

**PENGARUH PERBEDAAN
UKURAN BUTIR ARANG TEMPURUNG
KELAPA-BARIUM KARBONAT TERHADAP
PENINGKATAN KEKERASAN PERMUKAAN
MATERIAL BAJA ST 37 DENGAN PROSES
PACK CARBURIZING**



TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Magister Teknik Mesin pada Program Pascasarjana
Universitas Diponegoro**

Disusun oleh:

**BAMBANG KUSWANTO
NIM. L4E 007 003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PERBEDAAN UKURAN BUTIR ARANG TEMPURUNG
KELAPA-BARTUM KARBONAT TERHADAP PENINGKATAN
KEKERASAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA ST 37
DENGAN PROSES PACK CARBURIZING**

Disusun oleh:

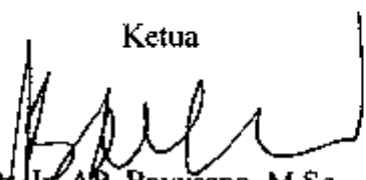
**Bambang Kuswanto
NIM. L4E 007003**

**Program Studi Magister Teknik Mesin
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro**

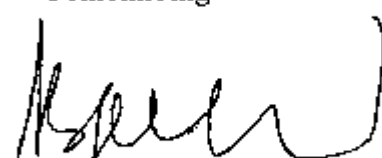
Menyetujui Tim Pembimbing

Tanggal, 28 Juni 2010


Ketua


**Dr. Ir. A.P. Bayuseno, M.Sc
NIP 196205201989021001**

Pembimbing


**Dr. Ir. A.P. Bayuseno, MSc
NIP 196205201989021001**

Co. Pembimbing.


**Dr Ing. Ir. Ismoyo Haryanto, MT
NIP 196605212006041010**

ABSTRAK

Penambahan karbon ke dalam struktur baja karbon rendah sering disebut sebagai karburisasi, merupakan cara meningkatkan kekerasan dan kekuatan. Cara ini salah satunya menggunakan arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon. Pertama-tama arang tempurung kelapa dihaluskan menjadi serbuk (*powder*) dengan ukuran yang berbeda. Penggunaan ukuran butir arang dalam proses karburisasi sudah pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Namun untuk ukuran butir arang tempurung kelapa 0,09; 0,15; 0,212 dan 0,3 mm belum pernah digunakan sebelumnya. Dalam penelitian ini penggunaan ukuran butir arang tempurung kelapa seperti tersebut di atas, dicampur dengan barium karbonat sebagai zat pengaktif pembentuk gas CO_2 . Gas tersebut akan menghasilkan atom C dan jadi gas 2CO . Atom C berasal dari arang tempurung kelapa akan berubah menjadi gas setelah terjadi kenaikan temperatur. Perubahan zat padat menjadi gas sebagai fungsi kenaikan temperatur, dipengaruhi oleh ukuran luasan permukaannya. Arang tempurung kelapa dengan ukuran butir yang lebih kecil akan mudah menjadi gas lebih cepat dibandingkan dengan yang lebih besar. Kecepatan perubahan menjadi gas akan beda karena perbedaan ukuran butir arang tersebut, dan akan berpengaruh terhadap kekerasan permukaan *specimen* yang dihasilkan. *Specimen* yang digunakan adalah material dasar (*raw materials*) baja St 37, yang termasuk dalam kelompok baja karbon rendah. Percobaan ini menggunakan temperatur 900°C dan waktu pemanasan selama 2 jam. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh yang signifikan antara ukuran butir arang tempurung kelapa dengan kekerasan permukaan baja St 37 yang dihasilkan. Tetapi penggunaan butir arang tempurung kelapa dengan ukuran sebesar 0,15 mm, diperoleh harga kekerasan permukaan yang tertinggi dibandingkan lainnya.

Kata kunci : Baja St 37, *pack carburizing*, beda butir

ABSTRACT

Additional carbon into the structure of low carbon steel commonly defined carburizing, is method to improve hardness and strength. In this way charcoal is employer as a source of carbon. Coconut shell charcoal pulverized into powder with different sizes. The use of different charcoal particle size in carburizing has been done by previous researchers. However, the particle of grain size coconut shell charcoal 0.09, 0.15, 0.212 and 0.3 mm have not used before. In this research, using particle size coconut shell charcoal as described above, mixed with barium carbonate as a chiral activator to form CO_2 . Gas this will produce C atoms and 2 CO. C atoms derived from coconut shell charcoal for gas for heating temperature increases. Changes form solids into gas as a function of in temperature, also influenced by the size of its surface area. Coconut shell charcoal with a smaller grain size will be the gas faster than larger ones. Gasify speeds differentiated by differences in grain size of the charcoal, researched effect on surface hardness of specimens produced. Specimens using raw materials of steel St 37, which were included in the group of low carbon steel. This experiment uses temperatures of $900^\circ C$ and heating time for two hours. The assessment results we concluded that no significant effect was found between grain size coconut shell charcoal with a surface hardness of steel St 37 produced. But the use of coconut shell charcoal with a grain size of 0.15 mm, obtained surface hardness of the highest prices among others.

Keywords: Steel St 37, pack carburizing, different grain

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Diponegoro, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya. Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, Taufik serta Hidayah-Nya sehingga tesis berjudul “ Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Media Arang Tempurung Kelapa-Berium Karbonat Terhadap Peningkatan Sifat Mekanik Permukaan Material baja St 37 di dalam Proses *Pack carburizing*” dapat diselesaikan. Walaupun hasilnya tidak seberapa jika dibandingkan dengan karya-karya besar yang lain, namun hasil bukanlah tujuan utama , tetapi proses pembelajaran yang pernah dijalani menjadi suatu hal yang utama bagi penulis. Karena disana lah pengalaman dan nilai-nilai luhur itu ada, walaupun tidak dapat diukur dengan angka namun sangat bermakna .

Pengalaman yang telah terjadi mudah-mudahan dapat menjadi refleksi, internalisasi dan proyeksi bagi masa yang akan datang.

Penulisan tesis ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik yang secara langsung dan tidak langsung, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. A.P. Bayuseno, MSc, selaku ketua Prodi Magister Teknik Mesin UNDIP, dan Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak mengarahkan dan memberikan bimbingan serta masukan dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr Ing. Ir. Ismoyo Haryanto, MT selaku Co. Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan koreksi serta bantuan selama penulis melakukan penulisan tesis ini.
3. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin UNDIP.
4. Bapak Dr. Totok Prasetyo, B.Eng, MT, Direktur Politeknik Negeri Semarang yang memberi ijin penulis melanjutkan studi di Magister Teknik Mesin UNDIP.
5. Seluruh rekan dosen jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Semarang, yang telah memberi dorongan semangat bagi penulis.
6. Spesial buat istri tercinta dan anak-anak tersayang yang selalu setia dan tulus memberi doa, dorongan dan semangat bagi penulis.

7. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana jurusan Teknik Mesin UNDIP yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis.

Penulis menyadari sebagai manusia biasa bahwa masih banyak kekurangan dalam Tesis ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan tesis ini. Terakhir semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi para pembaca. Amin.

Semarang, 28 Juni 2010

Penulis

Karya ini Dipersembahkan Untuk :

Bapak dan ibuku (almarhum)

Istriku

Anak-anakku : Pipit, Adit, Ratih.

Mengingat jasa serta dukungan , cinta dan do`a nya telah menyemangati jiwa raga dan meringankan langkah kakiku dalam berkarya yang terbaik untuk agama, orang tua dan bangsa.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	
Bab I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Originilitas Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Karakteristik Baja-Karbon	5
2.1.1 Struktur Besi Murni	5
2.1.2 Struktur Mikro Baja Karbon	5
2.1.3 Peralihan Wujud Struktur Pada Pemanasan Lambat	6
2.1.4 Kurva Laju Inverse.....	8
2.1.5 Diagram Waktu Temperatur Peralihan wujud	9
2.2 Pengerasan Permukaan	11
2.2.1 Difusi Atom	13
2.2.2 Penambahan Karbon	15
2.2.3 Karburasi Padat	16
2.2.4 Baja Karbon	19
Bab III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Bahan Penelitian	21

3.1.1 Bahan Pengamatan	21
3.1.2 Bahan Pendukung	21
3,2 Alat dan Peralatan penelitian	22
3.2.1 Mesin Perkakas	22
3.2.2 Dapur Pemanas	23
3.2.3 Kotak (<i>box</i>) <i>Carburizing</i>	24
3.2.4 Pengujian Sifat Material	25
3.3 Cara Percobaan	29
3.3.1 Persiapan Percobaan	30
3.3.2 Pembuatan Kotak <i>Carburizing</i>	30
3.3.3 Membuat bubuk (<i>powder</i>) arang Tempurung Kelapa	30
3.3.4 Membuat <i>Specimen</i>	30
3.3.5 Proses Pemanasan <i>Specimen</i>	31
3.3.6 Menguji <i>Specimen</i> hasil <i>pack carburizing</i>	33
Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Percobaan	36
4.1.1 Material Sebelum <i>Pack Carburizing</i>	36
4.1.2 Material Setelah <i>Pack Carburizing</i>	38
4.2 Analisa dan Pembahasan	42
4.2.1 Material Sebelum <i>Pack Carburizing</i>	43
4.2.2 Material Sesudah <i>Pack Carburizing</i>	45
Bab V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN-LAMPIRAN	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Laporan Pengujian Komposisi Kimia	68
Lampiran B : Hasil Pemeriksaan Tarik.	69
Lampiran C : Hasil Pengujian Kekerasan	70
Lampiran D : Struktur Baja Karbon	71
Lampiran E : Cara Uji Keras VICKERS	75

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar 2.1	Diagram besi-besi karbon sebagian.....	7
Gambar 2.2	Kurva laju inverse untuk baja SAE 1020	8
Gambar 2.3	Diagram Waktu-Temperatur-Peralihan wujud	10
Gambar 2.4	Pergerakan atom dengan energy aktivasi	13
Gambar 3.1	Mesin bubut	23
Gambar 3.2	Dapur Pemanas	24
Gambar 3.3	kotak carburizing dan tutupnya	25
Gambar 3.4	Micro Vickers Hardness Tester	26
Gambar 3.5	Rockwell Hardness Tester	27
Gambar 3.6	Metallurgical Microscope	28
Gambar 3.7	Diagram alir proses percobaan	29
Gambar 3.8	Specimen Penelitian	31
Gambar 3.9	Memasukan kotak carburizing ke dalam dapur	32
Gambar 3.10	Diagram pemanasan dan pendinginan specimen	33
Gambar 3.11	Sebagian specimen setelah di pack carburizing	34
Gambar 3.12	Menguji kekerasan permukaan specimen dengan metoda Rockwell “B”	35
Gambar 3.13	Specimen uji kekerasan Rockwell “B”	35
Gambar 4.1	Letak titik uji dan pengurangan permukaan	40
Gambar 4.2	Kekerasan mikro dengan titik pengukuran menggunakan metoda micro Vickers pada Material baku	43
Gambar 4.3	Struktur material dasar baja St 37 dengan pembesaran 200 X ...	44
Gambar 4.4	Korelasi kekerasan mikro dengan titik pengukuran menggunakan metoda micro Vickers pada Specimen “A”	46
Gambar 4.5	Struktur material specimen “A” dengan pembesaran 200X.....	47
Gambar 4.6	Perlit + Ferrit diambil dari gambar specimen “A”	48
Gambar 4.7	Korelasi kekerasan makro dengan titik pengukuran menggunakan metoda Rockwell B pada Specimen “A”	49

Gambar 4.8 Korelasi kekerasan mikro dengan titik pengukuran menggunakan metoda mikro Vickers pada specimen “B”	50
Gambar 4.9 Struktur material specimen “B” dengan pembesaran 200X	51
Gambar 4.10 Korelasi kekerasan makro dengan titik pengukuran menggunakan metoda Rockwell B pada specimen “B”	52
Gambar 4.11 Korelasi kekerasan mikro dengan titik pengukuran menggunakan metoda micro Vickers pada Specimen “C”	53
Gambar 4.12 Struktur material specimen “C” dengan pembesaran 200X.....	54
Gambar 4.13 Perlit + Ferrit diambil dari gambar specimen “C”	55
Gambar 4.14 Korelasi kekerasan makro dengan titik pengukuran menggunakan metoda Rockwell B pada Specimen “C”	56
Gambar 4.15 Korelasi kekerasan mikro dengan titik pengukuran menggunakan metoda micro Vickers pada Specimen “D”	57
Gambar 4.16 Struktur material specimen “D” dengan pembesaran 200X.....	58
Gambar 4.17 Perlit + Ferrit diambil dari gambar specimen “D”.....	59
Gambar 4.18 Korelasi kekerasan makro dengan titik pengukuran menggunakan metoda Rockwell B pada Specimen “D”	60
Gambar 4.19 Hubungan ukuran butir arang dengan kekerasan permukaan....	61
Gambar 4.20 Diagram kolom antara ukuran butir arang dengan kekerasan Permukaan	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baja konstruksi menurut ONORM M 3111	19
Tabel 2.2	Klasifikasi baja karbon	20
Tabel 4.1	Uji komposisi kimia specimen dasar.....	36
Tabel 4.2	Uji kekuatan tarik specimen dasar	37
Tabel 4.3	Uji kekerasan permukaan specimen dasar metoda mikro Vickers ..	37
Tabel 4.4	Uji kekerasan permukaan specimen dasar metoda Rockwell B	37
Tabel 4.5	Uji mikro Vickers specimen "A"	38
Tabel 4.6	Uji mikro Vickers specimen "B"	38
Tabel 4.7	Uji mikro Vickers specimen "C"	39
Tabel 4.8	Uji mikro Vickers specimen "D"	39
Tabel 4.9	Uji kekerasan makro pada specimen "A"	41
Tabel 4.10	Uji kekerasan makro pada specimen "B"	41
Tabel 4.11	Uji kekerasan makro pada specimen "C"	42
Tabel 4.12	Uji kekerasan makro pada specimen "D"	42
Tabel 4.13	Interpretasi nilai "R"	45

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

- BCC	= <i>body centered cubic</i>
- FCC	= <i>face centered cubic.</i>
- Fe	= <i>Ferro</i>
- Fe ₃ C	= besi karbon
- C	= karbon
- BaCO ₃	= Barium karbonat
- Ac (<i>A.chauffage</i>)	= memanaskan. [° C]
- Ar (<i>A.refroidissement</i>)	= mendinginkan [° C]
- <i>Carburizing</i>	= penambahan karbon.
- <i>Pack Carburizing</i>	= penambahan karbon padat didalam kotak baja.
- <i>case depth</i>	= jumlah kedalaman <i>carburizing</i> mulai dari permukaan sampai pada tercapainya kandungan karbon lebih tinggi dari baja asal. [Inchi]
- <i>Spectrometer</i>	= Alat pengukur komposisi kimia untuk material logam ferro dan non ferro. [% Berat]
- <i>Micro Vickers Hardness</i>	= kekerasan metoda mikro Vickers [HV]
- HV	= <i>Hardness Vickers</i> [Kg/mm ²]
- <i>Rockwell Hardness</i>	= Kekerasan metoda Rockwell [HR]
- HR	= <i>Hardness Rockwell.</i> [Kg/mm ²]
- HRB	= <i>Hardness Rockwell</i> skala B.
- Δt (delta t)	= pengurangan terhadap tebal “t”. [mm]
- <i>Metallurgical Microscope</i>	= alat untuk melihat dan mengambil gambar struktur logam.
- Jx	= aliran difusi atom [Atom/ m ² s]
- D	= koefisien difusi [m ² / dt]