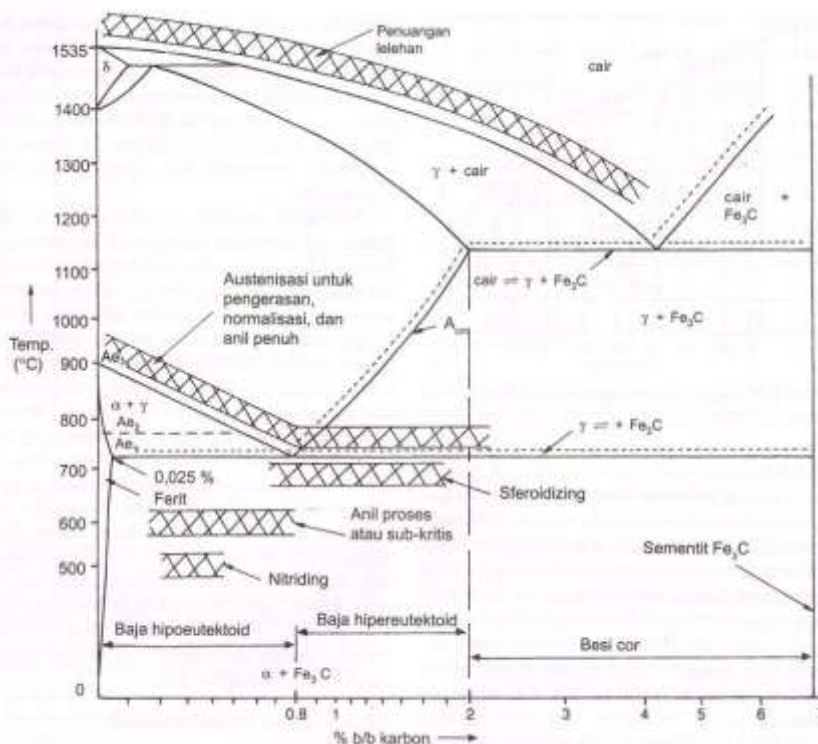
The use of ST 42 steel is limited to parts that lack weight and heavy friction. This is because ST 42 carbon steel has mechanical properties especially hardness and ductility is less in line with existing requirements. To obtain a hard material construction on the surface and ductile on the core of steel then carburizing. This study aims to determine: (1) the value of surface hardness of ST 42 steel which undergoes carburizing process using teak wood charcoal, coconut shell charcoal and using graphite at 950°C, (2) carburizing depth on ST 42 steel which has undergone a process carburizing with teak wood charcoal donor media, coconut shell charcoal and using graphite. The value of surface hardness of ST 42 steel which undergoes carburizing process using charcoal of 715,5 HV, Coconut shell charcoal equal to 815,39 HV and Graphite equal to 343,975 HV. The value of carburization depth of ST 42 steel which undergoes carburizing process using teak wood charcoal 0,0085 µ, coconut shell charcoal equal to 0,0133 µ, and Graphite 0,00416 µ.

Keywords: *Carburizing, Carbon Diffusion, ST-42 Steel, Charcoal, Teak, Coconut Shell, Graphite.*

1. PENDAHULUAN

Dalam era global ini perkembangan industri begitu cepat, sehingga kebutuhan logam sebagai konstruksi maupun sebagai bahan produksi semakin meningkat. Kualitas logam yang baik sangat dibutuhkan baik pada konstruksi mesin maupun industri, karena kualitas suatu logam sangat mempengaruhi biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan. Penggunaan baja karbon rendah STahl (ST) 42 dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai bahan pembuatan mur, baut, ulir sekrup, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder dan lain – lainnya. Makna dari penamaan ST 42 sendiri adalah dari ST memiliki arti baja (STahl), angka 42 dalam baja ini menunjukkan bahwa maksimum ketangguhan putus – tarik adalah 42 Kg/mm²[1].

Baja karbon bukan berarti baja yang sama sekali tidak mengandung unsur lain selain besi dan karbon. Baja karbon masih mengandung sejumlah unsur lain, tetapi masih dalam batas-batas tertentu yang tidak banyak berpengaruh terhadap sifatnya. Unsur-unsur ini biasanya merupakan unsur bawaan yang berasal dari proses pembuatan besi/baja, seperti mangan dan silikon dan beberapa unsur pengotor seperti belerang, phosphor, oksigen, nitrogen, dan lainnya yang biasanya ditekan sampai kadar yang sangat kecil. Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8%, silikon kurang dari 0,5% dan unsur lain yang sangat sedikit dapat dianggap sebagai baja karbon[2].



Gambar 1. Hubungan kandungan karbon dengan temperatur pemanasan[6]

Baja karbon ST 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Baja ST 42 adalah jenis baja konstruksi yang mempunyai kandungan 0,07–0,10% C, 0,15–0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S, dan 0,3–0,6% Mn. Baja ST 42 dengan kandungan karbon dibawah 0,25 % termasuk kedalam kelompok baja karbon rendah (*Low-Carbon Steel*). Kelompok baja ini

masih mungkin untuk ditambah kandungan karbonnya, agar meningkat kemampuannya untuk bisa dikeraskan[3]. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja maka dilakukan *carburizing*.

Proses *carburizing* merupakan proses untuk menambahkan unsur karbon sampai batas ketahanan permukaan dari baja tersebut[4]. Manfaat dari *carburizing* diantaranya adalah meningkatkan kekerasan permukaan dan meningkatkan ketahanan korosi baja. Proses peningkatan kekerasan yang terjadi yaitu: bila suhu naik, atom-atom bergetar dengan energi yang lebih besar, dan sejumlah kecil atom akan berpindah dalam kisi. Bila atom mengisi kekosongan, maka terjadi lubang atau kekosongan baru. Kekosongan baru ini dapat diisi oleh atom lain yang berasal dari tetangga mana saja. Sebagai hasil akhir dapat dikatakan bahwa atom melakukan gerak acak dalam kristal. Mekanisme gerak acak dapat diterapkan pada atom karbon yang bergerak diantara atom besi, dari posisi sisipan yang satu keposisi sisipan berikutnya[5].

dalam penelitian ini akan diuji pengaruh berbagai macam variasi jenis media donor untuk proses *carburizing* yaitu menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit terhadap tingkat kekerasan dan kedalaman karburasi pada baja ST 42. Alasan menggunakan media donor tersebut adalah, bahwa bahan *carburizing* aktif (*carburizer*) biasanya adalah arang atau campuran antara arang kayu, arang bambu, arang tempurung kelapa, dan arang kulit. Arang umumnya dipotong-potong menjadi ukuran 3-8 mm, dikeringkan dan disaring untuk menghilangkan debunya[7].

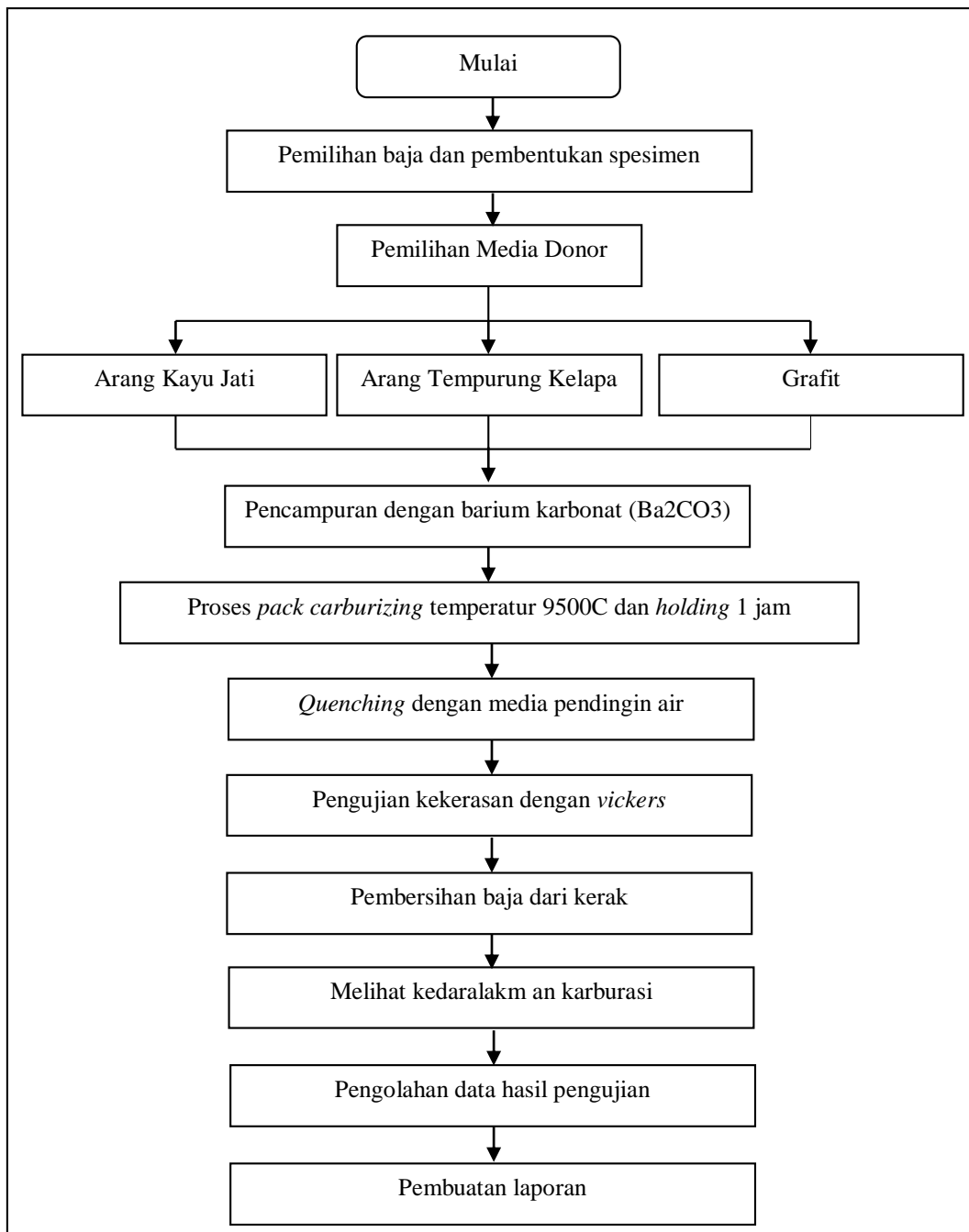
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat antar variabel dengan memanipulasi variabel bebasnya. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit. Variabel terikatnya adalah nilai kekerasan baja dan kedalaman karburasi. Sedangkan variabel kontrolnya adalah Media pendingin air 5 liter, Holding time satu jam, Komposisi *carburizer* 90% karbon : 10% barium karbonat, Alat uji menggunakan mikrovikers.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja ST 42 yang mempunyai kadar karbon 0,07% – 0,1%. Proses *pack carburizing* merupakan proses perlakuan panas secara kimia berupa penambahan karbon ke dalam baja dalam bentuk padat atau merupakan proses difusi karbon kedalam permukaan material dengan cara memanaskan material dalam kotak tertutup yang diisi dengan sumber karbon aktif. Dimana sumber karbon yang digunakan adalah serbuk arang, baik arang kayu, arang kulit, arang tempurung kelapa, dan lain-lain[8].

Uji kekerasan Vickers digunakan untuk mengukur kekerasan benda yang akan diuji dengan menumbuk benda tersebut dengan piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antara permukaan-permukaan pyramid yang saling berhadapan adalah 1360. Vickers dapat diperoleh dengan membagi gaya dengan luas bekas tekanan yang berbentuk piramida. Akan tetapi dalam prakteknya kekerasan Vickers bisa langsung dibaca dalam monitor mesin *microvickers*[9].

Diagram alir dalam penelitian ini terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kekerasan menggunakan microvickers pada tiga titik yang berbeda untuk setiap spesimen. Hasil pengujian berupa angka. Adapun hasil pengujian kekerasan baja ST 42 sebelum dan sesudah perlakuan panas sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil uji kekerasan menggunakan Microvickers tanpa perlakuan panas.

No	Spesimen	Nilai Kekerasan			Rata-rata
		1	2	3	
1	1	199,4	193	193,8	195,4

Tabel 2. Hasil uji kekerasan menggunakan Microvickers dengan media donor arang kayu jati pada temperatur 950 °C selama satu jam dilanjutkan Quenching dengan media pendingin air.

Media Donor	Spesimen	Nilai Kekerasan			Rata-rata
		1	2	3	
Arang kayu jati	O ₁₁	691,6	656,1	681,2	676,3
	O ₁₂	691,6	824,2	691,6	735,8
	O ₁₃	670,9	778,1	845,2	764,73
	O ₁₄	713,2	730,1	651,2	698,17
	O ₁₅	753,5	592,8	641,7	662,67
	O ₁₆	797,4	696,9	765,7	753,33
	O ₁₇	676	730,1	753,6	719,9
	O ₁₈	718	696,9	724,4	713,1
Rata-rata					715,5

Dari tabel diatas, dapat dilihat hasil pengujian kekerasan Vickers memiliki angka kekerasan terendah 592,8 HV dan angka kekerasan tertinggi sebesar 845,2 HV. Angka rata-rata untuk tingkat kekerasan kedelapan spesimen dalam skala Vickers 715,5 HV.

Tabel 3. Hasil uji kekerasan menggunakan Microvickers dengan media donor arang tempurung kelapa pada temperatur 950 °C selama satu jam dilanjutkan Quenching dengan media pendingin air.

Media Donor	Spesimen	Nilai Kekerasan			Rata-rata
		1	2	3	
Arang kayu jati	O ₂₁	724,4	845,2	741,7	770,43
	O ₂₂	845,2	824,2	815,2	828,2
	O ₂₃	889,6	905	937	910,53
	O ₂₄	874,5	852,4	838,1	855
	O ₂₅	718,8	735,9	696,9	717,2
	O ₂₆	810,6	824,2	804	812,93
	O ₂₇	838,1	824,2	824,2	828,83
	O ₂₈	790,9	831,1	778,1	800,03
Rata-rata					815,39

Dari tabel di atas, dapat dilihat hasil pengujian kekerasan Vickers memiliki angka kekerasan terendah 696,9 HV dan angka kekerasan tertinggi sebesar 937 HV. sehingga rata-rata untuk tingkat kekerasan kedelapan spesimen adalah 815,39 HV.

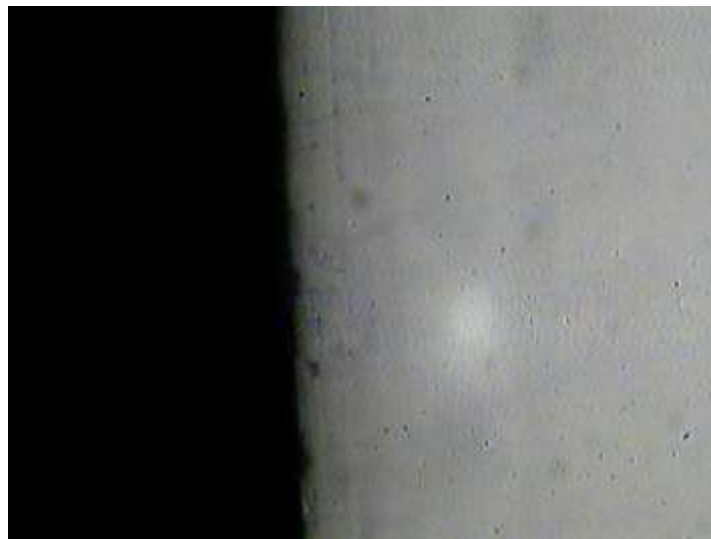
Tabel 4. Hasil uji kekerasan menggunakan Microvickers dengan media donor grafit temperatur 950 °C selama satu jam dilanjutkan Quenching dengan media pendingin air.

Media Donor	Spesimen	Nilai Kekerasan			Rata-rata
		1	2	3	
Grafit	O ₃₁	247,5	252,1	255,6	251,73
	O ₃₂	302,8	328,8	356,4	329,33
	O ₃₃	368,4	374,6	385,4	376,13
	O ₃₄	392	403,5	413,1	402,93
	O ₃₅	408,3	360,4	304,3	357,67
	O ₃₆	350,2	402,7	390,6	381,17
	O ₃₇	413	387,6	408,3	402,97
	O ₃₈	241,9	252,1	255,6	249,87
Rata-rata					343,975

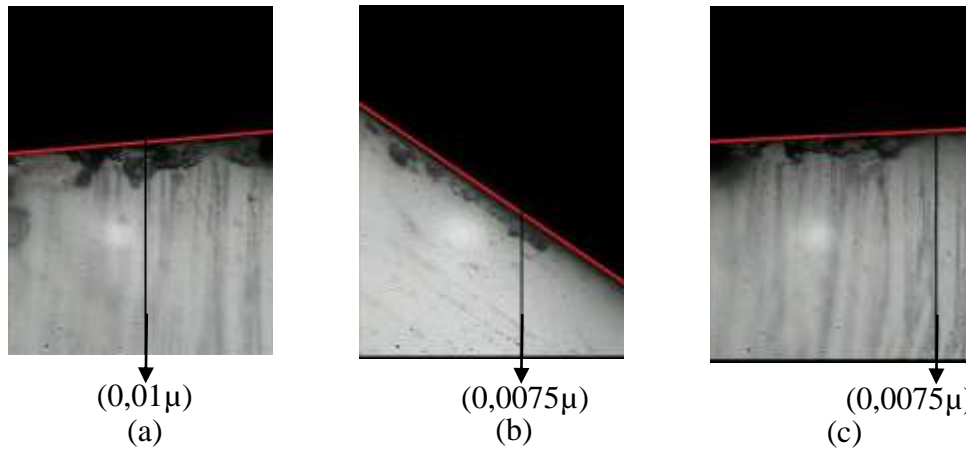
Dari tabel 4. dapat dilihat hasil pengujian kekerasan Vickers memiliki angka kekerasan terendah 241,9 HV dan angka kekerasan tertinggi sebesar 413 HV. Sedangkan rata-rata untuk tingkat kekerasan kedelapan spesimen adalah 343,975 HV.

a. Pemeriksaan Mikroskopik Baja ST 42

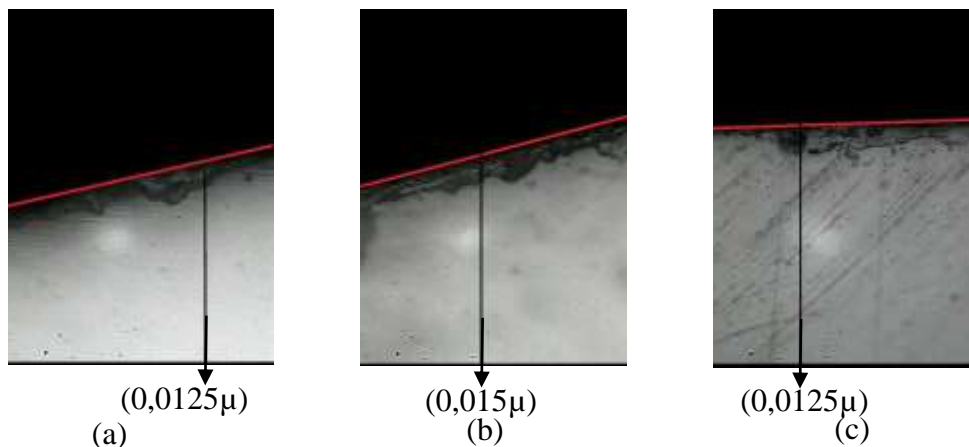
Setelah dilakukan pengujian kekerasan Vickers terhadap spesimen yang telah mengalami *carburizing* dengan variasi media donor yang dilanjutkan dengan quenching dengan media pendingin air, maka langkah berikutnya adalah pengambilan foto mikro dengan tujuan melihat kedalaman karburasi karbon yang ada pada permukaan spesimen. Adapun foto mikro yang dilakukan ini diambil tiga spesimen. Hasil foto mikro spesimen baja ST 42 antara lain sebagai berikut:



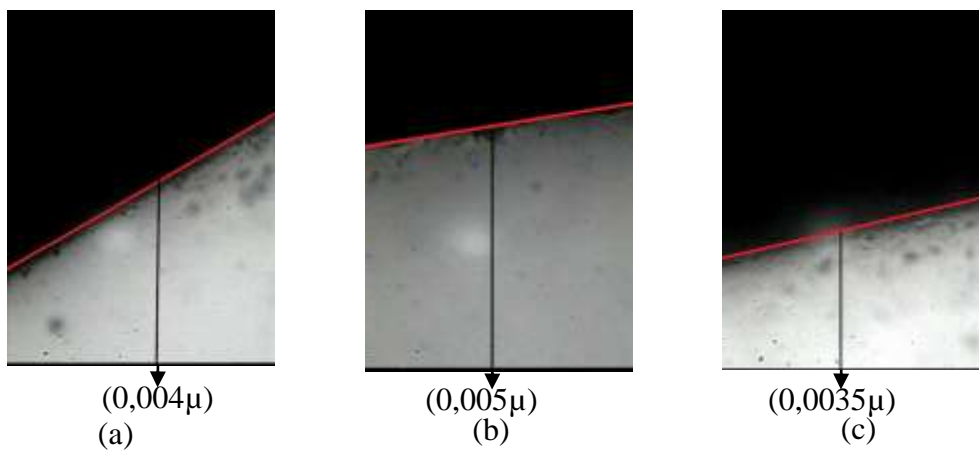
Gambar 2 Foto mikro baja ST 42 tanpa perlakuan perbesaran 400x



Gambar 3. Foto mikro baja setelah proses *Carburizing* dengan arang kayu jati perbesaran 400x pada spesimen P11 (a), spesimen P12 (b), spesimen P13 (c)



Gambar 3. Foto mikro baja ST 42 setelah mengalami proses *Carburizing* dengan arang tempurung kelapa perbesaran 400x pada spesimen P21 (a), spesimen P22 (b), spesimen P23 (c)



Gambar 3. Foto mikro baja ST 42 setelah mengalami proses *Carburizing* dengan grafit perbesaran 400x pada spesimen P31 (a), spesimen P32 (b), spesimen P33 (c)

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Nilai kekerasan permukaan baja ST 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit pada suhu 950°C adalah :
 - 1) Arang kayu jati sebesar 715,5 HV
 - 2) Arang tempurung kelapa sebesar 815,39 HV
 - 3) Grafit sebesar 343,975 HV
- b. Nilai kedalaman karburasi baja ST 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit pada suhu 950°C adalah :
 - 1) Arang kayu jati sebesar 0,0085 μ .
 - 2) Arang tempurung kelapa sebesar 0,0133 μ .
 - 3) Grafit sebesar 0,00416 μ .

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suherman. 1987. *Ilmu Logam 1*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- [2] Suherman. 1987. *Ilmu Logam 1*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- [3] Comenichny. 1965. *Heat Treatmen A Handbook*. Peace Publisher. Moscow
- [4] Lakhtin, Y. 1952. *Engineering Physical Metallurgy*. Mir Publishers. Moscow
- [5] Vlack, Lawrence H. Van. 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Erlangga. Jakarta
- [6] Smallman, R. E. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta
- [7] Zakharov, B. 1962. *Heat- Treatment Of Metals*. Peace Publishers. Moscow
- [8] Prabudhev, K.H. 1974. *Hand Book of Head Treatment of steel*. New Delhi: Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.
- [9] Dieter, George, E. 1986. *Metalurgi Mekanik*. Erlangga. Jakarta