

## Pengaruh ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa terhadap tingkat kekerasan material aluminium 6061 pada proses pack carburizing

Ahmad Saepuddin<sup>a\*</sup>, Talifatim Machfuroh<sup>b</sup>, Ahmad Zainul Safitri<sup>c</sup>

Teknik Mesin UNIRA Malang, Jawa Timur, Indonesia

\* Corresponding Author. Email: [ahmad.saefuddin@uniramalang.ac.id](mailto:ahmad.saefuddin@uniramalang.ac.id);

[talifatim@uniramalang.ac.id](mailto:talifatim@uniramalang.ac.id); [zainulahmad09297@gmail.com](mailto:zainulahmad09297@gmail.com)

Received: 02 September 2020; Revised: 25 October 2020; Accepted: 31 December 2020

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran serbuk arang tempurung kelapa terhadap tingkat kekerasan aluminium 6061 pada proses pack carburizing. Variasi ukuran serbuk arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon pada penelitian ini adalah 40 Mesh, 60 Mesh, dan 80 Mesh. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 500<sup>0</sup> C dengan waktu penahanan 45 menit, pemanasan menggunakan oven pemanas NABERTHERM, kemudian dilakukan quenching dengan air kelapa muda. Pengujian pada aluminium 6061 dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan *carburizing*, pengujian yang dilakukan yaitu uji kekerasan mikro Vickers menggunakan EW-412AAT, uji struktur mikro dan ketebalan lapisan karbon menggunakan mikroskop metalurgi merk Nikon Japan 59520. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan aluminium 6061 tanpa perlakuan sebesar 60.37 VHN. Setelah perlakuan *carburizing* didapatkan nilai kekerasan 34.17, 50.34, dan 33.96 VHN. Hasil menunjukkan penurunan nilai kekerasan pada aluminium 6061 setelah diberi perlakuan *carburizing*, penyebab penurunan nilai kekerasan dikarenakan berubahnya struktur mikro dari aluminium 6061 setelah perlakuan *carburizing* dibandingkan dengan raw material. Hasil foto mikro menunjukkan spesimen setelah di *carburizing* didominasi oleh fasa tidak stabil yang homogen fasa ini menjadi faktor penyebab menurunnya nilai kekerasan.

**Kata kunci:** aluminium 6061; pack carburizing; ukuran serbuk

## Effect of grain size of coconut shell charcoal powder on the hardness level of 6061 aluminum material in the pack carburizing process

**Abstract.** The purpose of this study was to determine the effect of the coconut shell powder size on the hardness level of aluminum 6061 in the carburizing process. Variations in the coconut shell powder size as a carbon source in this study were 40 Mesh, 60 Mesh, and 80 Mesh. The temperature used in this study was 5000 C with a holding time of 45 minutes, heating using a NABERTHERM heating oven, then quenching with green coconut water. Testing on aluminum 6061 was carried out before and after the carburizing treatment, the tests carried out was the Vickers micro hardness test using EW-412AAT, the microstructure test and the thickness of the carbon layer using a metallurgical microscope with the Nikon Japan 59520 brand. The results showed that the hardness value of aluminum 6061 without treatment was 60.37 VHN. After the carburizing treatment, the hardness values obtained were 34.17, 50.34, and 33.96 VHN. The results showed a decrease in the hardness value of 6061 aluminum after being treated with carburizing, the cause of the decrease in the value of hardness was due to changes in the microstructure of aluminum 6061 after carburizing treatment compared to raw material. The results of the micro photo show that the specimens after carburizing are dominated by an unstable, homogeneous phase this phase is a factor in the decrease in the hardness value.

**Keywords:** aluminum 6061; pack carburizing; powder size



**How to Cite:** Ahmad Saepuddin, Talifatim Machfuroh, Ahmad Zainul Safitri. (2020). Pengaruh ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa terhadap tingkat kekerasan material aluminium 6061 pada proses pack carburizing. *Jurnal Taman Vokasi*, 8(2), 25-36. doi:<http://dx.doi.org/10.30738/jtv.v8i2.8414>

## PENDAHULUAN

Aluminum adalah material yang sering digunakan oleh produksi manufaktur mesin. Beberapa produksi yang menggunakan bahan baku aluminium antara lain peralatan rumah tangga, pesawat terbang, mobil, kapal laut, kontruksi dan lain sebagainya. Sejak 1981 aluminium banyak digunakan sebagai komponen mesin seperti piston, kontruksi pesawat terbang dan komponen lainnya yang diperlukan kekerasan dan keuletan yang tinggi (Sudira, 2013). Proses perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai kekerasan suatu material.

Proses pengarbonan (*carburizing*) merupakan proses chemical heat treatment yang dilakukan dengan cara memanaskan spesimen pada suhu austenite dalam ruang yang mengandung serbuk karbon. Proses penambahan karbon (*carburizing*) bertujuan untuk menambah kandungan karbon agar bisa ditingkatkan kekerasannya. *Pack carburizing* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menambah kandungan karbon ke dalam spesimen dengan menggunakan media padat, dan terjadi pada fasa austenite sehingga kadar karbon pada baja meningkat (Kuswanto, 2010). Pemilihan proses *carburizing* dengan media zat padat (*pack carburizing*) dalam penelitian ini karena metode *pack carburizing* dari segi biaya lebih murah serta mudah dilakukan dibandingkan *carburizing* dengan media gas dan udara (Robbina, 2012), dengan demikian proses *pack carburizing* yang dilakukan tidak banyak menyerap biaya produksi sehingga harga jualnya pun dapat ditekan. Faktor yang mempengaruhi kekerasan *heat treatment* adalah temperatur, *holding time* (waktu penahanan) dan media pendingin. Pada penelitian ini akan fokus pada *pack carburizing* khususnya pada penggunaan ukuran serbuk arang batok kelapa sebagai sumber karbon.

Hasil penelitian Shaifudin dkk (Shaifudin, 2018) menunjukkan bahwa nilai kekerasan permukaan baja ST 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit pada suhu 950°C berturut-turut adalah 715,5 VH, 815,39 VH, dan 343,975 VH. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 815,39 VH diperoleh dari proses *pack carburizing* dengan media serbuk arang tempurung kelapa. Berdasarkan penelitian tersebut penulis menggunakan arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon dalam penelitian ini. Selain menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi arang tempurung kelapa juga mudah didapatkan, harganya relatif murah, dan termasuk dalam pemanfaatan limbah. Arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon terlebih dahulu diseragamkan bentuknya menjadi butiran. Perbedaan ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa akan mengakibatkan berbeda pula volume dari masing-masing butir. Semakin kecil ukuran butir, maka semakin kecil volume butirnya. Benda padat dengan volume yang lebih kecil akan lebih cepat berubah menjadi gas, dibanding dengan volume yang lebih besar. Bentuk butiran akan membantu proses perubahan karbon padat menjadi gas melalui pemanasan (Robbina, 2012). Menurut Mujiyono dan Sumowidagdo (Mujiyono, 2008), Ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa yang efektif untuk proses *carburizing* adalah pada ukuran 30 hingga 60 Mesh, hasil penelitian tersebut tidak menghubungkan antara perbedaan besar butir arang tempurung kelapa dengan peningkatan kekerasan baja, ukuran butir hanya untuk meningkatkan efektifitas karburasi padat pada baja karbon rendah. Maka penulis ingin mengetahui hubungan antara perbedaan ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon pada proses *pack carburizing* terhadap tingkat kekerasan pada aluminium seri 6061. Ukuran serbuk arang tempurung kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40, 60, dan 80 Mesh.

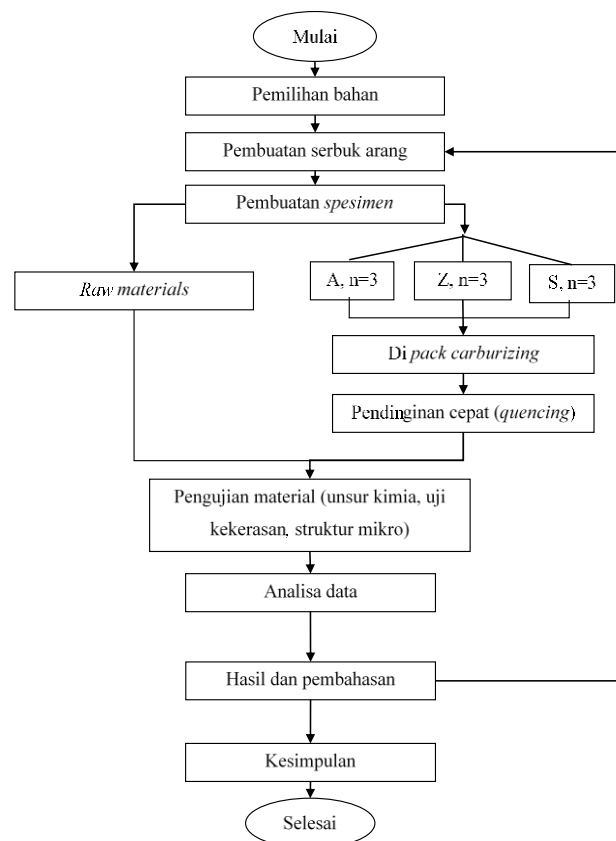
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium 6061. Dipilih seri tersebut karena seri 6061 termasuk ke dalam seri 6000 yang merupakan jenis paduan aluminium yang dapat diberi perlakuan panas untuk memperbaiki sifat mekanisnya (Wiryosumarto, 2000). (Sudira, 2013) Sudira menyatakan bahwa paduan aluminium seri 6000 mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan lainnya. Paduan aluminium seri 6000 mempunyai sifat yang liat, serta memiliki sifat mampu bentuk yang baik untuk penempaan, ekstrusi dsb, dan sangat baik untuk mampu bentuk yang tinggi pada temperatur biasa. Paduan seri 6000 mempunyai ketahanan korosi yang baik dan sebagai tambahan sifat mekanik dari paduan ini dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan (Sudira, 2013). Dalam penelitian ini penulis ingin memperbaiki sifat mekanik dari paduan aluminium 6061 khususnya dalam hal kekerasan dengan metode *carburizing*.

Hasil penelitian Darsono (Darsono, 2017) menunjukan tingkat kekerasan dan kekuatan tarik aluminium 7075 tanpa perlakuan sebesar 59,1 VHN dan 235,7 Mpa. Setelah perlakuan case hardening menggunakan metode *pack carburizing* dengan variasi suhu 350°C, 400°C, 4500C dan 500°C didapatkan nilai kekerasan berturut-turut sebesar 94, 120.7, 141.3, dan 145.9 VHN. Nilai kekuatan

tarik berturut-turut sebesar 321.7, 410, 480, dan 538,3 Mpa Nilai kekerasan tertinggi didapat pada suhu 500°C. Merujuk dari penelitian tersebut maka dalam penelitian ini penulis menggunakan suhu 500°C untuk mendapatkan nilai kekerasan yang maksimal, yang menjadi perbedaan adalah penulis melakukan variasi pada sumber karbon, media pendingin, dan jenis aluminium. Pada penelitian ini dilakukan pengerasan permukaan dengan metode pack carburizing atau pengarbonan dengan perantara zat padat dimana medianya adalah serbuk arang tempurung kelapa dengan variasi ukuran butir serbuk. Material yang digunakan adalah aluminium 6061. Media pendingin yang digunakan adalah air kelapa muda. Air kelapa muda dipilih sebagai media pendingin karena air kelapa muda mempunyai kandungan elektrolit kalium 5,257 mg/L dan natrium 11,38 mg/L (Farapti, 2014) yang lebih besar dibanding air putih biasa. Berdasarkan penelitian Saputra dkk (Saputra, 2014) kekuatan tarik baja ST 37 pasca pengelasan dengan media pendingin air kelapa didapatkan nilai kekuatan tarik terendah 49,764 kg/mm<sup>2</sup> dibanding media oli bekas dan air garam. Hasil penelitian Matien (Matien, 2016) proses hardening menggunakan air kelapa muda sebagai media pendinginan memiliki nilai kekerasan paling tinggi sebesar 35,7 HRC dengan struktur mikro martensite berukuran kecil, padat, halus, sedangkan laju korosi spesimen ini paling rendah dengan nilai 5,43 mm/γ. Maka penulis berasumsi penggunaan air kelapa muda sebagai media pendingin dalam proses pack carburizing bisa menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan tingkat kekerasan, struktur mikro, dan komposisi kimia aluminium 6061 sebelum dan sesudah proses pack carburizing.

## METODE PENELITIAN

Proses penelitian ini dilakukan melalui tahapan proses pemilihan bahan, proses pembuatan arang tempurung kelapa, proses pembuatan specimen, proses corburizing, proses pengujian meliputi pengujian kekerasan, struktur mikro, dan ketebalan lapisan karbon.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Bahan penelitian

1. Aluminium seri 6061.
2. Serbuk arang tempurung kelapa dengan ukuran 40, 60, dan 80 Mesh.
3. Barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) sebagai bahan aktivator (energizer), dengan komposisi campuran 90% serbuk arang tempurung kelapa dan 10% barium karbonat.

### Proses Carburizing

Proses carburizing dilakukan dengan menggunakan media serbuk arang tempurung kelapa yang sudah diayak. Tahapan proses carburizing yaitu Mempersiapkan specimen yang telah dipotong berbentuk balok dengan ukuran  $50 \times 20 \times 20$  mm. Mempersiapkan campuran serbuk arang tempurung kelapa dengan Barium Karbonat disiapkan dengan campuran 90% serbuk arang tempurung kelapa dan 10% Barium Karbonat. Spesimen bersama media karbon disusun dan diletakkan di dalam kotak *carburizing* dengan susunan berlapis yaitu: lapisan dasar adalah serbuk arang, Spesimen, dan serbuk arang. Kotak *carburizing* tidak terisi penuh sampai menyentuh kotak, tetapi tersedia ruang udara dari sisi dalam tutup kemudian pasang tutup kotak. Selanjutnya kotak *carburizing* dimasukkan kedalam dapur pemanas, atur suhu dapur pemanas hingga mencapai suhu  $500^\circ\text{C}$  kemudian lakukan penahanan selama 45 menit. Setelah mencapai waktu tahan tersebut matikan dapur pemanas dan keluarkan kotak *carburizing* untuk mengambil spesimen kemudian didinginkan secara cepat menggunakan media air kelapa muda. Kemudian lakukan cara yang sama untuk spesimen lain sesuai dengan variasi ukuran serbuk arang tempurung kelapa yang ditentukan.

### Pengujian Spesimen

Setelah semua spesimen selesai di carburizing lakukan pengujian pada tiap-tiap spesimen serta melakukan pengujian pada raw material (material tanpa perlakuan). Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kekerasan, struktur mikro, dan ketebalan lapisan karbon.



Gambar 2. Spesimen Uji Kekerasan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

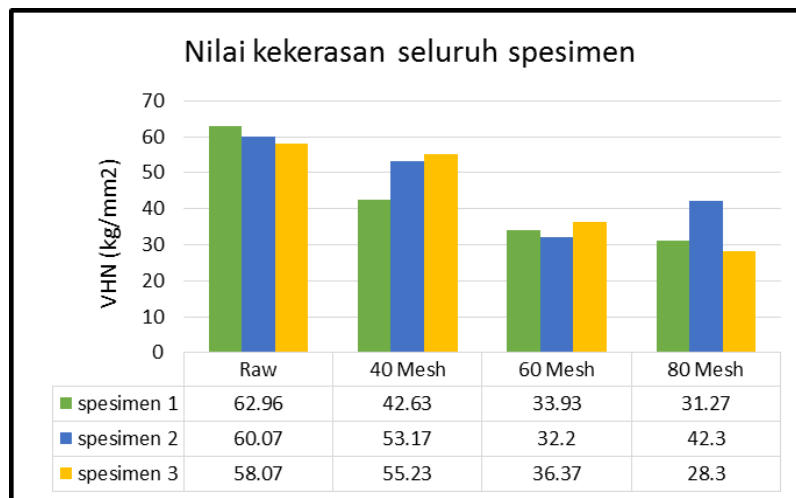
### Data Hasil Pengujian Kekerasan dan Ketebalan

Pada pengujian kekerasan ini spesimen yang diuji berjumlah dua belas buah yaitu terdiri dari tiga spesimen tanpa perlakuan (*raw material*), sembilan spesimen eksperimen *carburizing* dengan variasi ukuran serbuk 40 Mesh, 60 Mesh, dan 80 Mesh. Setiap spesimen akan dikenai tiga titik injakan, data nilai kekerasan dapat dilihat pada tabel 1

**Tabel 1.** Data hasil rata-rata nilai kekerasan seluruh variasi

No	Keterangan		Kekerasan tiap titik			Rata-rata tiap titik	Rata-rata akhir (VHN) kg/mm <sup>2</sup>
1.	Raw material	1	64.9	62.4	61.6	<b>62.96</b>	<b>60.37</b>
		2	61.6	58.2	60.4	<b>60.07</b>	
		3	57.1	57.2	59.9	<b>58.07</b>	
2.	40 Mesh	A <sub>1</sub>	39.2	42.4	46.3	<b>42.63</b>	<b>50.34</b>
		A <sub>2</sub>	51.1	51.4	57	<b>53.17</b>	
		A <sub>3</sub>	55.6	55	55.1	<b>55.23</b>	
3.	60 Mesh	Z <sub>1</sub>	34.1	34.4	33.3	<b>33.93</b>	<b>34.17</b>
		Z <sub>2</sub>	33.2	32.3	31.1	<b>32.2</b>	
		Z <sub>3</sub>	35.5	36	37.6	<b>36.37</b>	
4.	80 Mesh	S <sub>1</sub>	31.8	31.1	30.9	<b>31.27</b>	<b>33.96</b>
		S <sub>2</sub>	38	43.5	45.4	<b>42.3</b>	
		S <sub>3</sub>	29.8	27	28.1	<b>28.3</b>	

Data hasil pengujian kekerasan pada tabel di atas dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 2.** Grafik hasil pengujian kekerasan aluminium seri 6061

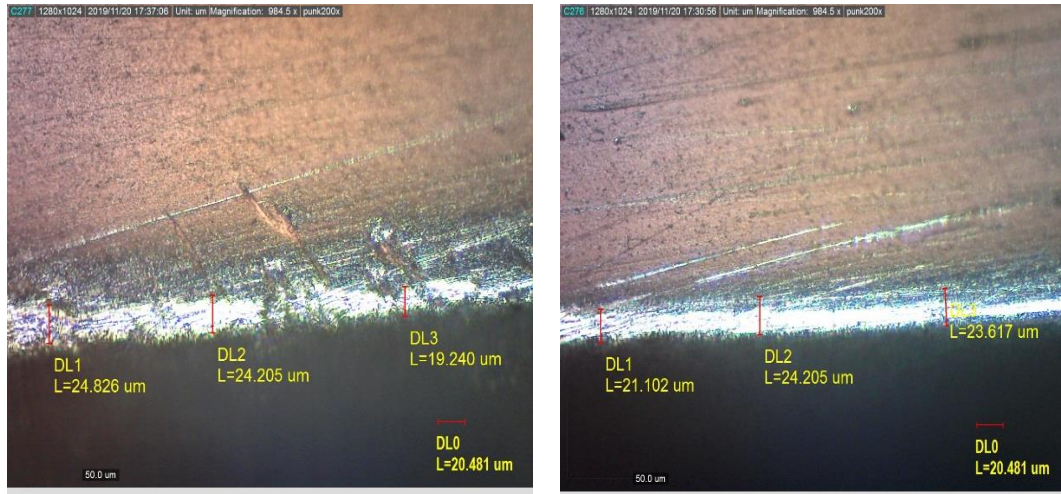
Berdasarkan data-data hasil penelitian dapat dilihat bahwa terjadi perubahan nilai kekerasan pada setiap kelompok spesimen terutama terjadi penurunan nilai kekerasan dari spesimen yang diberi perlakuan terhadap spesimen *raw material* perubahan nilai kekerasan.

Dari grafik di atas dapat diambil kesimpulan bahwasanya penurunan nilai kekerasan disebabkan suhu aktif dan ukuran karbon. Dimana pengamatan dari hasil foto mikro pada spesimen setelah perlakuan menunjukkan unsur karbon terdifusi membentuk fasa baru meskipun tidak merata, kelompok spesimen A menunjukkan lebih banyak fasa baru tersebut dibandingkan dengan kelompok spesimen Z dan pada spesimen S unsur karbon lebih dominan menjadi fasa tunggal. Dari hasil pengamatan tersebut dapat mengidentifikasi faktor penyebab dari penurunan nilai kekerasan aluminium 6061 setelah proses *carburizing*.



### Data hasil nilai ketebalan

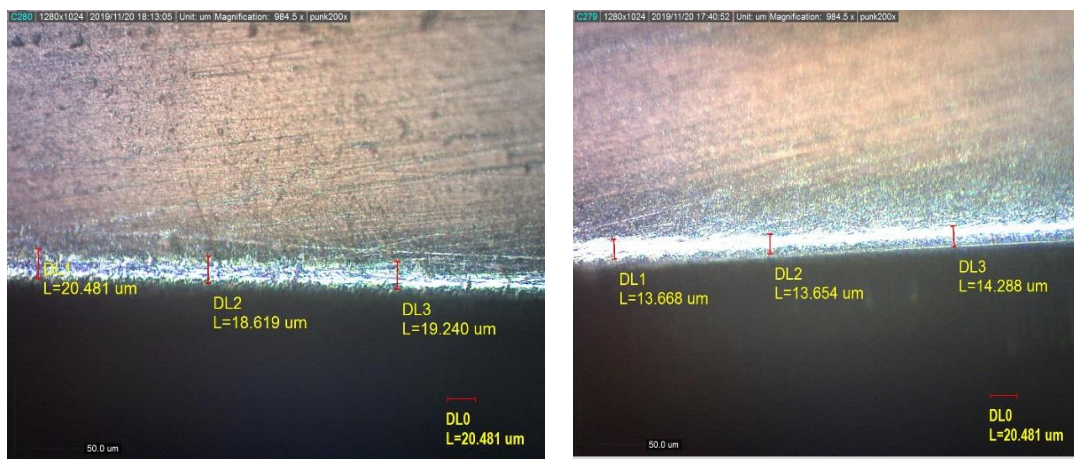
Proses pengujian ketebalan dilakukan setelah spesimen diberi perlakuan carburizing. Setiap variasi diambil dua sampel untuk pengujian ketebalan yaitu spesimen dengan nilai kekerasan tertinggi dan terendah, pengujian ketebalan menggunakan mikroskop metalurgi Nikon Japan 59520 dengan cara pengamatan dilakukan dari bagian atas spesimen untuk melihat ketebalan karbon pada bagian samping spesimen. Hasil pengujian ketebalan dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 6 berikut:



(a) nilai kekerasan terendah

(b) nilai kekerasan tertinggi

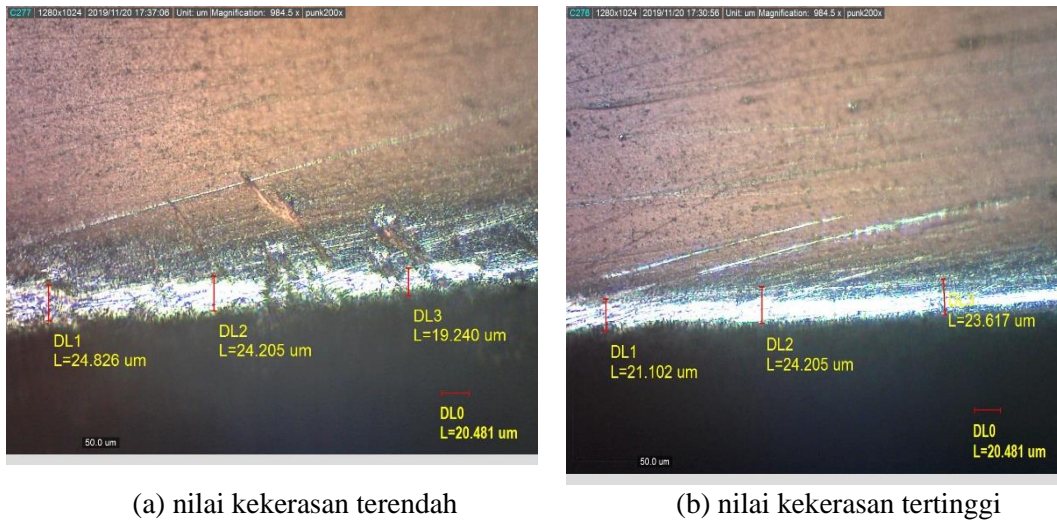
**Gambar 3.** Ketebalan lapisan karbon pada spesimen dengan variasi ukuran 40 Mesh



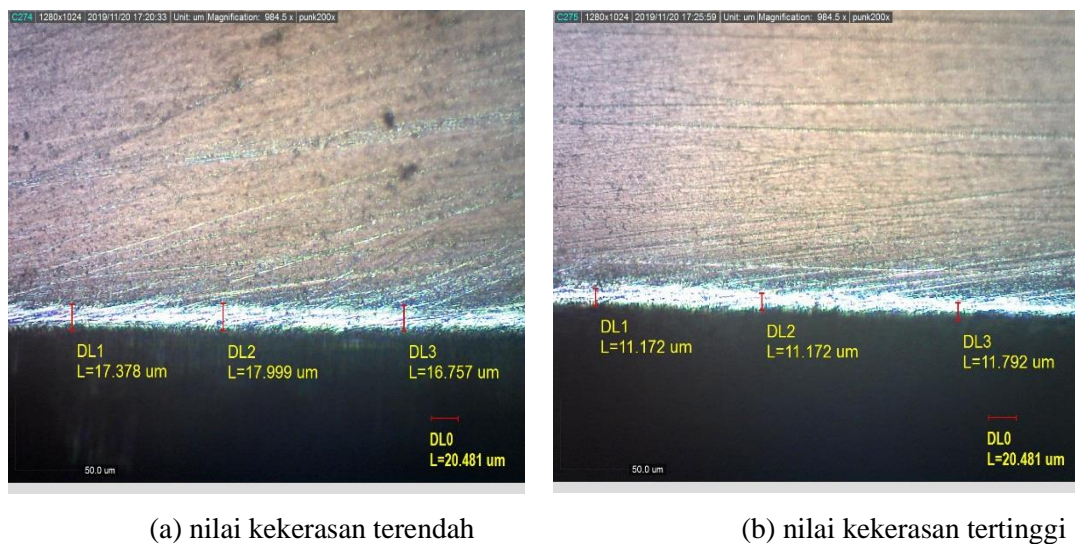
(a) nilai kekerasan terendah

(b) nilai kekerasan tertinggi

**Gambar 4.** Ketebalan lapisan karbon pada spesimen dengan variasi ukuran 60 Mesh



**Gambar 5.** Ketebalan lapisan karbon pada spesimen dengan variasi ukuran 40 Mesh

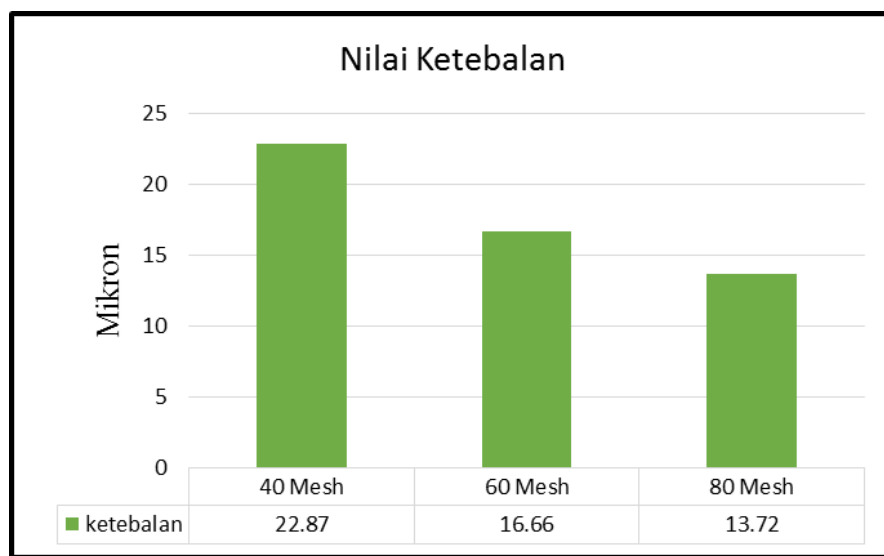


**Gambar 6.** Ketebalan lapisan karbon pada spesimen dengan variasi ukuran 80 Mesh

**Tabel 2.** Data hasil ketebalan karbon tiap variasi

No	Specimen	Tebal carburizing (µm)	Tebal rata-rata (µm)	Ketebalan
1	40 A	24.826 24.205 19.240	22.76	<b>22.87 µm</b>
	Mesh B	21.102 24.205 23.617		
2	60 A	20.481 18.619 19.240	19.45	<b>16.66 µm</b>
	Mesh B	13.668 13.654 14.288		
3	80 A	13.378 17.999 16.757	16.05	<b>13.72 µm</b>
	Mesh B	11.172 11.172 11.792		

Data hasil pengujian ketebalan pada tabel di atas dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 7.** Grafik ketebalan lapisan carburizing

Hasil pengujian nilai ketebalan pada spesimen A dengan variasi ukuran serbuk 40 Mesh sebesar 22.87  $\mu\text{m}$ , spesimen Z dengan variasi ukuran serbuk 60 Mesh sebesar 16.66  $\mu\text{m}$ , dan spesimen S dengan variasi ukuran serbuk 80 Mesh sebesar 13.72  $\mu\text{m}$ .

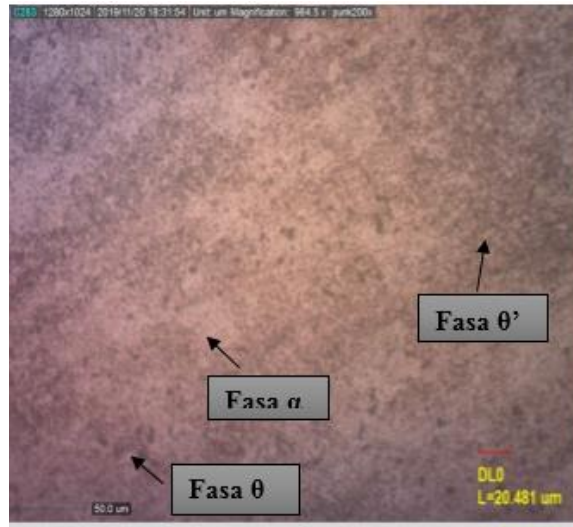
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa spesimen yang diberi perlakuan dengan ukuran serbuk 40 Mesh menunjukkan nilai ketebalan yang paling tinggi, sedangkan spesimen yang diberi perlakuan dengan ukuran serbuk 80 Mesh nilai ketebalannya lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang diberi perlakuan dengan ukuran serbuk 40 Mesh. Hal itu menunjukkan bahwa unsur karbon dapat terdifusi kedalam unsur aluminium seri 6061.

#### Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan struktur mikro dari material aluminium seri 6061 sebelum dan sesudah proses carburizing. Pengamatan struktur mikro meliputi logam tanpa perlakuan (*raw material*), spesimen A dengan variasi ukuran serbuk 40 Mesh, spesimen Z dengan variasi ukuran serbuk 60 Mesh, dan spesimen S dengan variasi ukuran serbuk 80 Mesh. Pengamatan yang dilakukan menggunakan pembesaran 984.5 kali dengan lensa 200  $\mu\text{m}$ . Hasil foto mikro dari penelitian ini bisa dilihat pada gambar berikut:

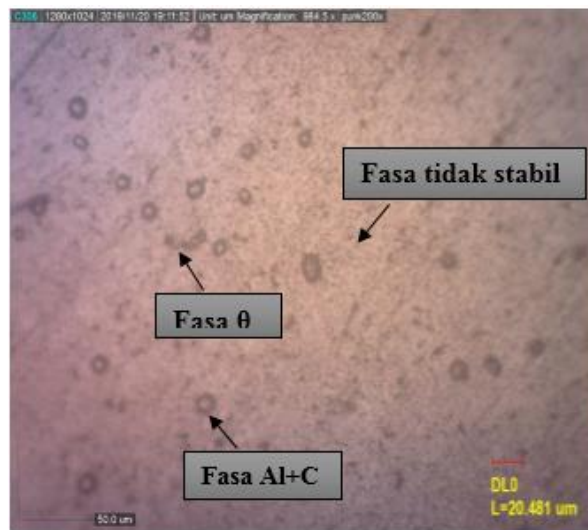
- Foto struktur mikro spesimen *raw material* dapat dilihat pada gambar 8 berikut mempunyai struktur fasa  $\theta'$  lebih mendominasi dibandingkan dengan Fasa  $\alpha$  dan fasa  $\theta$ .





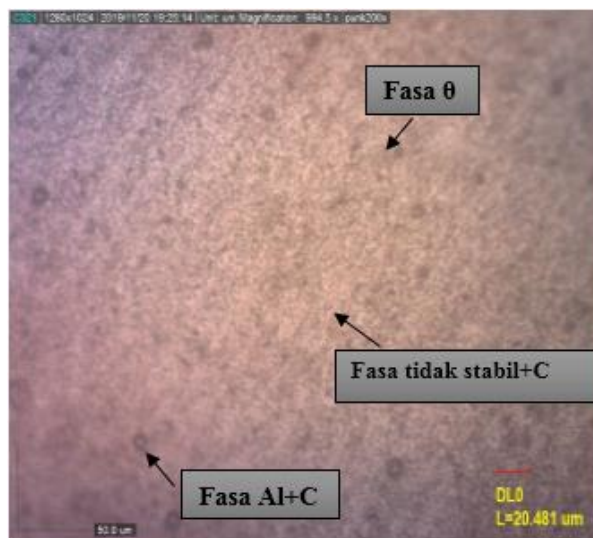
**Gambar 8.** Foto struktur mikro raw material (R) dengan pembesaran 984.5 kali

- b. Gambar 9 menunjukkan foto struktur mikro spesimen A yang telah diberi perlakuan panas yaitu *carburizing* dengan variasi ukuran serbuk 40 Mesh yang dihasilkan pada proses ini adalah Fasa tunggal dan fasa Al+C, dimana fasa tunggal lebih mendominasi.



**Gambar 9.** Foto struktur mikro spesimen A dengan pembesaran 984.5 kali

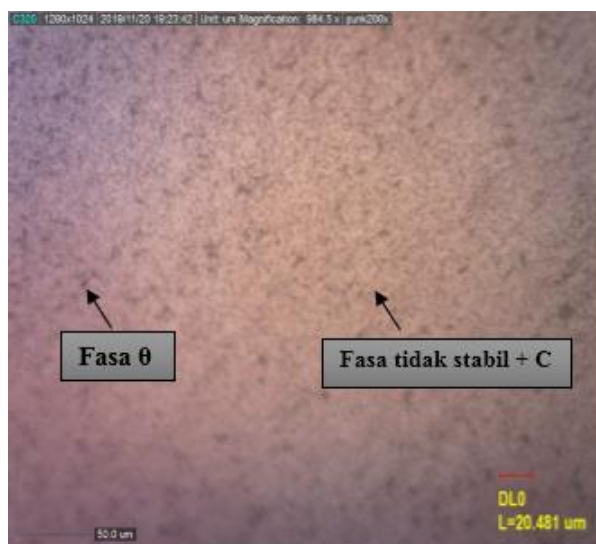
- c. Gambar 10 menunjukkan foto struktur mikro spesimen Z yang telah diberi perlakuan panas yaitu *carburizing* dengan variasi ukuran serbuk 60 Mesh. Hasil dari pengamatan pada gambar 10 bahwa lebih sedikit terbentuknya fasa Al+C dan fasa  $\theta$ +C, akan tetapi lebih banyak terbentuk fasa tidak stabil dibandingkan dengan spesimen A.



**Gambar 10.** Foto struktur mikro spesimen Z dengan pembesaran 984.5 kali

- d. Gambar 11 menunjukkan foto struktur mikro spesimen S yang telah diberi perlakuan panas yaitu *carburizing* dengan variasi ukuran serbuk 80 Mesh. Hasil pengamatan struktur mikro spesimen S menunjukkan terdiri dari fasa  $\theta$  dan didominasi dengan fasa tidak stabil, unsur karbon tidak terdifusi menjadi fasa baru akan tetapi lebih terbentuk menjadi fasa tunggal hal ini diidentifikasi dikarenakan ukuran serbuk yang kecil mengakibatkan unsur karbon larut kedalam aluminium.

Serta juga dapat dilihat pada tiap-tiap kelompok spesimen yang telah diberi perlakuan panas masih terdapat fasa  $\theta$  pada struktur mikronya. Hal itu menunjukkan bahwa pada saat pemanasan tidak semua unsur  $Mg_2Si$  terlarut membentuk larutan yang homogen, dikarenakan suhu pemanasan untuk mendapatkan larutan  $Mg_2Si$  yang homogen adalah sebesar  $500-595^\circ C$ .



**Gambar 11.** Foto struktur mikro spesimen S dengan pembesaran 984.5 kali

Dari hasil pengamatan struktur mikro pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa gambar yang sudah diambil dari foto micro di atas menunjukkan terjadi perubahan fasa yang terbentuk dari aluminium 6061 sebelum dan sesudah *carburizing*. Kelompok spesimen *raw material* memiliki nilai kekerasan tertinggi dari spesimen yang diberi perlakuan hal itu disebabkan karena struktur mikro dari *raw material* memiliki kerapatan yang tinggi antara batas butir dari setiap fasa dan didominasi oleh fasa presipitat ( $Mg_2Si$ ). Semakin banyak presipitat yang terbentuk maka akan berpengaruh terhadap meningkatnya sifat mekanik terutama dalam hal kekuatan tarik dan kekerasan

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pembahasan di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan nilai kekerasan pada aluminium 6061 akibat perlakuan panas (carburizing) dengan variasi ukuran serbuk arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon. Data nilai kekerasan spesimen yang di carburizing dengan ukuran serbuk 40 Mesh, 60 Mesh, dan 80 Mesh berturut-turut adalah 50.34 Kg/mm<sup>2</sup>, 34.17 Kg/mm<sup>2</sup>, dan 33.96 Kg/mm<sup>2</sup>. Besarnya persentase penurunan nilai kekerasan spesimen yang telah mengalami perlakuan terhadap spesimen raw material (60.37 Kg/mm<sup>2</sup>) berturut-turut sebesar -16.61%, -43.39%, dan -43.74%. Penurunan nilai kekerasan terendah pada penggunaan ukuran serbuk 80 Mesh dibandingkan dengan penggunaan ukuran serbuk 40 Mesh dan 60 Mesh. Spesimen A dengan penggunaan ukuran serbuk 40 Mesh mempunyai nilai kekerasan tertinggi dibandingkan spesimen Z dengan ukuran serbuk 60 Mesh dan spesimen S dengan ukuran 80 Mesh.
2. Terjadi perubahan struktur mikro aluminium 6061 akibat variasi ukuran serbuk arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon pada proses carburizing. Keadaan ini terlihat dari hasil foto struktur mikro dimana ada terbentuknya struktur baru akibat difusi karbon dan terlarutnya presipitat dari aluminium 6061 akibat perlakuan pelarutan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Surdia, T. & Saito, S. 2013. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT. Balai Pustaka.
- Kuswanto, B. 2010. Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Arang Tempurung Kelapa-Barium Karbonat Terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan Material Baja ST 37 Dengan Proses Pack Carburizing. *Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.*
- Robbina, A. Mochammad. 2012. Perbandingan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis pada Proses Carburizing Baja S45C. *Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.*
- Shaifudin, A., Istiasih, H. & Mufarrih, A. 2018. Optimalisasi Difusi Karbon Dengan Metode Pack Carburizing Pada Baja ST 42. *Jurnal Mesin Nusantara* 1(1): 27-34
- Mujiyono, M. dan Sumowidagdo, L. Arianto. 2008. Meningkatkan Efektifitas Karburasi Padat pada Baja Karbon Rendah dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Mesin* 10(1): 8-14
- Wiryosumarto, H. Dan Okumura T. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Darsono, B. Febri. 2017. Pengaruh Perlakuan panas Case Hardening pada Aluminium paduan Seri 7075 Terhadap Sifat mekanik dan struktur Mikro. *Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.*
- Farapti dan Sayogo, S. 2014. Air Kelapa Muda-Pengaruhnya terhadap Tekanan Darah. *Jurnal Kesehatan* 41(12): 896-900
- Saputra, H., A. Syarif, Y. Maulana. 2014. Analisa Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam* 3(2): 91-98

Matien, A. Yahya. 2016. Pengaruh Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Laju Korosi pada Hardening Baja Karbon Sedang. *Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.*