

PENGARUH CARBURIZING DAN CRYOGENIC TREATMENT TERHADAP KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH ST 37

Agus Suprpto¹, Ike Widyastuti², Darto³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang
Jl. Terusan Raya Dieng 62-64 Malang
Email: agussuprpto@yahoo.com

Abstrak

Karbon aktif dari tempurung kelapa dipakai sebagai media pada proses Carburizing untuk meningkatkan kekerasan permukaan. Pengembangan metode untuk meningkatkan kekerasan dapat dilakukan dengan cryogenic treatment. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui, menganalisa pengaruh cryogenic treatment terhadap sifat kekerasan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan proses Carburizing dengan pemanasan sampai temperatur austenite (γ) dengan variasi 800°C, 850°C dan 900°C dengan media karbon aktif dari tempurung kelapa dengan variasi holding time 1 jam, 2 jam dan 3 jam selanjutnya dicelup cepat pada air. Hasil Carburizing sebagai bahan untuk Cryogenic treatment pada nitrogen cair – 195°C dan ditahan pada – 195°C bervariasi holding time: 2 jam, 24 jam, 48 jam selanjutnya dipanaskan sampai temperatur kamar. Analisa pengujian ini dilakukan dengan metode analitis dan uji kekerasan. **Temuan** hasil penelitian: (1). Hasil proses Carburizing dengan media karbon aktif dari tempurung kelapa menunjukkan kekerasannya meningkat dibanding sebelum proses Carburizing, (2). Hasil Cryogenic Treatment menunjukkan kekerasannya lebih tinggi dibanding hasil proses Carburizing.

Kata kunci: Baja karbon rendah ST 37; Carburizing; Cryogenic treatment; Karbon aktif; Kekerasan; Tempurung kelapa

Pendahuluan

Limbah tempurung kelapa banyak digunakan untuk pemanggangan ikan atau makanan lain. Untuk meningkatkan nilai ekonomis tempurung kelapa dapat diproses menjadi karbon aktif. Karbon aktif dapat digunakan antara lain dalam industri obat, makanan, minuman, dan pembersih air. Karbon aktif memegang peranan yang sangat penting baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu pada proses industri dalam meningkatkan kualitas atau mutu produk yang dihasilkan. Karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan sebagai media pada proses Carburizing untuk meningkatkan kekerasan.

Penambahan karbon yang disebut carburizing atau karburasi, dilakukan dengan cara memanaskan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu pada temperature austenit dalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif, diikuti perlakuan pendinginan cepat (*quenching*), sehingga diperoleh permukaan yang lebih keras. *Pack carburizing* adalah metode carburizing yang paling sederhana dibanding metode cair dan gas, karena dapat dilakukan dengan peralatan yang sederhana. Hasil penelitian Yahya *et al* (2013) pada baja karbon rendah dengan proses carburizing pada temperature 900°C dan holding 90 menit dengan menggunakan media karbon aktif dari tempurung kelapa, kekerasannya meningkat 13,5 % dari HV 231.65 ke HV 262.85. Hasil yang serupa ditunjukkan oleh Jamal I. *et al* (2014) yang melakukan penelitian Carburizing dengan menggunakan bahan baja karbon rendah yaitu baja ST 37 dengan suhu pemanasan 950 °C dengan waktu penahanan 1 Jam dan didinginkan cepat dalam air, dengan menggunakan arang tempurung kelapa dengan katalisator cangkang kerang darah (CaCO₃) 30 % memiliki kekerasan tertinggi 60 HRC, naik 45,63 %. Hasil kekerasan yang berbeda dengan temperatur 980°C dengan waktu carburizing selama 2 jam. Media carburizing menggunakan 80% serbuk arang tempurung kelapa dan 20% BaCO₃ dimana prosentase dalam berat dilakukan oleh Cahyo A.Y.A (2009), diperoleh nilai kekerasan yang tertinggi pada ketebalan 20 mm sebesar 848 HV dengan kedalaman pengerasan pada 0.53 mm. Hasil penelitian (Suryanto H, 2007) menunjukkan kekerasan raw material 130 kg/mm². Setelah melalui proses carburizing dengan variasi temperatur 850°C, 900°C, 950°C pada Baja ST37 dengan arang kayu dan zat pengaktif karbon BaCO₃ 25%, terjadi peningkatan kekerasan berturut-turut adalah 535, 817, dan 861 kg/mm².

Cryogenic treatment adalah suatu proses pendinginan suatu bahan baja, stainless steel dan lain-lain dari temperatur kamar sampai dengan temperatur -320°F (-196°C) kemudian pada temperatur tersebut ditahan selama waktu tertentu dan dilanjutkan dengan penghangatan sampai temperatur kamar (Singh, S. *et al*, 2012). Hasil penelitian A Suprpto, et al

(2016) menunjukkan terjadi peningkatan kekerasan sebesar 42 % hasil dari proses *Cryogenic Treatment* pada pahat ADI (Austemper Ductile Iron). Hal ini didukung hasil penelitian oleh Suriansyah et al (2015) yang menunjukkan pengaruh *cryogenic cooling, martemper and temper treatment* pada FCD-45 terjadi kenaikan kekerasan sebesar 9 % dibanding sebelum mendapat *treatment*.

Menindak lanjuti penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yahya et al (2013); A Suprpto, et al (2016); dan Suriansyah et al (2015) dalam penelitian ini mengkombinasikan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa dipakai sebagai media pada proses *Carburizing*, dilanjutkan dengan *Cryogenic treatment* pada material baja karbon rendah, untuk melihat pengaruh sifat kekerasan.

Metode

Carburizing

- Bahan ST 37 dipanaskan sampai temperatur *Austenit* dengan variasi 800°C, 850°C dan 900°C dengan variasi waktu penahanan 1 jam, 2 jam dan 3 jam dengan media karbon aktif dari arang tempurung kelapa, selanjutnya specimen dalam box diambil dari dapur listrik
- Celup cepat pada air sampai pada temperatur kamar

Cryogenic treatment

- Pendinginan pada nitrogen cair
- Waktu penahanan pada nitrogen cair bervariasi: 2 jam, 24 jam dan 48 jam
- Pemanasan sampai temperatur kamar

Uji Kekerasan

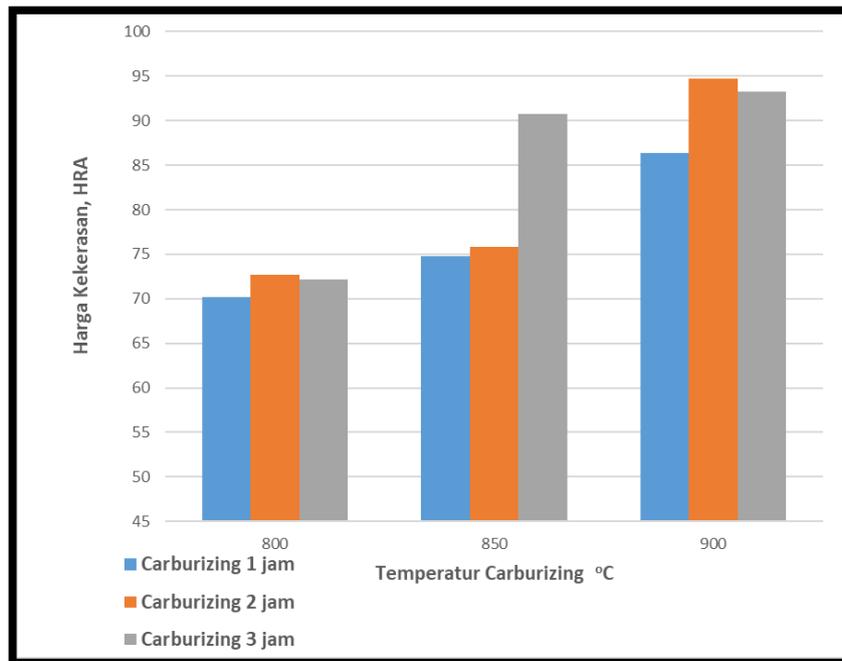
- Metode Rockwell skala A dengan indentor intan dengan beban minor 10 kg dan beban major 60 kg

Hasil dan pembahasan

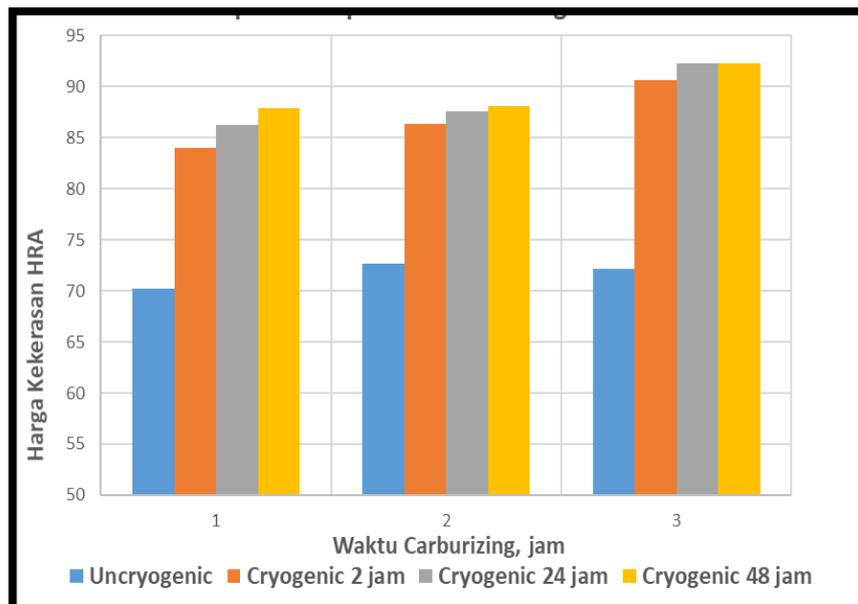
Tabel 1. Kekerasan hasil *carburizing* dan *cryogenic treatment*

No	Perlakuan			Kekerasan (HRA)	
1	Tanpa perlakuan			56,0	
2	Carburizing 800 ⁰ C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Untreated cryogenic	70,2	
3		Holding 2 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	72,7	
4		Holding 3 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	72,2	
5	Carburizing 850 ⁰ C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Untreated cryogenic	74,8	
6		Holding 2 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	75,8	
7		Holding 3 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	90,75	
8	Carburizing 900 ⁰ C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Untreated cryogenic	86,35	
9		Holding 2 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	94,75	
10		Holding 3 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	93,3	
11	Carburizing 800 ⁰ C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	84,05
12				Soaking 24 jam	86,3
13				Soaking 48 jam	87,9
14		Holding 2 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	86,4
15				Soaking 24 jam	87,6
16				Soaking 48 jam	88,06
17		Holding 3 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	90,6
18				Soaking 24 jam	92,3
19				Soaking 48 jam	92,3
20	Carburizing 850 ⁰ C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	81,8
21				Soaking 24 jam	87,3
22				Soaking 48 jam	88,3
23		Holding 2 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	89,2
24				Soaking 24 jam	90,3
25				Soaking 48 jam	91,95
26		Holding 3 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	95,05
27				Soaking 24 jam	87
28				Soaking 48 jam	94,3
29	Carburizing 900 ⁰ C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	93,2
30				Soaking 24 jam	95,05

No	Perlakuan			Kekerasan (HRA)
31			Soaking 48 jam	95,6
32	Holding 2 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	95,85
33			Soaking 24 jam	96,35
34			Soaking 48 jam	97,1
35	Holding 3 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	96,9
36			Soaking 24 jam	96,6
37			Soaking 48 jam	96,75

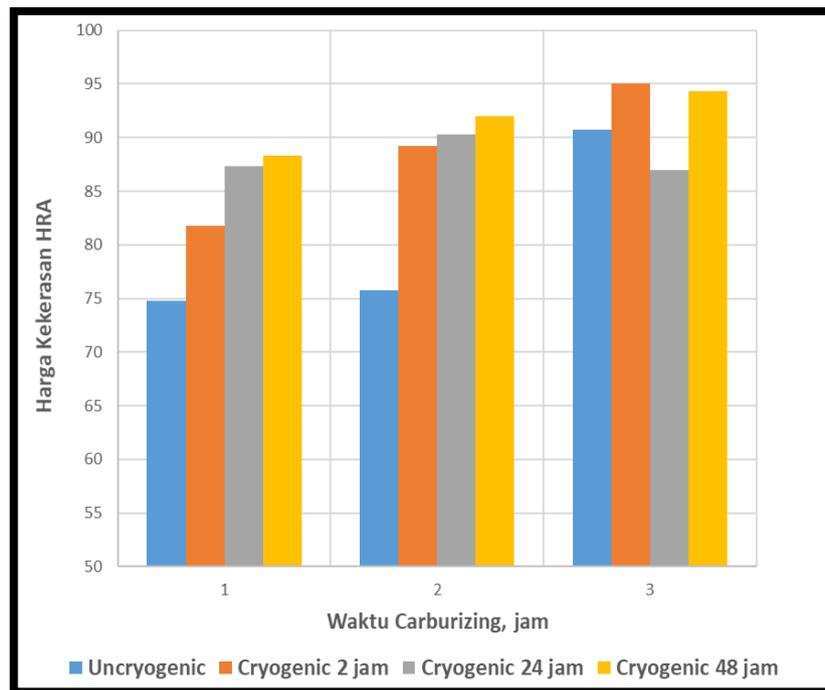


Gambar 1. Kekerasan hasil carburizing pada temperatur 800°C, 850°C dan 900°C dengan holding time 1 jam, 2 jam dan 3 jam

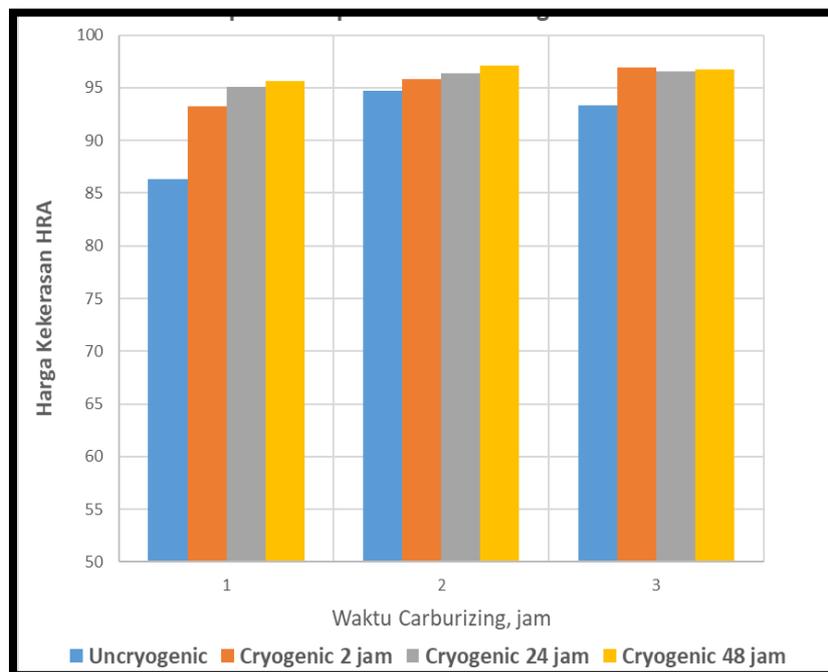


Gambar 2. Kekerasan hasil cryogenic treatment dengan variasi holding time

2 jam, 24 jam dan 48 jam setelah di carburizing pada temperatur 800°C dengan *holding time* 1 jam, 2 jam dan 3 jam



Gambar 3. Kekerasan hasil cryogenic treatment dengan variasi *holding time* 2 jam, 24 jam dan 48 jam setelah di carburizing pada temperatur 850°C dengan *holding time* 1 jam, 2 jam dan 3 jam



Gambar 4. Kekerasan hasil cryogenic treatment dengan variasi *holding time* 2 jam, 24 jam dan 48 jam setelah di carburizing pada temperature 900°C dengan *holding time* 1 jam, 2 jam dan 3 jam

Carburizing

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan kekerasan tertinggi hasil *Carburizing* pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam kekerasannya menjadi HRA 94,75 dibanding sebelum diproses carburizing kekerasannya HRA 56, naik sebesar 69 %. Gambar 1 menunjukkan adanya pengaruh waktu *holding* pada proses *carburizing* pada

temperatur 800 °C dapat meningkatkan kekerasan sebesar 3,5% pada saat *holding time* 2 jam dibanding dengan *holding time* 1 jam. Pada temperatur 850 °C terjadi kenaikan kekerasan dari HRA 74.8 dengan *holding time* 1 jam menjadi HRA 90,75 dengan *holding time* 3 jam, naik 21,3%. Pada temperatur 900 °C juga mengalami kenaikan kekerasan sebesar 9,7% dari HRA 86.35 dengan *holding time* 1jam menjadi HRA 94.75 dengan *holding time* 2 jam. Pada temperatur 850 °C menunjukkan perubahan *holding time* yang paling signifikan sebesar 21,3 %. Adapun hasil kekerasan dari proses *carburizing* yang paling tinggi, yaitu sebesar HRA 94,75 pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam.

Cryogenic Treatment

Hasil kekerasan dari *cryogenic treatment* yang sebelumnya mendapat proses *carburizing* menunjukkan terjadi perubahan sebesar HRA 96.90 dibanding hasil kekerasan *carburizing* sebesar HRA 94.75, naik 2,3 %. Bila dibandingkan dengan *base metal* yang belum mendapat perlakuan terjadi perubahan yang sangat besar, yaitu 73 % kenaikannya. Pengaruh soaking pada saat *cryogenic treatment* berdampak pada kekerasan, semakin lama *soaking* nya semakin keras, ada kenaikan 4,6 % dari HRA 84,05 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 87,09 dengan soaking 48 jam, yang sebelumnya mendapat perlakuan *carburizing* dengan temperatur 800 °C *holding time* 1 jam. Untuk temperatur *carburizing* 800 °C dengan *holding time* 2 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* dengan variasi soaking yang sama juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 86,4 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 88,06 dengan soaking 48 jam, ada kenaikan 1,9 %. Untuk temperatur 800 °C dengan *holding time* 3 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 90,6 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 92,3 dengan soaking 48 jam, ada kenaikan 1,9 %. Perubahan yang paling besar dari pengaruh waktu soaking terjadi pada temperatur 800 °C dengan *holding time* 1 jam sebesar 4,6 %.

Untuk temperatur *carburizing* 850 °C dengan *holding time* 1 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* dengan variasi soaking yang sama juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 81,8 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 88,3 dengan soaking 48 jam, ada kenaikan 7,9 %. Untuk temperatur 850 °C dengan *holding time* 2 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 89,2 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 91,5 dengan soaking 48 jam, ada kenaikan 3,0 %. Untuk temperatur 850 °C dengan *holding time* 3 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 90,05 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 87,0 dengan soaking 24 jam, ada penurunan kekerasan 3,0 %. Perubahan yang paling besar dari pengaruh waktu soaking terjadi pada temperatur 850 °C dengan *holding time* 1 jam sebesar 7,9 %.

Untuk temperatur *carburizing* 900 °C dengan *holding time* 1 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* dengan variasi soaking yang sama juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 93,2 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 95,6 dengan soaking 48 jam, ada kenaikan 2,6 %. Untuk temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 95,9 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 97,1 dengan soaking 48 jam, ada kenaikan 1,3 %. Untuk temperatur 900 °C dengan *holding time* 3 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 96,9 dengan soaking 2 jam menjadi HRA 96,6 dengan soaking 24 jam, ada penurunan kekerasan 0,3 %. Perubahan yang paling besar dari pengaruh waktu soaking terjadi pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 1 jam sebesar 2,6 %.

Pengaruh *Cryogenic treatment* terbesar yang sebelumnya mendapat proses *carburizing* terjadi pada temperatur *carburizing* 900 °C dengan *holding time* 2 jam dilanjutkan *Cryogenic treatment* dengan waktu soaking 48 jam mendapatkan kekerasan tertinggi HRA 97,1.

Kesimpulan

- 1) Kekerasan hasil *carburizing* pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam kekerasannya menjadi HRA 94,75 dibanding sebelum diproses *carburizing* kekerasannya HRA 56, naiknya kekerasan sebesar 69 % dibanding base metal
- 2) Hasil *cryogenic treatment* terbesar yang sebelumnya mendapat proses *carburizing* terjadi pada temperatur *carburizing* 900 °C dengan *holding time* 2 jam dilanjutkan *cryogenic treatment* dengan waktu soaking 48 jam mendapatkan kekerasan tertinggi HRA 97,1. Naiknya kekerasan sebesar 73 % dibanding base metal
- 3) Pengaruh *holding time* pada proses *carburizing* yang paling signifikan sebesar 21 %.
- 4) Pengaruh temperatur *carburizing* yang paling signifikan sebesar 30 %.

Daftar Pustaka

- Agus Suprpto, Agus Iswantoko dan Ike Widyastuti, (2016), "*Impact Evaluation of Cryogenic Treatment to Wear Characteristics of ADI Cutting Tool*", International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 11(12) pp. 7691-7697
- Aziz Cahyo Yullye Antoro (2009), "*Pengaruh ketebalan media karburasi pada proses pack carburizing terhadap nilai kekerasan baja karbon rendah*", skripsi, jurusan teknik mesin-fakultas teknik universitas sebelas maret, Surakarta.
- Ilyas Jamal, Mukhtar Rahman dan Arsyad Abdullah(2014), Pengaruh Karburisasi Padat Dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah (CaCO₂) Terhadap Sifat Mekanik Dan Keausan Baja St. 37, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII), Depok, 15 – 16 Oktober 2014
- Singh S. *et al.*, (2012), "*Experimental Analysis of Cryogenic Treatment on Coated Tungsten Carbide Inserts in Turning*", International Journal of Advanced Engineering Technology, Vol.3 (1) pp.290-294
- Suriansyah S., Pratikto, Agus Suprpto dan Yudi Surya Irawan, (2015), "*The Effect Cryogenic Cooling, Martemper And Temper Of Micro Structure And Hardness Ductile Cast Iron (FCD-45)*", International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 10 (8) pp. 19389-19400
- Yahya, Nukman dan Hendri Chandra (2013), "*The Carburizing Process of Low Carbon Steel with Charcoal Media*", Journal of Mechanical Science and Engineering, Vol. 1., No1, October 2013