



Karakterisasi Hasil *Pack Carburizing* Menggunakan Campuran Serbuk Arang Kayu Jati Dan Cangkang Sawit Pada Baja Aisi 1040 Setelah *Double Quenching*

Bambang Prahoro Aji^{*1}, Lukman Hakim Nasution^{**2,3}, TO Rajagukguk^{***1}, Chandra Aditiya¹, Candra Irianto¹, Aditya Sapta Nugraha¹, Weriono², Nazaruddin³, Heri Suripto⁴

¹Universitas Malahayati
Lampung
bambang.prahoroaji@gmail.com

²Badan Perencanaan
Pembangunan Daerah,
Penelitian dan Pengembangan
Provinsi Riau
Pekanbaru-Riau
lukman_n82@yahoo.com

³Sekolah Tinggi Teknologi
Pekanbaru
Pekanbaru-Riau

⁴Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pasir Pengaraian.
Rokan Hulu-Riau

ABSTRAK

Hasil karakterisasi proses *pack carburizing* menggunakan campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit berukuran *mesh* 40 dengan perbandingan 1:1 pada baja AISI 1040 setelah *double quenching* dilakukan dengan X-Ray Fluorescence portable dan Field Emission Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy. Raw material (RA) yaitu baja AISI 1040 yang dipanaskan pada suhu 800°C dengan *holding time* 120 menit sebagai spesimen A, dan 800°C dengan *holding time* 360 menit sebagai spesimen B, dimana ukuran masing-masing spesimen adalah tebal 3 mm, panjang 50 mm dan lebar 20 mm; menggunakan media pendingin air biasa 1.200 ml. Hasil analisis karakterisasi X-Ray Fluorescence portable menunjukkan peningkatan nilai persentase kadar unsur Fe sebesar 1,04% dan Si 0,04% pada spesimen A, dan pada spesimen B unsur Fe sebesar 0,4% dan Si sebesar 0,18% dibandingkan dari Fe dan Si pada spesimen RA. Sedangkan berdasarkan analisis karakterisasi Field Emission Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy menunjukkan bahwa distribusi ukuran partikel lebih menstabilisasi ke area permukaan spesimen B, yang menunjukkan proses *pack carburizing* menggunakan campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit berukuran *mesh* 40 setelah *double quenching* terbaik untuk meningkatkan ketahanan aus baja AISI 1040 adalah pada suhu 800°C dengan *holding time* selama 360 menit.

Kata kunci: Baja AISI 1040; *pack carburizing*; *double quenching*; XRF portable; FESEM-EDS

ABSTRACT

The characterization of the *pack carburizing* process using a 1:1 mixture of teak wood charcoal and palm shell powder with a mesh size of 40 on AISI 1040 steel after *double quenching* was conducted using portable X-Ray Fluorescence and Field Emission Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy. The raw material (RA), AISI 1040 steel, was heated to 800°C with a holding time of 120 minutes for specimen A, and 800°C with a holding time of 360 minutes for specimen B. Both specimens had dimensions of 3 mm thickness, 50 mm length, and 20 mm width, and were cooled using 1,200 ml of ordinary water. The portable X-Ray Fluorescence analysis showed an increase in Fe content by 1.04% and Si by 0.04% in specimen A, while in specimen B, Fe increased by 0.4% and Si by 0.18% compared to the RA specimen. The Field Emission Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy analysis revealed that particle size distribution was more pronounced on the surface area of specimen B. This suggests that the *pack carburizing* process using the teak wood charcoal and palm shell powder mixture with a mesh size of 40, followed by *double quenching*, is most effective for enhancing the wear resistance of AISI 1040 steel at a temperature of 800°C with a holding time of 360 minutes.

Keywords: AISI 1040 steel; *pack carburizing*; *double quenching*; portable XRF; FESEM-EDS

Corresponding Author:
✉ Bambang Prahoro Aji
Accepted on: 2024-06-28

1. PENDAHULUAN

Baja menjadi pilihan untuk digunakan karena memiliki kekuatan serta struktur yang stabil dengan kekerasan yang cukup tinggi [1]. Sebagai contoh adalah baja AISI 1040 yang digunakan pada berbagai jenis komponen otomotif seperti roda gigi, poros dan gear motor. Dalam penggunaan komponen-komponen tersebut, nilai kekerasannya mesti ditingkatkan untuk ketahanan aus [2].

Pack carburizing merupakan proses yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai kekerasan dan ketahanan aus pada permukaan baja AISI 1040. Proses ini dapat dilakukan dengan menambahkan unsur karbon secara bersamaan di dalam kotak kedap udara dan dipanaskan pada temperatur *carburizing*. *Carburizing* padat menggunakan serbuk arang adalah pada temperatur 600°C hingga 950°C. Setelah dilakukan *holding time*, proses dilanjutkan dengan pengerasan *quenching* untuk mencapai kekerasan baja yang tinggi [3].

Pack carburizing adalah salah satu metode yang digunakan untuk menambah kandungan karbon di dalam baja dengan menggunakan media padat [4]. Penambahan karbon pada proses *pack carburizing* dapat menggunakan karbon dari serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit. Serbuk arang kayu jati memiliki kandungan karbon mencapai 80,18% [5]. Sedangkan serbuk arang tempurung kelapa sawit memiliki kandungan karbon lebih dari 79,47% [6]. Proses penambahan karbon atau *carburizing* pada baja karbon bertujuan untuk menambah tingkat kekerasannya. Akan tetapi jenis proses pendinginan juga mempengaruhi tingkat kekerasan pada baja tersebut, seperti pada baja jenis AISI 1040 berkaitan dengan ketangguhannya terhadap ketahanan aus, dapat dilakukan proses pendinginan dengan metode *quenching* menggunakan air [7, 8]. Proses ini dilakukan juga untuk mendapatkan perubahan struktur mikro dari baja tersebut [9].

X-Ray Fluorescence adalah peralatan karakterisasi material dengan analisis yang didasarkan pada perilaku atom terkena radiasi, dan merupakan teknik analisis non-destruktif yang digunakan untuk mengidentifikasi serta menentukan konsentrasi elemen pada padatan, bubuk atau cair [10]. Metode *X-Ray Fluorescence* digunakan secara luas untuk karakterisasi material berkenaan dengan analisis unsur kimia, dimana sampel yang dapat dianalisis dapat berbentuk *powder*, larutan, atau lembaran dan partikulat [11]. Metode *X-Ray Fluorescence* dipilih sebagai aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material, karena cepat dan tidak ada menimbulkan kerusakan pada sampel yang diuji [12]. Sedangkan karakterisasi lanjut pada baja dapat dilakukan dengan menggunakan *Field Emission Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (FESEM-EDS) yang dapat mendeteksi morfologi dan menunjukkan bentuk serta ukuran fitur permukaan suatu objek seperti tekstur dan kehalusan serta komposisi unsur [13].

2. MATERIAL DAN METODE

Spesimen *raw material* (RA) adalah baja AISI 1040, dipanaskan pada suhu 800°C dengan *holding time* 120 menit sebagai spesimen A, dan 800°C dengan *holding time* 360 menit sebagai spesimen B, dimana ukuran masing-masing spesimen adalah tebal 3 mm, panjang 50 mm dan lebar 20 mm. Media pendingin adalah air biasa 1.200 ml. Sedangkan bahan *pack carburizing* adalah campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit berukuran *mesh* 40 dengan perbandingan 1:1 sebanyak 2 gr. Sedangkan cawan yang digunakan berkapasitas 60 ml dan memiliki ketahanan panas hingga 2000°C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis karakterisasi spesimen baja AISI 1040 (RA) hasil *pack carburizing* menggunakan campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit setelah *double quenching* dilakukan menggunakan *X-Ray Fluorescence portable*. Ini dilakukan untuk mengetahui jenis dan kadar persentase kandungan unsur spesimen RA, A dan B setelah perlakuan *pack carburizing* dan *double quenching*. Hasil analisis karakterisasi menggunakan *X-Ray Fluorescence portable* ditunjukkan pada tabel 1 hingga tabel 5.

4

Tabel 1. Hasil XRF *portable* spesimen RA

Unsur	Simbol	Kadar (%)
Besi	Fe	97,94
Silikon	Si	0,68
Mangan	Mn	0,31
Sulfur	S	1,07

5

Tabel 2. Hasil XRF *portable* spesimen A dan B

Spesimen	Unsur	Simbol	Kadar (%)
A 800°C/120 Menit	Besi	Fe	98,98
	Silikon	Si	0,72
	Mangan	Mn	0,17
	Sulfur	S	0,13
B 800°C/360 Menit	Besi	Fe	98,94
	Silikon	Si	0,72
	Mangan	Mn	0,21
	Sulfur	S	0,01
	Titanium	Ti	0,21

Tabel 3. Perbandingan nilai unsur spesimen RA terhadap A

Spesimen RA		Spesimen A (800°C/2jam)		Selisih Kadar (%) Unsur
Fe	97,94	Fe	98,98	A +1,04
Si	0,68	Si	0,72	A +0,04
Mn	0,31	Mn	0,17	A -0,01
S	1,07	S	0,13	A -0,94

6

Tabel 4. Perbandingan nilai unsur antara spesimen RA terhadap B

Spesimen RA		Spesimen B (800°C/6jam)		Selisih Kadar (%) Unsur
Fe	97,94	Fe	97,98	B +0,04
Si	0,68	Si	0,86	B +0,18
Mn	0,31	Mn	0,14	B -0,17
S	1,07	S	0,19	B -0,88
-	-	Ti	0,21	B +Ti = 0,21

7

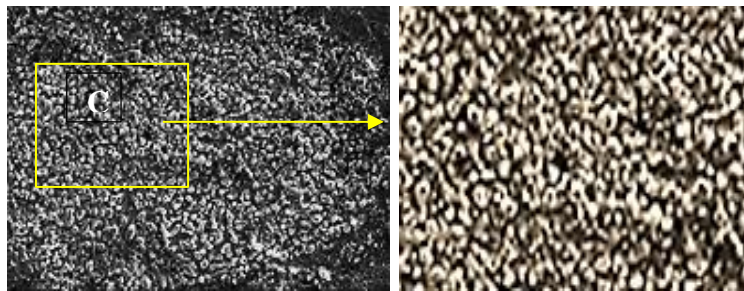
Tabel 5. Perbandingan nilai unsur antara spesimen A terhadap B

Spesimen A (800°C/120 Menit)	Spesimen B (800°C/360 Menit)	Selisih Kadar (%) Unsur
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------

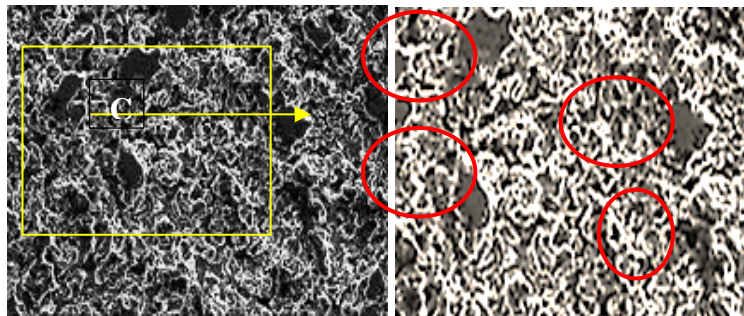
Fe	98,98	Fe	97,98	A +1,00
Si	0,72	Si	0,86	B +0,14
Mn	0,17	Mn	0,14	A +0,03
S	0,13	S	0,19	B +0,06
-	-	Ti	0,21	B +Ti = 0,21

Berdasarkan tabel 1 hingga tabel 5, hasil analisis karakterisasi menggunakan *X-Ray Fluorescence portable* kadar dan jenis unsur antara RA terhadap spesimen A dan B menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan nilai kadar persentase dari unsur Fe sebesar 1,00% hingga 1,04% pada spesimen A dan B. Akan tetapi pada spesimen B munculnya unsur Ti sebesar 0,21% yang menjadikannya lebih keras di dibandingkan spesimen RA dan A.

Kemudian deteksi bentuk morfologi pada permukaan specimen A dan B, analisis karakterisasi adalah dengan menggunakan *Field Emission Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (FESEM-EDS), seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Morfologi permukaan spesimen A pembesaran 1.500x



Gambar 3. Morfologi permukaan spesimen B pembesaran 1.500x

Berdasarkan gambar 1 dan gambar 2, bahwa morfologi berupa partikel-partikel dari unsur karbon (C) berbentuk butiran-butiran halus secara merata melapisi permukaan spesimen A dan B. Namun untuk specimen B distribusi ukuran partikel lebih dalam menstutitisi ke area permukaan specimen dengan ditunjukkannya pori di dalam lapisan partiel-partikel yang menyebar secara merata dipermukaan specimen tersebut. Berdasarkan morfologi berupa partikel-partikel unsur karbon di area permukaan spesimen, menunjukkan bahwa proses *pack carburizing* menggunakan campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit berukuran *mesh* 40 pada baja AISI 1040 berhasil di lakukan. Proses yang terbaik adalah spesimen B yaitu pada suhu 800°C dengan *holding time* selama 360 menit.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis karakterisasi proses *pack carburizing* menggunakan campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit berukuran *mesh* 40 pada baja AISI 1040, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai persentase kadar unsur Fe sebesar 1,04% dan Si 0,04% pada spesimen A, dan pada spesimen B unsur Fe sebesar 0,4% dan Si sebesar 0.18% dibandingkan dari Fe dan Si pada spesimen RA. Meskipun nilai persentase kadar unsur Fe spesimen A lebih besar dari spesimen B yaitu 0,04%; akan tetapi nilai Si lebih besar pada spesimen B yaitu sebesar 0,14%, dan memiliki unsur Ti sebesar 0,21%. Sedangkan distribusi ukuran partikel lebih menstabilitas ke area permukaan spesimen B. Ini menunjukkan bahwa proses *pack carburizing* menggunakan campuran serbuk arang kayu jati dan cangkang sawit setelah *double quenching* yang terbaik untuk meningkatkan ketahanan aus baja AISI 1040 adalah proses pada spesimen B dengan suhu 800°C dan *holding time* selama 360 menit.

REFERENSI

- [1] Pradeep, G. R. C., Ramesh, A., & Prasad, B. D., 2013. '*Comparative Study of Hard facing of AISI 1020 Steel by Three Different Welding Processes*'. Global Journal of Researches in Engineering Mechanical and Mechanics Engineering, vol. 13(4), 2.
- [2] Rasyad, A., dan Arto, B., 2018. 'Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Elektrolapling Terhadap Kuat Tarik, Kuat Tekuk dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah'. Jurnal Reayasa Mesin, vol. 9. no. 3, hal. 173-180.
- [3] Putra, A. G., dan Pawawoi., 2020. 'Pengaruh Single dan Double Quenching pada Proses *Pack Carburizing* Terhadap Sifat Mekanik Baja Paduan Karbon Rendah'. Universitas Sriwijaya 47 AISI 3115, Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik, 9(2).
- [4] R. Salim., 2016. 'Karakteristik dan Mutu Arang Kayu Jati (*Tectona Grandis*) dengan Sistem Pengarangan Campuran pada Metode Tungku Drum'. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan, vol. 8, 2016.
- [5] Kirono, Sasi., 2012. 'Pengaruh Proses Tempering Pada Baja Karbon Medium Setelah Quenching Dengan Media Oli dan Air Garam (NaCl) Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. Sintek, vol. 5, no. 1, hal 36-47.
- [6] Cahyani dan Rani., 2011. 'Pembuatan dan Analisis Kualitas Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivasi dan Kalium Hidrosida'. Institut Pertanian Bogor.
- [7] Jordi, M., Yudo, H., Jokosisworo, S., 2017. 'Analisa Pengaruh Proses Quenching dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW'. Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 5, no. 1, hal. 272-281.
- [8] Callister D. William and Retchwisch G. David., 2011. '*Materials Science and Engineering. In SI Version, Eighth Edition* (8th ed., p. 425)'. Asia: Wiley John & Sons.
- [9] Sugiarto, T., 2013. 'Analisis Uji Ketahanan Lelah Baja Karbon Sedang AISI 1045 dengan Heat Treatment (*Quenching*) dengan Menggunakan Alat Rotary Bending'. Jurnal Fema, vol. 1, no. 3.
- [10] Setiabudi, A., Hardian, R., dan Muzakir, A., 2012. 'Karakteristik Material Prinsip dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia'. UPI Press. Bandung.
- [11] Christian, G. D and O'Reilly, E., 1978. 'Instrumental Analysis'. 2 Ed AUyn and Baron Inc, Boston London Sydney Toronto.

- [12] Jamaluddin, Massinai, M. A., dan Tahir, D., 2016. 'Analisis Kandungan Logam Oksida Menggunakan Metode XRF (X-Ray Fluorescence)'. Pusat Teknologi Bahan Nuklir Batan. no. 09-10/Tahun V. ISSN 1979-2409.
- [13] Akhtar, dkk., 2018. '*Handbook of Materials Characterization*'. Springer International Publishing AG, Saudi Arabia, vol. 2, no. 1, hal, 116.