

**ANALISA PENAMBAHAN CANGKANG KERANG PADA PROSES
PACK CARBURIZING TERHADAP KEKERASAN
BAJA KARBON RENDAH**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi syarat Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Pendidikan
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

Viky Prasetyo Wahyudi

NIM. 55483/2010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA PENAMBAHAN CANGKANG KERANG PADA PROSES
PACK CARBURIZING TERHADAP KEKERASAN
BAJA KARBON RENDAH

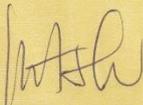
Nama : Viky Prasetyo Wahyudi
NIM : 55483
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2016

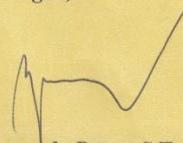
Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Waskito, M.T.
NIP. 19610808 198602 1 001



Zonny Amanda Putra, S.T., M.T.
NIP. 19651023 199601 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Arwizet K, ST, MT
NIP. 19690920 199802 1 001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

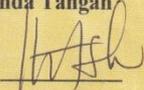
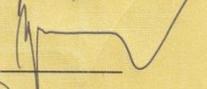
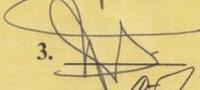
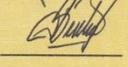
Judul : Analisa Penambahan Cangkang Kerang pada
Proses *Pack Carburizing* terhadap Kekerasan Baja
Karbon Rendah
Nama : Viky Prasetyo Wahyudi
TM / NIM : 2010 / 55483
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2016

Tim Penguji

Nama Dosen Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua	: Dr. Waskito, M.T.	1. 
2. Sekretaris	: Zonny Amanda Putra, ST., MT.	2. 
3. Anggota	: Drs. Hasanuddin, M.S.	3. 
4. Anggota	: Drs. Syahrul, M. Si.	4. 
5. Anggota	: Eko Indrawan, S.T., M.Pd.	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Agustus 2016

Yang menyatakan,

A green revenue stamp (Meterai Tempel) with a value of 6000 Rupiah. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "METERAI TEMPEL" at the top, "6000" in large numbers, and "ENAM RIBU RUPIAH" at the bottom. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Viky Prasetyo Wahyudi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Perjuangan saat ini akan menentukan hidup dimasa depan. Tetap semangat berusaha, tersenyum dan berdoa, kerja keras, ikhlas dan tuntas. YAKIN USAHA dan BISA!!!

*Alhamdulillah rabbil alamin ku panjatkan kehadiran Allah
Subhanawata'ala semesta alam yang maha pencipta
atas segala karuniaNya sehingga aku selalu sehat, semangat dan
diberikan kemudahan untuk menyelesaikan skripsi ku.
Sholawat serta salam tak lupa aku haturkan kepada Rasulullah SAW,
manusia terbaik yang selalu menjadi sumber inspirasi ku untuk
selalu menjadi lebih baik disegala aspek kehidupan.*

*Segenap kasih dan cinta ku
Skripsi ini spesial ku persembahkan untuk kedua orang tua ku,
untuk Bapak dan Ibu yang sejak ananda dilahirkan selalu memberikan
yang terbaik kepada ananda walau dalam keadaan apapun. Ananda
ucapkan beribu terima kasih dari hati yang sangat tulus atas segala usaha
dan jerih payah pengorbanan bapak dan ibu untuk anakmu selama ini.
Besarnya harapan ananda untuk dapat menjadi anak yang berbakti dan
membanggakan. Ananda bersyukur mempunyai orang tua hebat dan
luar biasa seperti Bapak dan Ibu..*

** * Tersayang dan kucintai, adik uda satu-satunya dan yang spesial di
hati*

*Terimakasih atas dukungan, doa dan semangat yang telah adinda
berikan selama ini. Untuk adik uda, Muhammad Taufik Hidayat,
jangan mudah menyerah dalam berjuang, semangat selalu dan jadilah
anak yang selalu menjadi kebanggaan untuk orangtua kita, jadilah adek
yang baik, doa uda dan semangat uda selalu uda berikan. Mari kita
bersama-sama berjuang untuk membanggakan orang tua tercinta kita.*

*Untuk yang spesial di hati, Silvira Terima kasih atas dukungan, doa,
motivasi dan semangatnya, dan hari-hari yang pernah kita lewati berdua
sehingga aku bisa menyelesaikan ini semua. Trimakasi sayang telah
menjadi bagian dalam perjuangan ku, menjadi wanita yang aku cintai,
semangat selalu, raih lah cita-cita dan manjadilah anak yang berbakti
kepada keluarga, cepat wisuda ya sayang, Raihlah gelar S.Pd secepatnya.*

Untuk yang kuhormati para Dosen Fakultas Teknik Mesin UNP Dosen Pembimbing skripsi ku Dr. Waskito, M.T. dan Zonny Amanda Putra, S.T., M.T. Terimakasih atas semua saran dan masukan selama ini sehingga aku bisa menyelesaikan skripsi sebagai syarat lulus pendidikan mahasiswa. Terima kasih banyak untuk Ketua Jurusan Teknik Mesin Bapak Arwizet K, S.T., M.T. dan Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Bapak Drs. Syahrul, M.Si. Bapak Ibu Dosen Teknik Mesin lainnya serta teknisi yang telah memberikan ilmu dan bantuannya yang kami butuhkan selama ini. Terima kasih banyak untuk dedikasinya yang sedemikian besar telah kalian berikan kepada kami, bagi kampus, dan dunia pendidikan. Semoga semangat pengabdian kalian akan terus menyala terang dan tak akan redup selamanya hingga ke generasi selanjutnya.

Tak lupa, sahabat seperjuangan 2010.

Tak terasa masa-masa ngampus sudah terlewati, setiap perjumpaan pasti ada perpisahan tapi semua kenangan pasti akan kekal. Best Friend yang menemani mencari inspirasi sampai subuah, Sapta Pratama, Spd. Aria Saputra calon S.Pd. Murdianto Calon S.Pd. Doni Pohan Calon Spd. Febri Kundua Calon Spd, Muhamad Fadli Clon Spd, Dan Riki Sarok. Semoga Kalian bisa menyusul meraih Gelar sarjana Secepatnya.

*(*_^)*

Dan untuk Wahyu Hidayat, trimakasi atas bantuan dan kerja kerasnya dalam membantu menyelesaikan skripsi ini, trimakasi atas semua yang telah Wahyu hidayat berikan, Semua menjadi hasil yg memuaskan dan saya bisa Berhasil menyelesaikan Sripsi ini. Mokasi Om..

Untuk Rekan-rekan Di kontrakan Mutiara 17. Dani Kacuk Calon Laki Opi, Doni G nan Dak pernah ado Cewek, dan Rombongan Teman-teman T.Sipil Rio M, Pegi. Isai, Rama, Eko Parjok dan Partai Main Ko'a Di Kasino Mutiaran-17

MY frend GL. Hotmartua, Acil, Danil, Uwo Radit, Anyak, Rijak, Rudy, Keong, Arya, Yogi, Culay, Amai Tongfang, Fidel, Andri, Tio, Ipul. Dan yang terspesial untuk Uni GL (ni Pit) yang udah kami anggap sebagai uni kami sendiri.

Ku ucapkan banyak terimakasih sahabat, yang udah bantu nyelesaikan skripsiku, menghilangkan stress sama-sama, semua itu tak akan kulupakan.

Jika tanpa kalian pasti tidak ada yang akan di kenang untuk diceritakan pada masa depan. Senang mengenal kalian. Maaf beribu maaf jika ada tindakan dan perkataan ku yang menyinggung kalian.

Sahabat terbaik Tak kan Pernah mati dan hilang!!

Semoga kita bisa menjadi orang yang sukses di masa yang akan datang.

AMIIINN.

“Buatlah Bangga Orang yang Menyayangimu, Menyenangkan Rasanya Membuat Orang yang Kita Sayangi Tersenyum Bahagia ”

Padang , Agustus 2016



Viky Prasetio Wahyudi

Biodata Penulis

Nama : Viky Prasetio Wahyudi
Tempat tanggal lahir : Padang, 15 September 1992
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Kalumbuk RT 02 RW 01 Kel. Air Pacah Kec. Koto
tangan. Kota Padang
Kode Pos 25176
No Hp : 085374471447



Riwayat Pendidikan

- SD N 34 Air pacah 1998 - 2004
- SMP N 32 Padang 2004 - 2007
- SMK N 5 Padang 2007 - 2010
- Universitas Negeri Padang (UNP) 2010 - 2016

ABSTRAK

Viky Prasetyo Wahyudi : Analisa Penambahan Cangkang Kerang pada Proses *Pack Carburizing* terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah.

Baja St37 termasuk baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,025% karbon sampai dengan 0,25% karbon yang memiliki nilai kekerasan rendah. Sementara dalam pemakaiannya baja ini diharapkan memiliki kekerasan yang sedang, itu sebabnya diberikan perlakuan panas untuk mempertinggi kekerasannya melalui proses perlakuan panas. Perlakuan panas yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode karburasi padat (*Pack Carburizing*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan cangkang kerang pada proses *Pack Carburizing* terhadap kekerasan baja karbon rendah.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen, objek penelitian yang diteliti adalah baja karbon rendah dengan diameter 25,4 mm dan tebal 12 mm menggunakan proses perlakuan panas dengan metode *Pack Carburizing* memakai arang tempurung kelapa yang ditambah cangkang kerang 25% dan barium karbonat ($BaCO_3$) sebanyak 25% dengan pemanasan 6 jam. Untuk uji kekerasan dilaksanakan pengujian pada *Universal Hardness Tester* (alat uji kekerasan) dengan metode yang digunakan adalah *Brinnell*. Spesimen uji yang berjumlah 9 buah dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok. Spesimen kelompok I (control) yang berjumlah 3 buah tidak diberikan perlakuan, kelompok II spesimen dengan arang tempurung yang berjumlah 3 buah diberi waktu penahanan selama 6 jam dengan temperatur $950^{\circ}C$ kemudian didinginkan dengan media air, kelompok III spesimen arang tempurung dan cangkang kerang yang berjumlah 3 buah diberi waktu penahanan selama 6 jam dengan temperatur $950^{\circ}C$ kemudian didinginkan dengan media air.

Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kekerasan pada baja karbon rendah setelah dilakukan proses *Carburizing*. Spesimen yang di *Carburizing* dengan waktu penahanan 6 jam dengan arang tempurung memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 398,86 *HBN* meningkat 84,4% dari spesimen tanpa perlakuan (control), spesimen yang di *Carburizing* dengan waktu 6 jam dengan arang tempurung dan cangkang kerang memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 487,86 *HBN* meningkat 125% dari spesimen tanpa perlakuan (control), yang memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 227,5 *BHN*.

Kata Kunci : *Low carbon steel, Cangkang Kerang, Hardness, Pack Carburizing.*

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah subhanawata'ala atas segala rahmat dan karunianya serta hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan pada penulis, sehingga telah dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul **“Analisa Penambahan Cangkang Kerang pada Proses *Pack Carburizing* Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah”** Laporan skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penyusunan dan penulisan laporan skripsi ini peneliti telah berusaha semaksimal mungkin, namun penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan harapan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan kemampuan penulis sendiri. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak, guna untuk kesempurnaan tulisan ini diwaktu yang akan datang.

Dalam penyusunan laporan skripsi, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Waskito, M.T. selaku Dosen pembimbing 1 yang telah memberikan banyak bimbingan dalam pembuatan laporan skripsi ini.
2. Bapak Zonny Amanda Putra, ST., MT selaku Dosen pembimbing 2 yang telah banyak membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Hasanudin, M.Si selaku Penguji 1, selaku Dosen penguji.
4. Bapak Eko Indrawan, S.T. M.Pd selaku Dosen penguji.
5. Bapak Arwizet. K, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Drs. Syahrul, M.Si selaku Dosen penguji sekaligus sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.

7. Bapak/ibu Staf Pengajar dan Administratif Kepegawaian Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Teristimewa untuk kedua orang tua serta seluruh keluarga besar yang telah banyak memberikan dukungan dan do'a yang telah memberikan penulis semangat yang tiada akir serta dukungan dalam membuat penulis bisa menyelesaikan laporan skripsi ini.
9. Teristimewa untuk seseorang yang spesial yang telah banyak ikut serta dalam membantu memberikan motivasi dan semangat penulis dalam pembuatan laporan skripsi ini serta memberi dukungan yang tiada henti-hentinya.
10. Seluruh rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Mesin Angkatan Tahun 2010 yang masih memperdalam materi di Jurusan Teknik Mesin FT UNP.

Akhir kata, atas semua bantuan, bimbingan dan petunjuk yang diberikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah subhanawata'ala. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat bagi semua pembaca di masa yang akan datang. Semoga Allah subhanawata'ala senantiasa memberikan taufik hidayah-Nya. Amin.

Padang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSAMBAHAN	v
BIODATA PENULIS	viii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Mamfaat Penelitian	6
 BAB II. LANDASAN TEORI	
A. Kerang	7
B. Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	8
C. Baja Karbon	12
D. Pegujian Kekerasan	17

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	25
B. Waktu dan Tempat	25
C. Objek Penelitian	26
D. Jenis dan Sumber Data	27
E. Alat dan Bahan	27
F. Instrumen Pengumpulan Data	28
G. Prosedur Penelitian.....	29
H. Teknik Analisis Data.....	33

BAB VI HASIL PENELITIAN

A. Objek Penelitian	34
B. Data Hasil Pengujian	34
C. Grafik Hasil Penelitian	35
D. Analisa Data Pengujian Kekerasan	36
E. Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan	39

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	40
B. Saran	41

DAFTAR PUSTAKA	42
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	43
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Pendinginan Kontinu atau Diagram CCT	10
2. Proses carburizing	11
3. Diagram fasa kesetimbangan.....	16
4. Indentor bola baja	22
5. Alat Uji Kekerasan	22
6. Pengujian brinell	23
7. Spesimen uji kekerasan	26
8. Diagram penelitian	32
9. Spesimen setelah diberikan Perlakuan Pack Carburizing	34
10. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Brinner Masing-masing Spesimen	35
11. Grafik Kekerasan Rata-rata Setiap Kelompok	36
12. Grafik Data Kekerasan Spesimen Control	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi baja karbon.....	15
2. Data hasil hasil pengujian kekerasan	29
3. Perbandingan Nilai Kekerasan <i>Brinell Hardness Number</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Laporan Hasil Penelitian Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	45
2. Analisa Data Kekerasan <i>Brinell</i>	47
3. Analisa Persentase Peningkatan Kekerasan pada Setiap Kelompok	49
4. Dokumentasi Penelitian	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Baja merupakan salah satu material yang tidak terlepas dalam suatu bidang industri pada saat sekarang ini. Baja banyak digunakan dalam bidang industri dikarenakan memiliki sifat kuat, ulet dan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan.

Baja karbon terdiri dari baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi. Dalam aplikasinya baja karbon harus disesuaikan dengan kegunaannya agar tidak terjadi kerusakan dan cacat pada suatu konstruksi. Baja karbon rendah merupakan jenis baja karbon yang banyak digunakan baik dalam dunia industri, kebutuhan rumah tangga dan lainnya, hal ini dikarenakan baja karbon rendah termasuk jenis baja yang banyak di jual dipasaran dengan harga yang terjangkau.

Permasalahan yang sering terjadi pada bahan logam adalah adanya gesekan yang berlebihan pada suatu komponen mesin, pembebanan tekan ataupun gaya puntir yang mengakibatkan bahan logam tersebut menjadi aus dan cepat rusak. Hal ini akan mengakibatkan masa pemakaian produk menjadi relatif pendek dan dalam aplikasinya semua struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan, regangan, gesekan, tekanan sehingga menimbulkan perubahan bentuk apabila tidak memiliki ketangguhan.

Pemakaian baja jenis lain yang lebih kuat bisa mengurangi permasalahan yang terjadi seperti kehausan namun baja jenis ini memiliki harga yang sangat mahal. Untuk mendapatkan suatu bahan logam yang memiliki ketangguhan seperti yang diinginkan, seperti tahan terhadap gesekan dan tekanan, maka perlu dilakukan peningkatan sifat mekanik pada material tersebut diantaranya melalui proses perlakuan panas (*Heat Treatment*).

Menurut Hari Amanto dan Daryanto (2003:63) “Perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah proses memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan dengan media pendingin tertentu”. Dengan proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) diharapkan bahan tersebut memiliki kekerasan yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kekerasan dari bahan tersebut. Salah satu proses perlakuan panas yang diberikan pada bahan tersebut adalah proses karburasi (*Carburizing*) yaitu dengan mengeraskan permukaannya saja. Karburasi adalah salah satu proses perlakuan panas untuk mendapatkan permukaan luar yang lebih keras dari sebelumnya.

Proses perlakuan panas *Carburizing* pada baja karbon rendah dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *Pack Carburizing*, *Paste Carburizing*, *Gas Carburizing*, *Liquid Carburizing*. *Pack Carburizing* merupakan proses penambahan unsur karbon (C) melalui media padat yang kaya akan kandungan karbon khususnya pada bagian luar permukaannya saja sehingga kekerasan logam dapat meningkat.

Dalam proses *Pack Carburizing* penambahan unsur karbon yang digunakan adalah dengan bahan seperti arang kayu, arang tempurung kelapa yang dicampur dengan barium karbonat (BaCO_3), kalsium karbonat (CaCO_3), atau natrium karbonat (NaCO_3) untuk mempercepat proses pengarbonan. Cangkrang kerang dan keong yang mudah didapat di lapangan. Kerang merupakan salah satu jenis hasil laut yang sangat melimpah, selain digunakan untuk asupan gizi makan yang sangat lezat limbah dari kulit kerang dapat juga digunakan sebagai hiasan barang kerajinan. Pada saat ini pemanfaatan limbah dari kulit kerang ini sendiri belum begitu maksimal sehingga limbah kulit kerang sering dibuang dan menjadi barang yang tidak berguna.

Kandungan dalam kulit kerang itu sendiri mengandung unsur kalsium karbonat didalamnya sebagai pengganti unsur barium karbonat, hal ini dikarenakan barium karbonat tidak ramah lingkungan dan harganya yang mahal di pasaran. Pada proses *Pack Carburizing* baja dimasukkan kedalam campuran arang yang sebelumnya sudah dicampur dengan kerang diletakkan dalam wadah tertutup rapat kemudian dipanaskan pada temperature 850°C - 950°C . Setelah itu dilakukan *Holding Time* (waktu penahanan), proses dilanjutkan dengan *Quenching* (pendinginan) untuk mencapai kekerasan yang tinggi. Dalam proses pendinginan media pendingin juga sangat berpengaruh terhadap sifat bahan seperti jenis media yang digunakan, kekentalan media pendingin dan lainnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian ini untuk mengukur tingkat kekerasan pada baja karbon rendah yang diberi

perlakuan panas dengan metode *Pack Carburizing* dengan memakai media arang dari tempurung kelapa dengan penambahan cangkang kerang. Dengan ini peneliti memberi judul “**Analisa Penambahan Cangkang Kerang pada Proses *Pack Carburizing* terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah**”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Bahan logam yang memiliki keunggulan seperti kekerasan membutuhkan biaya cukup mahal untuk membelinya.
2. Perlakuan panas dapat meningkatkan kekerasan tetapi belum diketahui jenis perlakuan panas yang cocok.
3. Kerusakan produk yang sering terjadi akibat gaya tekan dan gaya gesek yang dapat mengakibatkan produk menjadi aus dan rusak.
4. Belum diketahui pengaruh *Pack Carburizing* dengan penambahan cangkang kerang terhadap kekerasan pada baja karbon rendah .
5. Kerang merupakan hasil sumberdaya alam yang melimpah dan belum dimanfaatkan dengan maksimal.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terfokus, maka peneliti membatasi masalah yang akan diteliti adalah menganalisa pengaruh penambahan cangkang kerang pada proses *Pack Carburizing* terhadap kekerasan pada baja karbon rendah dengan

menggunakan media arang dari tempurung kelapa ditambah dengan cangkang kerang dan didinginkan dengan media pendingin air.

Jenis kerang yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kerang lokan, hal ini dikarenakan lokan merupakan salah satu jenis kerang yang banyak ditemukan dan harganya murah. Selanjutnya dilakukan pengujian yaitu uji kekerasan dengan menggunakan metode *Brinell*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar pengaruh perlakuan panas memakai metode *Pack Carburizing* terhadap kekerasan pada baja karbon rendah?
2. Seberapa besar pengaruh penambahan cangkang kerang terhadap kekerasan pada baja karbon rendah?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan panas memakai metode *Pack Carburizing* terhadap kekerasan pada baja karbon rendah.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan cangkang kerang terhadap kekerasan pada baja karbon rendah.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan setelah penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis untuk menambah pengetahuan tentang metode *Heat Treatment* terutama pada proses *Pack Carburizing*.
2. Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin FT-UNP.
3. Sebagai informasi bagi para pekerja untuk meningkatkan kualitas dari bahan.
4. Sebagai informasi bagi pembaca bagaimana cara meningkatkan kekerasan pada baja karbon rendah, serta pemanfaatan cangkang kerang untuk dijadikan penelitian yang lebih lanjut.
5. Dari data-data ini dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya tentang metode *Heat Treatment* terutama pada proses *Pack Carburizing*.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kerang

Kerang merupakan hasil laut dari alam yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia, kulit kerang itu sendiri merupakan limbah yang tidak terpakai sehingga mudah didapatkan. Kerang merupakan sejenis hewan air yang bertubuh lunak (*moluska*) yang dapat kita jumpai dimana saja. Kerang tidak memiliki kepala (juga otak) Organ yang dimiliki adalah ginjal, jantung, mulut, dan anus. Kerang dapat bergerak dengan kaki berupa semacam organ pipih yang dikeluarkan dari cangkang sewaktu-waktu atau dengan membuka-tutup cangkang secara mengejut.

Kerang (*moluska*) sudah ada kira-kira 450 juta tahun yang lalu, hal ini terbukti dengan banyaknya penemuan fosil-fosil *moluska*. Hewan ini merupakan jenis hewan golongan ke dua terbesar didunia hewan *regnum animalia*. Hewan ini hidup tersebar ada yang didaratan maupun diair, penyebaran hewan jenis ini sangat luas baik secara geografis maupun geologis dengan jumlah 100.000 spesies yang hidup dan mungkin lebih besar lagi dikarenakan banyaknya penemuan fosil dari hewan ini.

Sistem sirkulasi terbuka, berarti tidak memiliki pembuluh darah. Pasokan oksigen berasal dari darah yang sangat cair yang kaya nutrisi dan oksigen yang menyelubungi organ-organnya. Makanan kerang adalah plankton, dengan cara menyaring. Kerang sendiri merupakan mangsa bagi cumi-cumi dan hiu. Adapun beberapa jenis-jenis kerang yang dapat kita temui

diantarannya kerang darah, kerang bambu, kerang hijau, remis, tiram, lokan dan masih banyak lainnya..

Cangkang adalah rangka bagian luar pada kerang, cangkang ini dibentuk oleh sel-sel cangkang (*epitel mantel*). Cangkang kerang terdiri dari lapisan dari luar dan kedalamnya terdiri dari:

1. *Periostracum* yang berwarna hitam, terbuat dari bahan tanduk yang disebut *cocchiolin*.
2. *Prismatic* yang tersusun dari kristal-kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma).
3. Lapisan *nacreas* (mutiara) terdiri dari kristal-kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma tetapi susunannya lebih rapat).
4. Engsel cangkang dibentuk oleh jaringan ikat yang disebut ligamentum.

Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dalam kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik dan bahan lainnya. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang. Semakin keras cangkang, maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) nya. Maka jika direaksikan dengan asam kuat seperti HCl dan ion logam yang terlarut dalam air dapat mengendapkan kandungan logam.

B. Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Proses perlakuan panas pada bahan (*Heat Treatment*) bukan hanya proses memanaskan suatu komponen tetapi juga dilanjutkan dengan proses pendinginan yang terkontrol sehingga didapatkan sifat-sifat tertentu pada

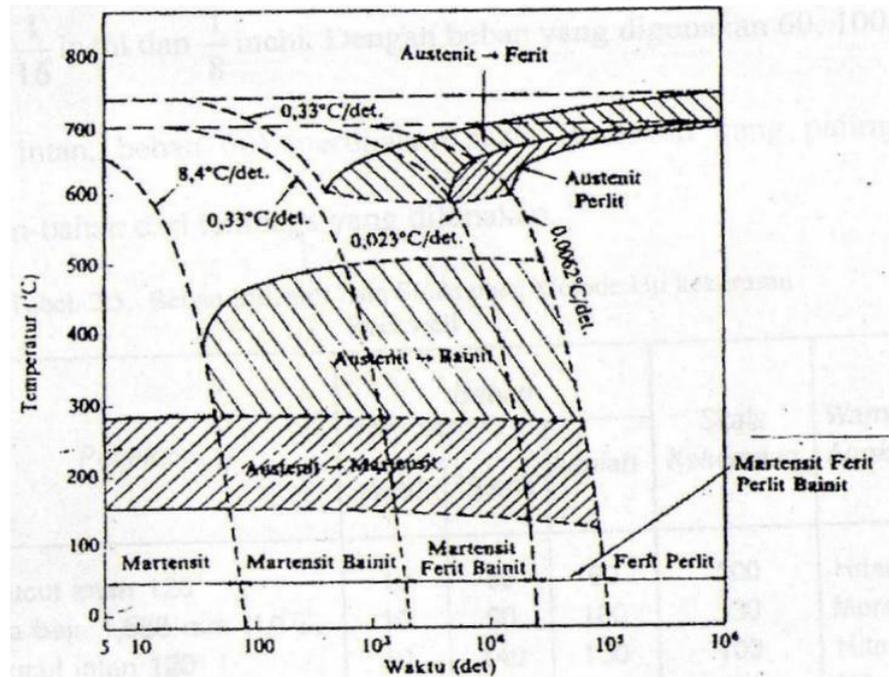
baja/logam tersebut. Salah satu perubahan dari sifat material yang telah dilakukan proses *Heat Treatment* tersebut adalah kekerasannya. Dalam proses *Heat Treatment* bahan dipanaskan dalam suhu tertentu kemudian didinginkan.

Perlakuan panas adalah suatu metode yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, dan kadang-kadang sifat kimia dari suatu material. Aplikasi yang paling umum adalah untuk material [logam](#). Secara umum perlakuan panas adalah memanaskan atau mendinginkan material untuk mencapai hasil yang diinginkan seperti pengerasan atau pelunakan material.

Menurut Hari Amanto dan Daryanto (2003: 63), “Perlakuan panas adalah proses yang memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan menurut cara tertentu”. Menurut Mochamad Alip (1989: 91) “Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan suatu bahan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu seperti kekerasan dan kekuatan atau yang terbaik guna memenuhi suatu kebutuhan”.

Panas yang terjadi pada proses perlakuan panas akan mengakibatkan terjadinya perubahan struktur mikro. Pada umumnya struktur mikro pada benda kerja tergantung dari kecepatan pendinginannya, hubungan antara kecepatan pendinginan dan struktur mikro dapat digambarkan dalam diagram CCT (*Continuous Cooling Transformation*). Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2004:43) bila kecepatan pendinginan naik yang berarti waktu pendingin dari suhu austenit turun, struktur akhir yang terjadi berubah dari campuran ferit-perlit ke campuran ferrit-

perlitbainit-martensit, ferit-bainit-martensit, kemudian bainit-martensit dan akhirnya pada kecepatan yang tinggi sekali struktur akhir adalah martensit.

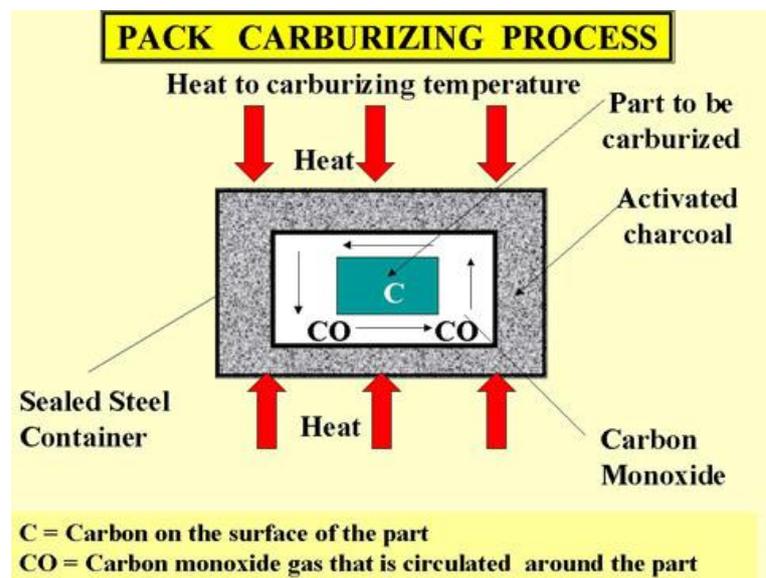


Gambar 1. Diagram Pendinginan Kontinu atau Diagram CCT (Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2004:44)

Perlakuan panas dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

1. Perlakuan panas fisik yang meliputi *Hardening* (pengerasan), *Annealing* (pelunakan), *Normalizing* (penormalan), *Tempering* (merupakan proses lanjutan dari proses pengerasan),
2. Perlakuan panas kimiawi yang meliputi *Carburizing* (suatu proses penjernihan lapisan permukaan baja dengan karbon yang diikuti dengan *Quencing*), *Nitriding* (proses penjenuhan permukaan baja dengan nitrogen), *Cyaniding* (memasukan baja kedalam dapur yang mengandung garam cyanida natrium), *Sulphating* (perlakuan panas yang digunakan untuk meningkatkan ketahanan gesek).

Proses *Carburizing* adalah suatu proses pengerasan baja dengan karbon yang diikuti dengan *Quencing* akan mendapatkan kekerasan permukaan yang sangat tinggi, sedang bagian tengahnya tetap lunak pada proses ini di bagi pula menjadi beberapa bagian: *Pack Carburizing*, *Paste Carburizing*, *Gas Carburizing*, dan *Liquid Carburizing*.



Gambar 2. Proses carburizing

Pada dasarnya dalam proses *Pack Carburizing* merupakan proses penambahan unsur karbon (C) kedalam suatu logam, dalam proses ini akan didapatkan kekerasan pada bahan pada bagian luarnya saja. Unsur karbon yang dimasukkan didapat dari bahan-bahan yang mengandung unsur karbon seperti media arang kayu, arang batok kelapa dan lain sebagainya.

Selain bahan tersebut yang digunakan dalam proses karbonisasi ditambahkan dengan barium karbonat (BaCO_3), kalsium karbonat (CaCO_3), atau natrium karbonat (NaCO_3) sebagai energizer. Limbah dari kulit kerang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran dari proses karbonisasi

karena mengandung unsur kalsium karbonat (CaCO_3) yang dapat dijadikan energizer alternatif pengganti didalam proses karburisasi pengganti barium karbonat (BaCO_3).

Pada proses *Pack Carburizing* semua bahan tersebut dimasukkan kedalam wadah yang tertutup kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 850°C sampai suhu 950°C setelah itu dilakukan waktu penahanan (*Holding Time*). Dalam proses *Heat Treatment* bukan hanya memanaskan logam saja, tetapi juga di lanjutkan dengan proses pendinginan (*Quenching*). Media pendingin pada proses *Heat Treatment* sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dari bahan tersebut. Media pendingin yang digunakan dalam proses pendinginan ada beberapa macam yaitu media air, minyak atau oli, udara dan sebagainya.

Proses pendinginan dilakukan dengan secara cepat dengan menggunakan media udara, air sumur, oli dan larutan garam. Kemampuan bahan tersebut dalam mendinginkan suatu spesimen bisa berbeda-beda, perbedaan kemampuan media pendingin tersebut bisa disebabkan oleh beberapa hal diantaranya temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin. Semakin cepat proses pendinginan dilakukan maka logam didinginkan akan semakin keras.

C. Baja Karbon

Bahan logam merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam dunia industri maupun kontruksi pada saat sekarang ini, bahan logam merupakan bahan yang pada umumnya terdapat di alam (tambang) dalam

bentuk bijih-bijih berupa batuan atau mineral. Bahan logam yang paling banyak kita jumpai pada dunia industri maupun dilapangan adalah logam *ferro* atau logam besi. Menurut Hari Amanto dan Daryanto (2003: 2) “Logam *ferro* adalah logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi”.

Besi merupakan logam yang penting dalam bidang teknik, tetapi besi murni terlalu lunak dan liat sebagai bahan kerja, konstruksi, permesinan atau pesawat. Oleh karena itu besi selalu bercampur dengan unsur lain, terutama zat arang/karbon. Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2004: 89) “Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S”.

Unsur-unsur dalam campuran itulah yang mempengaruhi sifat-sifat besi atau baja pada umumnya, tetapi unsur zat arang (karbon) yang paling besar pengaruhnya terhadap besi atau baja terutama kekerasannya. Menurut Amanto dan Daryanto (2003: 23) unsur-unsur tersebut yaitu:

1. Unsur Fosfor (P)

Unsur fosfor membentuk larutan besi *fosfida*. Fosfor dianggap sebagai unsur yang tidak murni dan jumlah kehadirannya di dalam baja dikontrol dengan cepat sehingga persentase maksimum unsur fosfor di dalam baja sekitar 0,05%.

2. Unsur Sulfur (S)

Unsur *sulfur* membahayakan larutan besi *sulfida* (besi belerang) yang mempunyai titik cair rendah dan rapuh. Besi *sulfida* terkumpul pada

batas butir-butirannya yang membuat baja hanya didinginkan secara singkat (tidak sesuai untuk pengerjaan dingin), karena kerapuhannya. Hal itu juga membuat baja dipanaskan secara singkat (tidak sesuai untuk pengerjaan panas), karena menjadi cair pada temperatur pengerjaan panas dan juga menyebabkan baja menjadi retak-retak. Kandungan sulfur harus dijaga serendah mungkin dibawah 0,05%.

3. Unsur Silikon (Si)

Silikon membuat baja tidak stabil, tetapi unsur ini tetap menghasilkan lapisan *grafit* (pemecahan sementit yang menghasilkan grafit) dan menyebabkan baja menjadi tidak kuat. Baja mengandung *silikon* sekitar 0,1 – 0,3%.

4. Unsur Mangan (Mn)

Unsur *mangan* yang bercampur dengan *sulfur* akan membentuk mangan *sulfida* dan diikuti dengan pembentukan besi *sulfida*, mangan sulfida tidak membahayakan baja dan mengimbangi sifat jelek dari *sulfur*, kandungan mangan harus dikontrol dan mengandung mangan lebih dari 1%.

Unsur tersebut mempengaruhi sifat-sifat dari logam tersebut seperti: sifat mekanis (kemampuan bahan atau kelakuan logam untuk menahan beban yang dikenakan kepadanya baik beban statis, dinamis, atau berubah-ubah pada berbagai keadaan), Sifat mekanis dari logam tersebut berupa kekenyalan, kekuatan, keuletan, kekerasan, keliatan, kegetasan, ketahanan ausan, dan kekuatan tekan.

Sifat fisis (sifat suatu logam bagaimana keadaan logam itu apabila mengalami peristiwa fisika). Misalnya keadaan pada waktu terkena pengaruh panas dan pengaruh listrik. Sifat kimia (bagaimana kondisi bahan tersebut mampu menahan zat kimia yang dikenakan pada bahan tersebut. Misalnya apakah bahan itu larut atau terjadi reaksi apabila terkena suatu larutan). Sifat teknologis (merupakan kemampuan suatu bahan dalam proses pengerjaan secara teknis seperti kemampuan bahan untuk di las, kemampuan untuk di tempa, dikerjakan dengan mesin, dan kemampuan untuk di tuang).

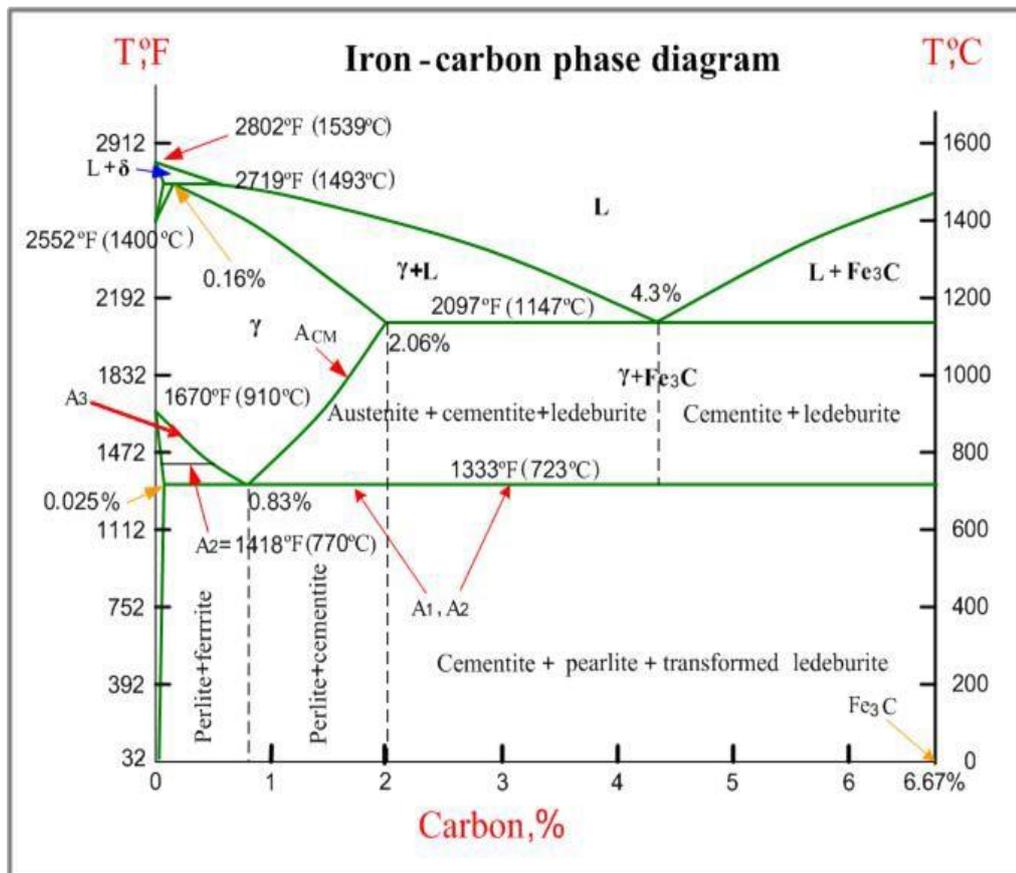
Tabel 1. klasifikasi baja karbon

(Sumber. Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2004:90)

Jenis dan kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (Kg/mm ²)	Kekuatan Tarik (Kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan brinell	Penggunaan
Baja Karbon Rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-21	32-36	40-43	95-100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang kawat
	Baja lunak	0,12- 0,21	22-30	38-48	36-24	100-130	Kontruksi umum
	Baja setengah lunak	0,20- 0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	
Baja karbon sedang	Baja setengah Keras	0,30-0,40	30-34	50-56	30-17	140-170	Alat-alat mesin
Baja karbon tinggi	Baja keras	0.40-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Perkakas rel, pegas dan kawan piano
	Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	

Menurut Bondan T. Sofyan (2010: 52) “Baja adalah paduan unsur Fe dan C, dengan kandungan karbon kurang dari 2%”. Baja karbon dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya, baja karbon terdiri atas tiga macam yaitu: baja karbon rendah (*Low carbon steel*), baja

karbon sedang (*Medium carbon steel*), dan baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*). Pada paduan besi dan karbon terdapat fasa karbida. Diagram di bawah ini menunjukkan kesetimbangan untuk baja.



Gambar 3. Diagram fasa kesetimbangan

Dalam perbandingan baja karbon dapat dibagi menjadi baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*), Baja karbon sedang (*Medium carbon steel*), Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*). Namun dari ketiga jenis baja karbon ini yang paling banyak digunakan adalah baja karbon rendah. Dibandingkan dengan baja karbon lainnya baja karbon rendah paling banyak diproduksi dalam jumlah besar dengan bentuk lembaran, plat, profil dan batangan.

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:53) “Kadar karbon baja ini kurang dari 0,25% serta struktur mikronya terdiri atas ferit dan perlit, sehingga bersifat lunak, tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang sangat baik”. Baja jenis ini banyak digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, dan lainnya.

2. Baja Karbon Sedang (*Medium carbon steel*)

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:54) “Baja karbon sedang mengandung karbon sebesar 0,25 sampai 0,60%”. Baja jenis ini lebih kuat dibandingkan baja karbon rendah. Baja karbon sedang banyak digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, batang torak, rantai, pegas, rel kereta api dan lain-lain.

3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:54) “Baja karbon tinggi mengandung karbon sebesar 0,60 sampai 1,40 %,.. Baja karbon tinggi ini banyak dipergunakan untuk keperluan pembuatan pegas-pegas, alat-alat perkakas, palu, gergaji, dan pahat potong.

D. Pengujian Kekerasan

Pengujian pada bahan bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat yang dimiliki bahan tersebut serta bertujuan untuk menjaga mutu dari hasil bahan tersebut. Salah satu sifat yang dimiliki logam adalah sifat mekanis. Secara sederhana sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan bahan untuk

menahan beban, baik beban statis, dinamis, atau berubah-ubah pada berbagai keadaan, dengan suhu tinggi maupun dibawah nol derajat. Menurut Muhammad Alip (1989:84) “Sifat mekanik bahan (benda) adalah reaksi dan ketahanan bahan terhadap beban yang diterima”.

Menurut Bondan Tiara Sofyan (2010:25) ”Sifat mekanis dari logam tersebut berupa kekuatan tarik, tekan, geser, fleksural, tekuk, dampak, kelelahan, keuletan, kekerasan, dan ketahanan aus”. Dalam melaksanakan suatu pengujian agar hasil pengujian yang didapatkan akurat harus mempersiapkan spesimen dan memperhatikan jenis alat pengujian apakah alat pengujian yang digunakan yang berstandar, agar nantinya hasil yang didapat akurat. Dalam pengujian mekanik terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji puntir adalah pengujian yang menggunakan beban static, sedangkan uji lelah dan uji dampak menggunakan jenis beban dinamik.

Proses pengujian dikelompokkan menjadi dua yaitu *Destructive Test* (DT), *Non Destructive Test* (NDT), yaitu proses pengujian logam yang merusak benda uji dan pengujian yang tidak menimbulkan kerusakan logam atau benda yang diuji. Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2004:361), “Pengujian merusak pada konstruksi las adalah pengujian terhadap model dari konstruksi atau pada batang-batang uji yang telah dilas dengan cara yang sama dengan proses pengelasan yang akan digunakan sampai terjadi kerusakan pada model konstruksi atau batang uji”.

Salah satu cara untuk mengetahui kekuatan suatu bahan yaitu dengan melakukan uji kekerasan. Uji kekerasan merupakan metode pengujian yang paling banyak dipakai karena pengujian ini memberikan hasil yang baik. Pengujian kekerasan ini bertujuan untuk memperoleh harga kekerasan suatu logam, untuk mengetahui perubahan suatu sifat dan perubahan kekerasan dari logam setelah di *Heat Treatment*, untuk mengetahui kekerasan baja terhadap kecepatan pendinginan, dan untuk mengetahui perbedaan kekerasan yang disebabkan oleh media pendingin.

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik dari logam. Menurut Sunari (2007:177) “Yang dimaksud dengan kekerasan adalah daya tahan logam untuk menahan kepenyokan, luka goresan, lecet, atau rambatan”. Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Bondan Tiara Sofyan (2010:36) mengemukakan,

Pengujian kekerasan yang menggunakan metode ini terdiri dari tiga jenis, yaitu pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*.

1. Pengujian kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan *Vickers* digunakan untuk bahan yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi. Bentuk indentornya seperti piramid intan.

2. Pengujian kekerasan *Rockwell*

Pengujian jenis ini sangat banyak digunakan pada dunia industri karena sangat sederhana dan tanpa keahlian khusus. Menurut Bondan T. Sofyan (2010:35), mendefinisikan:

Berbagai macam kekerasan *Rockwell* tersedia dengan mengkombinasikan bentuk indenter dan beban, berikut adalah jenis indenter *Rockwell*:

- a. Intan berbentuk kerucut dengan sudut 120° (dikenal dengan indenter Brale). Intan digunakan untuk menguji material yang keras (> 100 HRB dan 83,1 HR30T).
- b. Bola baja yang dikeraskan dengan diameter 1/16, 1/8, 1/4, dan 1/2 inci. Jenis indenter ini digunakan untuk menguji material yang lunak. Ada dua jenis pengujian kekerasan *Rockwell*, antara lain sebagai berikut:
 - a. *Rockwell*; jenis pengujian yang menggunakan beban minor 10 kgf, dan beban mayor 60, 100, atau 150 kgf.
 - b. *Superficial Rockwell*; jenis pengujian yang menggunakan beban minor 3 kgf, dan beban mayor 15, 30, dan 45 kgf.

3. Pengujian kekerasan *Brinell*

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:36) “pengujian kekerasan *Brinell* adalah dengan memberikan beban kostan, umumnya antara 500, 1000 dan 3000 kgf, dengan indenter baja yang dikeraskan berdiameter 2.5, 5 atau 10 mm, pada permukaan spesimen yang rata”. Menurut B.J.M. Beumer (1994: 25) “Pada pengukuran kekerasan menurut *Brinell* peluru baja yang disepuh dengan garis-tengah D yang ditentukan dengan gaya tertentu F, Selama beberapa waktu t, ditekan kedalam bahan. Setelah penyisihan peluru garis-tengah d dari bekas jejak tekan diukur”. Benda uji itu harus didukung secara merata oleh bidang pendukung yang cukup tebal, sebab kalau tidak demikian,

kekerasan bidang pendukung itu ikut terukur. Pengujian kekerasan *Brinell* adalah dengan memberikan beban konstan, umumnya antara 500, 1000 dan 3000 kgf, dengan indenter baja yang dikeraskan berdiameter 5 atau 10 mm pada permukaan spesimen yang rata”

Metode pengujian kekerasan seperti *Brinell* menggunakan *Indenter* kecil berbentuk bola baja yang terbuat dari baja yang telah dikeraskan dengan diameter tertentu. Cara kerja dari pengujian *Brinell* ini dengan cara penekanan kepada permukaan logam yang diuji tanpa sentakan. Bola baja untuk uji *Brinell* terbuat dari baja krom yang telah disepuh atau *Cermentite Carbide*. Standar dari bola *Brinell* yaitu mempunyai \varnothing 10 mm dengan penyimpangan maksimal 0,005 mm. Selain yang telah distandarkan terdapat juga bola-bola *Brinell* dengan diameter lebih kecil (\varnothing 5 mm, \varnothing 2,5 mm, \varnothing 2 mm, \varnothing 1,25 mm, \varnothing 1 mm, \varnothing 0,65 mm) yang juga mempunyai toleransi-toleransi tersendiri.



Gambar 5. Indenter bola baja

Permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan ditiadakan dan bola baja dikeluarkan dari bekas lekukan, kemudian di ukur menggunakan mikroskop ukur yang kemudian dipakai untuk menentukan kekerasan logam yang diuji kedalam persamaan:

$$\text{BHN} = \frac{2.P}{\pi.D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana :

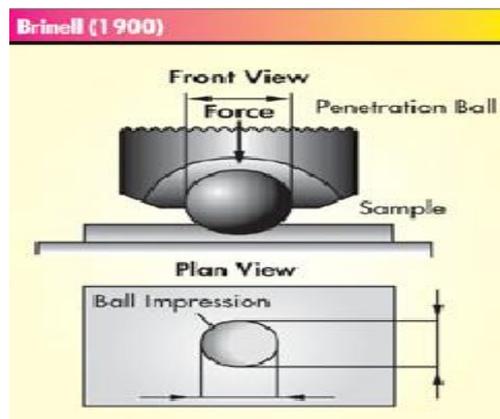
P : Beban (kg)

D : Diameter bola indentor (mm)

d : Diameter jejak (mm)



Gambar 5. Alat Uji Kekerasan



Gambar 7. Pengujian *Brinell*

Mesin yang digunakan untuk uji kekerasan disebut *Universal Hardness Tester* (mesin uji kekerasan universal). Metode pengujian ini dilakukan dengan cara menekankan bola indentor bola baja ke spesimen uji dengan beban tertentu, kemudian jejak tekan di ukur. Dalam pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *Brinell* perlu diperhatikan hal sebagai berikut:

- a) Permukaan yang akan dibuat lekukan harus halus dan rata
- b) Bersih dari debu atau kerak yang menempel
- c) Pengujian diusahakan di tengah material tidak boleh terlalu kepinggi

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data penelitian yang telah dibahas pada bagian bab sebelumnya, yaitu analisa penambahan cangkang kerang pada proses *Pack Carburizing* terhadap kekerasan baja karbon rendah, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Data hasil pengujian *Brinell* dapat diketahui adanya peningkatan kekerasan baja karbon rendah yang *di Carburizing* dengan waktu yang sama. Setelah data di analisa yang mana rata-rata kekerasan baja yang *di Carburizing* dengan:
 - a. Temperatur 950°C dengan waktu 6 jam dengan arang tempurung memiliki nilai kekerasan rata-rata *Brinell 398,86 HBN*.
 - b. Temperatur 950°C dengan waktu 6 jam dengan arang tempurung dan penambahan cangkang kerang memiliki nilai kekerasan rata-rata *Brinner 487,86 HBN*.

Dibandingkan dengan rata-rata *Specimen Control* (tanpa perlakuan) yang memiliki nilai kekerasan *216,16 HBN*. Berdasarkan hasil uji menunjukkan bahwa proses *Carburizing* tersebut dapat meningkatkan nilai kekerasan pada baja karbon rendah.

2. Proses perlakuan panas *Pack Carburizing* dengan bahan tambah cangkang kerang telah meningkatkan kekerasan lebih tinggi bila dibandingkan

dengan spesimen yang hanya di *Carburizing* dengan media arang tempurung saja.

B. Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan terkait dengan penelitian tentang perlakuan panas *Pack Carburizing* adalah sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan penelitian, sesuaikan karakteristik bahan dengan jenis perlakuan yang diberikan
2. Dituntut ketelitian dalam proses persiapan *Spesimen*, mulai dari pembentukan ukuran, perataan permukaan spesimen dan penggunaan alat ukur kekerasan dalam pembacaan hasil pengujian sangat diutamakan, karena hal ini dapat berpengaruh terhadap data hasil pengujian.
3. Dalam menutup kotak *Pack Carburizing*, diharuskan benar-benar tertutup dengan rapat dan tidak ada celah untuk udara yang masuk, sehingga nanti ketika proses *Pack Carburizing* berlangsung atom karbon C dapat berdifusi dengan baik ke dalam baja (spesimen uji).
4. Dalam proses *Carburizing* pastikan temperatur serta waktu penahanan (*Holding Time*) sesuai dengan yang telah ditetapkan sehingga nanti mendapatkan peningkatan kekerasan yang benar dan sesuai dengan yang diinginkan.
5. Adanya penelitian lebih lanjut mengenai proses perlakuan panas *Pack Carburizing* dengan uji sifat mekanik material yang lebih lengkap dan dengan media *Pack Carburizing* yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Beumer, B.J.M. (1994). *Ilmu Bahan Logam*. Jakarta: Bhatara.
- Bondan, T. Sofyan. (2010). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Hari Amanto, Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradya Paramita.
- Lufri. (2007). *Kiat Memahami dan Melakukan Penelitian*. Padang: UNP Press
- Mochamad Alip. (1989). *Teori dan Praktek Las*. Jakarta: Dep. Pendidikan & Kebudayaan DIKTI.
- Nanang Budi Sriyanto. *Pengaruh Kalsium Karbonat Pada Proses Carburizing Untuk Meningkatkan Kekerasan Baja Karbon*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA.
- Sunari. (2007). *Teknik Pengelasan Logam*. Jakarta: Ganexa Exact
- UNP. (2010). *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir/Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Van. Vlack, Lawrence H. (1991). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Penerbit Erlangga.