

**PERBANDINGAN KADAR KARBON ARANG CANGKANG  
BUAH KARET DAN ARANG TEMPURUNG BUAH KEMIRI  
UNTUK MENINGKATKAN NILAI KEKERASAN PERMUKAAN  
BAJA ST 37 PADA PROSES *PACK CARBURIZING***

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai  
Derajat Sarjana Teknik**



**Oleh :**

M.Hari Agus Ardiansyah

101 08 11 021

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG  
2014**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN KADAR KARBON ARANG CANGKANG BUAH  
KARET DAN ARANG TEMPURUNG BUAH KEMIRI UNTUK  
MENINGKATKAN NILAI KEKERASAN PERMUKAAN BAJA ST 37  
PADA PROSES *PACK CARBURIZING***

**Disusun dan diajukan oleh :**

M. Hari Agus Ardiansyah

101 08 11 021

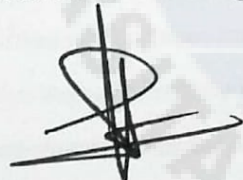
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal 06 Febuari 2014

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

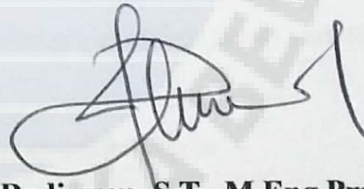
**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**Suhdi, S.S.T., M.T**

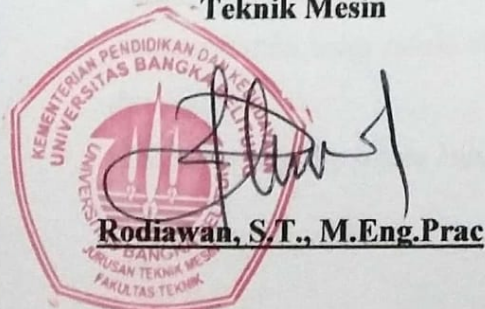
**Dosen Pembimbing II**



**Rodiawan, S.T., M.Eng.Prac**

**Ketua Jurusan**

**Teknik Mesin**



**Rodiawan, S.T., M.Eng.Prac**

**Dekan**

**Fakultas Teknik**



**Suhdi, S.S.T., M.T**

## ABSTRAK

*Carburizing* adalah proses menambahkan karbon ke permukaan benda, yang dilakukan dengan memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja. Terdapat tiga cara untuk melakukan Proses *carburizing*, yaitu menggunakan media padat (*pack carburizing*), media cair (*liquid carburizing*) dan media gas (*gas carburizing*). Pada penelitian ini menggunakan media padat (*pack carburizing*).

Penggunaan *Pack Carburizing* untuk menambahkan unsur karbon pada permukaan baja saat ini telah meluas terutama untuk komponen-komponen yang membutuhkan permukaan yang keras namun tetap ulet pada bagian dalam. Sehingga kemudian banyak dilakukan penelitian untuk membuat proses *Pack Carburizing* menjadi lebih efektif dan efisien. Salah satunya adalah pemanfaatan serbuk arang tempurung buah kemiri sebagai sumber karbon aktif untuk menggantikan serbuk besi yang harganya mahal dan sulit didapat. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah St. 37 dengan dimensi 50 mm x 15 mm x 10 mm. Karbon aktif menggunakan 100 % serbuk tempurung kemiri.

Proses *Pack Carburizing* dilakukan pada temperatur 950<sup>0</sup> C dengan *holding time* 2 jam. Setelah itu dilanjutkan proses *case hardening* dengan temperatur 900<sup>0</sup> C, *holding time* 60 menit dan menggunakan air sebagai media *quenching*, *Tempering* dilakukan pada temperatur 100<sup>0</sup> C dengan *holding time* 1 jam. Kemudian dilakukan perhitungan kadar karbon yang terdapat pada alternatif karbon aktif dari arang tempurung kemiri. Perhitungan kadar karbon menggunakan perbandingan linier (metode pendekatan) sebelum dan sesudah proses *pack carburizing*. Setelah itu dilakukan pengujian kekerasan menggunakan rockwell merk *Future Tech* tipe FR - 1 AN. Perbandingan kadar unsur (C) arang tempurung kemiri sebesar 84.92% sedangkan arang cangkang kemiri 93.34% . Jadi jarak perbandingan kadar karbon arang tempurung kemiri dan arang cangkang karet sebesar 8.42%. Jadi arang cangkang karet lebih tinggi unsur (C) kanbonnya, dibandingkan arang tempurung kemiri.

**Kata kunci** : baja St. 37, tempurung kemiri, *carburizing*, *case hardening*, *tempering* kekerasan.

## ABSTRACT

Carburizing is a process of adding carbon to the surface of a thing which is done by heating the workpiece in the area which contains activated carbon, so that carbon diffuses into the steel surface. There are three steps for doing the carburizing process, i.e. using pack carburizing, liquid carburizing and gas carburizing. This study used pack carburizing. The use of pack carburizing to add carbon element at the steel surface is now extended especially for components that require a hard surface but remain resilient on the inside. Then, there are many researches which are done to make the process of pack carburizing more effective and efficient. One is the use of a hazelnut shell charcoal powder as a source of activated carbon to change iron filings that are expensive and hard to come by. The material that is used are low carbon steel St.37 with dimension of 50mm x 15mm x 10mm. The activated carbon used 100% of hazelnut shell powder. The process of pack carburizing is done at the temperature of 950°C with 2 hours holding time. After that, conducted a case hardening process with temperature 900°C, the holding time 60 minutes and using water as the quenching media. Tempering carried out at a temperature of 100°C with a holding time 1 hour. Then, carried out the calculation of carbon content that is found on activated carbon alternative of hazelnut shell charcoal. The calculation of carbon content used linear comparison before and after processing of pack carburizing. Afterward, it was carried out hardness testing using Rockwell which brand Future Tech Type FR – 1 AN. The comparison of element levels of hazelnut shell charcoal is 84.92%, while charcoal rubber shell is 93.34%. So, the distance comparison of the carbon levels between hazelnut shell charcoal rubber shell is 8.42%. It can be concluded that the carbon element of rubber shell charcoal is higher than hazelnut shell charcoal.

Key Words: Steel St.37 , hazelnut shell, carburizing, case hardening, tempering hardness.

## MOTTO

*“Tak ada kata terlambat tuk berubah. Masa lalu hanyalah pendewasaan dirimu. Hidupmu tak ditentukan oleh orang lain tapi kamu.”*

*“Tak perlu iri pada orang lain. Lihat apa yang kamu miliki sekarang, pikirkan apa yang telah dilakukan tuk mendapatkannya. Bersyukurlah.”*

*“Aku tahu aku tidak sempurna, TAPI pasti ada sesuatu dalam diriku yang sangat indah.”*

## PERSEMBAHAN

*Karya sederhana ini kupersembahkan untuk :*

- 1. ALLAH SWT, atas ridho dan karuniannya.*
- 2. Kedua orang tua, adikku tercinta yang selalu mendoakanku, menyayangiku, membimbingku dan selalu mengajarkan nilai-nilai hidup yang positif, ini adalah wujud bhaktiku pada kalian.*
- 3. Dosen-dosen pembimbing yang telah bersedia membimbingku.*
- 4. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung yang telah mengajarkan berbagai ilmu, pengetahuan dan pengalaman yang membuka cakrawala intelektual penulis.*
- 5. Teman-teman angkatan 2008 dan 2009.*
- 6. Jantung hatiku yang selalu memberikan semangat kepadaku dalam berusaha dan belajar.*
- 7. Almamaterku yang selalu kubanggakan.*

## KATA PENGANTAR

Dengan puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, dimana atas limaphanya rahmat dan hidayahnya yang telah memberi kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul Perbandingan Kadar Karbon Arang Cangkang Buah Karet dan Arang Buah Kemiri uuntuk Meningkatkan Nilai Kekerasan Baja ST 37 Pada Proses *Pack Carburizing*. Tugas Akhir ini adalah salah satu upaya untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung.

Dalam pengerjaan skripsi ini banyak mengalami hambatan, namun pengerjaan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan kesediaan dari berbagai pihak. Untuk itu izinkan Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

- 1 Kedua orang tua yang telah memberikan semangat dan do'anya
- 2 Bapak prof. Dr. Bustami Rahman, M,Sc selaku Rektor Universitas Bangka Belitung.
- 3 Bapak Suhdi, S.S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik UBB dan juga sebagai dosen pembimbing 1 yang telah banyak membantu memberikan kritik dan saran.
- 4 Bapak Rodiawan, S.T., M.Eng., Prac. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UBB dan juga sebagai dosen pembimbing 2 yang telah banyak membantu memberikan kritik dan saran.
- 5 Bapak Dedih Sapjah, M.Sc. selaku pembimbing akademik yang telah banyak membantu memberikan saran dalam perkuliahan.
- 6 Ibu Firlya Rosa S.S.T., M.T. selaku Sekertaris Prodi yang telah banyak membantu memberikan saran.
- 7 Seluruh dosen teknik mesin yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu dimana telah memberikan materi kuliahnya dengan baik.
- 8 Bang Hendri dan Bang Edo yang telah membantu saya dalam proses pengujian di Balai Karya Pt. Timah Persero (Tbk).

- 9 Bapak Said Apreza yang membantu saya dalam pengujian yang ada dilaboratorium kampus UBB di desa Balun Ijuk.
- 10 Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2008 dan 2009 yang sudah lulus maupun yang belum lulus, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- 11 Hamzah, Rian, Egi, Evran, Tama, Sobri, Bie, sebagai teman sepermainan juga sebagai teman dekat yang telah banyak membantu dalam tindakan dan juga membantu dalam do'a.
- 12 Dan semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu saran dan kritik yang sangat membangun penulis harapkan untuk kemajuan bersama guna penyempurnaan isi dari skripsi ini.

Hanya doa dan ucapan terimakasih yang dapat penulis berikan. Semoga skripsi ini berguna dan dapat menunjang perkembangan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi penulis khususnya juga pembaca pada umumnya.

Balun Ijuk, 10 Februari 2014

Penyusun

M. Hari Agus Ardiansyah

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka Penulisan Sumber Karbon Alternatif.....	4
2.2 Kemiri .....	5
2.2.1 Tanaman Kemiri .....	5
2.2.2 Tempurung Kemiri .....	7
2.3 Baja.....	7
2.4 Struktur Kristal Besi .....	9
2.5 Struktur Mikro Baja Karbon .....	10



2.6	Penamaan Baja .....	12
2.7	Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) Pada Baja .....	14
2.8	Difusi Karbon Pada Baja .....	16
2.9	Pendinginan Cepat ( <i>Quenching</i> ).....	17
2.10	Diagram T-T-T ( <i>Time Temperatur Transformation</i> ) .....	17
2.11	Pengujian Kekerasan .....	19
2.11.1	Kekerasan .....	19
2.11.2	Pengujian Kekerasan .....	19
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	21
3.2	Alat Penelitian .....	23
3.2.1	<i>Furnace (Oven Pemanas)</i> .....	23
3.2.2	Ampelas .....	23
3.2.3	Alat pengujian kekerasan.....	23
3.2.4	Ayakan <i>Mesh</i> .....	24
3.3	Media Karburisasi .....	24
3.4	Benda uji .....	25
3.5	Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) Pada Benda Uji .....	26
3.5.1	Proses <i>Pack Carburizing</i> .....	26
3.5.2	Proses <i>Hardening</i> .....	27
3.5.3	Proses <i>Tempering</i> .....	28
3.6	Pengujian Benda Uji .....	29
3.6.1	Pengujian Komposisi .....	29
3.6.2	Uji Kekerasan Permukaan Benda Uji .....	29
3.6.3	Pengujian Kekerasan .....	30
3.6	Pengujian Mikrostruktur.....	31
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1	Hasil Pengujian.....	32
4.1.1	Uji Komposisi Arang Tempurung Buah Kemiri .....	32

4.1.2	Data Grafik Karbon Pada Arang Tempurung Kemiri.....	32
4.1.3	Data Arang Tempurung Kemiri.....	33
4.1.4	Uji Komposisi Benda Uji.....	34
4.1.5	Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Benda Uji Baja ST 37 Sebelum Dilakukan Proses <i>Pack Carburizing</i> .....	34
4.1.6	Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Benda Uji.....	35
4.1.7	Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Benda Uji menggunakan <i>mesh 30</i> setelah dilakukan <i>pack carburizing, case hardening</i> dan <i>tempering</i> .....	36
4.1.8	Grafik Perubahan Nilai Kekerasan Permukaan Benda Uji.....	36
4.2	PEMBAHASAN.....	38
4.2.1	Benda Sebelum <i>Pack Carburizing</i> .....	38
4.2.2	Benda Uji dengan ukuran <i>carburizer mesh 30</i> .....	38
4.2.3	Persentase Peningkatan Kadar Karbon Baja ST 37 Sebelum Dan Setelah Pengujian.....	39
4.2.4	Persentase Peningkatan Kekerasan Benda Uji Sebelum Pengujian Dan Setelah Pengujian.....	39
4.3	Hasil Pengujian Mikrostruktur.....	40
4.3.1	Hasil Pengujian Mikrostruktur sebelum dilakukan proses <i>case hardening</i> .....	40
4.3.2	Hasil Pengujian Mikrostruktur sebelum dilakukan proses <i>case hardening</i> .....	41
5.1	Kesimpulan.....	42
	DAFTAR PUSTAKA .....	43

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Tanaman Kemiri .....	5
Gambar 2.2 Tempurung Kemiri .....	7
Gambar 2.3 Struktur Kristal <i>Body Centered Cubic</i> (BCC).....	10
Gambar 2.4 Struktur Kristal <i>Face Centered Cubic</i> (FCC).....	10
Gambar 2.5 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	11
Gambar 2.6 Mekanisme Difusi Atom Karbon Kedalam Atom Besi.....	16
Gambar 2.7 <i>Effective Case Depth</i> dan <i>Total Case Depth</i> .....	17
Gambar 2.8 Diagram T-T-T ( <i>Time Temperature Transformation</i> ) Untuk Baja Eutectoid ( 0.8 %C ).....	18
Gambar 2.9 Hubungan Kadar Karbon dan Kekerasan Pada Baja Karbon .....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3.2 Oven Pemanas Untuk Proses <i>Pack Carburizing</i> , <i>Case Hardening</i> dan <i>Tempering</i> .....	23
Gambar 3.3 Ayakan <i>Mesh</i> .....	24
Gambar 3.4 Tempurung Buah Kemiri .....	24
Gambar 3.5 Penjemuran Tempurung Buah Kemiri .....	25
Gambar 3.6 Pengilingan Arang Tempurung Buah Kemiri .....	25
Gambar 3.7 Hasil Pengilingan Berupa Serbuk Tempurung Buah Kemiri.....	25
Gambar 3.8 Proses Pemisahan Ukuran Butiran dengan Ayakan <i>Mesh</i> dan <i>Electric Sieve Shaker</i> .....	26
Gambar 3.9 Hasil Pemisahan Ukuran Butiran Arang Tempurung Buah Kemiri.....	26
Gambar 3.10 Diagram Pemanasan Proses <i>Pack Carburizing</i> .....	27
Gambar 3.11 Diagram Pemanasan Proses <i>Hardening</i> .....	28
Gambar 3.12 Diagram Pemanasan Proses <i>Tempering</i> .....	28
Gambar 3.13 Pengujian Kekerasan permukaan Benda Uji.....	29
Gambar 3.14 <i>Optical Emission Spektrometer</i> .....	30

Gambar 3.15	<i>SEM-EDS ( Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X-Ray Spectrometer )</i> .....	30
Gambar 3.16	Alat Uji Kekerasan Tipe Rockwell .....	31
Gambar 3.17	Pengujian Mikrostruktur.....	31
Gambar 4.1	Foto Arang Tempurung Kemiri.....	33
Gambar 4.2	Foto Mikrostruktur 100 x .....	40
Gambar 4.3	Foto Mikrostruktur 200 x .....	41



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Efek Utama Elemen Paduan Utama Untuk Baja.....	8
Tabel 4.1 Unsur-Unsur Karbon Pada Arang Tempurung Kemiri dan Arang Cangkang Buah Karet.....	32
Tabel 4.2 Perubahan Kadar Karbon Pada Benda Uji .....	34
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Benda Uji Sebelum Proses <i>Pack Carburizing</i> .....	34
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Benda Uji Setelah Proses <i>Pack Carburizing</i> .....	35
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Benda Kerja <i>Case Hardening</i> dan <i>Tempering</i> Dengan Ukuran Butiran <i>Mesh 30</i> .....	36



## DAFTAR GRAFIK

Halaman

Grafik 4.1 Grafik Karbon Pada Arang Tempurung Kemiri.....	33
Grafik 4.2 Grafik Perubahan Nilai Kekerasan Permukaan Benda Uji <i>Mesh</i> 30..	37

