

**PENGARUH PROSES KARBONASI TERHADAP KEKERASAN
SPROKET IMITASI SEPEDA MOTOR**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu
Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik
Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh

**ARVAN AZIZ
NIM. 13857/2009**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PERSETUJUAN SKRIPSI

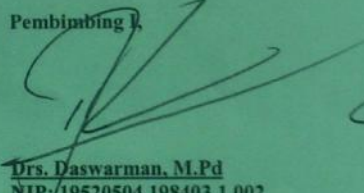
PENGARUH PROSES KARBONASI TERHADAP KEKERASAN
SPROKET IMITASI SEPEDA MOTOR

Nama : Arvan Aziz
NIM : 2009/13857
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

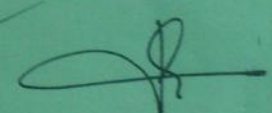
Padang, Agustus 2014

Disetujui Oleh

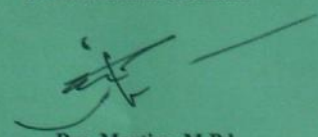
Pembimbing I,


Drs. Daswarman, M.Pd
NIP. 19520504 198403 1 002

Pembimbing II,


Wagino, S.Pd
NIP. 19750405 200312 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Otomotif


Drs. Martias, M.Pd
NIP. 19640801 199203 1 003

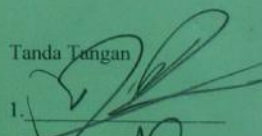
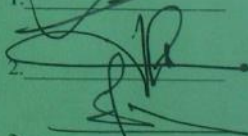
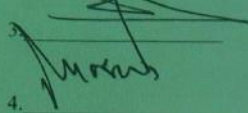
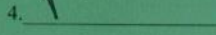
PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Proses Karbonasi Terhadap Kekerasan
Sproket Imitasi Sepeda Motor
Nama : Arvan Aziz
NIM : 13857
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	Drs. Daswarman, M.Pd	1. 
2. Sekretaris	Wagino, S.Pd	2. 
3. Anggota	Drs. Darman, M.Pd	3. 
4. Anggota	Drs. M. Nasir, M.Pd	4. 



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055922 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2000
Cert.No. 01.100 096042

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Arvan Aziz**
NIM/TM : 13857/2009
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **"Pengaruh Proses Karbonasi Terhadap Kekerasan Sproket Imitasi Sepeda Motor"** Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Agustus 2014

Saya yang menyatakan,



Arvan Aziz
NIM. 13857/2009

ABSTRAK

Arvan Aziz (2009): Pengaruh Proses Karbonasi Terhadap Kekerasan Sproket Imitasi Sepeda Motor.

Sproket merupakan salah satu komponen sepeda motor yang terbuat dari baja. Material baja digunakan karena sproket merupakan komponen yang mengalami gesekan saat bekerja, dan untuk itu sproket harus terbuat dari baja yang memiliki kekerasan yang tinggi serta memiliki keuletan yang tinggi. Sproket yang di jual dipasaran memiliki kualitas yang berbeda-beda sesuai dengan kualitas baja yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses karbonasi terhadap kekerasan pada sproket imitasi dengan cara perlakuan panas. Karbonasi yang memiliki tujuan meningkatkan kekerasan permukaan sproket tetapi memiliki keuletan yang tinggi. Proses karbonasi dilakukan dengan media arang tempurung kelapa yang dicampur dengan energizer CaCO_3 , dengan variasi waktu tahan (*holding time*) proses karbonasi (30 menit, 2 jam, 4 jam) dengan temperatur 900°C .

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh proses karbonasi terhadap sproket imitasi dengan kondisi terkendali. Objek penelitian ini terdiri dari 4 spesimen dimana specimen I merupakan spesimen yang tidak diberi perlakuan, sementara specimen II diberi perlakuan karbonasi dengan waktu tahan 30 menit, specimen III dengan waktu tahan 2 jam, dan Spesimen IV dengan waktu tahan 4 jam, selanjutnya specimen di quenching dengan media pendingin air.

Hasil uji kekerasan setelah proses karbonasi pada waktu tahan 30 menit menunjukkan peningkatan kekerasan dengan nilai kekerasan 320,8 *BHN*, waktu tahan 2 jam dengan nilai kekerasan 431 *BHN*, dan waktu tahan 4 jam dengan nilai kekerasan 502 *BHN*, dibandingkan dengan kekerasan awal specimen sebelum diberi perlakuan panas sebesar 270,2 *BHN*.

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa sproket imitasi yang di karbonasi dengan waktu tahan 30 menit, 2 jam, dan 4 jam terjadi peningkatan kekerasan yang signifikan dimana nilai t_{hitung} yang berada diatas nilai t_{tabel} pada taraf signifikansi 5%.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT karena telah memberikan Rahmat dan petunjuknya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **“Pengaruh Proses Karbonasi Terhadap Kekerasan Sproket Imitasi Sepeda Motor”**

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan skripsi ini, tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak sehingga dengan bantuan tersebut skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dengan hati yang tulus ikhlas kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan, baik secara moril maupun materil dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif.
4. Ibuk Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif.
5. Bapak Drs. Daswarman, M.Pd selaku Pembimbing I yang membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Wagino, S.Pd selaku pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
8. Sahabat, rekan-rekan dan semua pihak yang banyak membantu dan berpartisipasi dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang Bapak/Ibu, Saudara/I berikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari semua pihak. Mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik dan hidayah-Nya, Amin

Padang, September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
G. Asumsi penelitian	5

BAB II KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori	6
B. Penelitian Yang Relevan.....	31
C. Kerangka Pikir	32
D. Hipotesis Penelitian	33

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian	34
B. Defenisi Operasional.....	35
C. Variabel Penelitian.....	35
D. Objek Penelitian.....	36
E. Jenis dan Sumber Data.....	37

F. Instrumen Pengumpulan Data.....	37
G. Teknik Pengumpulan Data	38
H. Jadwal dan Prosedur Penelitian	39
I. Teknik dan Alat Pengumpulan Data.....	40
J. Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Data Hasil Penelitian.....	43
B. Analisis Data.....	47
C. Pembahasan.....	53
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	55
B. Rekomendasi.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pola Penelitian.....	34
2. Data Kekerasan Spesimen Tanpa Perlakuan.....	41
3. Data Kekerasan Spesimen Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 30 menit	41
4. Data Kekerasan Spesimen Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 2 jam	41
5. Data Kekerasan Spesimen Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 4 Jam.....	42
6. Nilai Kekerasan Sebelum Proses Karbonasi	43
7. Nilai Kekerasan Benda Uji Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 30 Menit.....	44
8. Nilai Kekerasan Benda Uji Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 2 Jam.....	44
9. Nilai Kekerasan Benda Uji Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 4 Jam.....	44
10. Perbandingan Nilai Kekerasan Benda Uji Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 30 Menit	45
11. Perbandingan Nilai Kekerasan Benda Uji Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 2 Jam	46
12. Perbandingan Nilai Kekerasan Benda Uji Setelah Proses Karbonasi Waktu Tahan 4 Jam	47
13. Rata-rata kekerasan tanpa perlakuan.....	48
14. Rata-rata kekerasan waktu tahan 30 menit.....	48
15. Rata-rata kekerasan waktu tahan 2 jam.....	49

16. Rata-rata Kekerasan Waktu Tahan 4 jam.....	49
17. Rata-rata Peningkatan Kekerasan Sproket	50
18. Analisa data hasil peningkatan kekerasan sproket dengan menggunakan uji t	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses pack carburizing.....	7
2. Pengaruh Kadar karbon terhadap kekuatan dan keuletan baja.....	17
3. Alat Uji Kekerasan	28
4. Pengujian Vickers	29
5. Pengujian Rockwell.....	30
6. Cara Kerja Shore	31
7. Kerangka Konseptual	32
8. Spesimen Uji	36
9. Prosedur Penelitian.....	40
10. Bagan perbandingan Peningkatan kekerasan sebelum dan sesudah perlakuan dengan waktu tahan 30 menit	50
11. Bagan perbandingan Peningkatan kekerasan sebelum dan sesudah perlakuan dengan waktu tahan 2 jam	51
12. Bagan perbandingan Peningkatan kekerasan sebelum dan sesudah perlakuan dengan waktu tahan 4 jam	52
13. Bagan Rata-rata peningkatan kekerasan sproket.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian Dijurusan Teknik Mesin	59
2. Surat Bukti Telah Melakukan Penelitian.....	60
3. Data Hasil Pengujian Kekerasan	61
4. Tabel Distribusi	63
5. Tabel konversi kekerasan brinell.....	64
6. Analisis Data Kekerasan.....	65
7. Dokumentasi Penelitian.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan industri dan teknologi semakin berkembang pesat, termasuk industri logam. Kemajuan industri logam memiliki peranan yang penting untuk menunjang industri-industri lain terutama dalam dunia otomotif yang banyak menggunakan material dari logam. Tata Surdia (1999: 85) menyatakan bahwa:

“Beberapa komponen mesin mempunyai masalah bukan hanya masalah keuletan, tetapi juga masalah kelelahan yang disebabkan oleh keausan tegangan bolak balik pada bagian permukaan komponen seperti roda gigi. Untuk mengatasi masalah itu dapat dilakukan peningkatan kekerasan pada bagian permukaan, seperti pengarbonan”

Perkembangan produk otomotif jaman sekarang berkembang pesat terutama produk sepeda motor. Dikutip dari (www.bps.go.id) Data kepolisian tahun 2012 mengatakan jumlah sepeda motor di Indonesia berjumlah 76.381.183 buah. Jumlah tersebut akan terus meningkat seiring dengan kebutuhan transportasi masyarakat. Dengan bertambahnya jumlah sepeda motor tentu akan semakin banyak dilakukan pergantian suku cadang sepeda motor, salah satu suku cadang sepeda motor yang sering dilakukan pergantian adalah gigi sproket.

Di pasaran suku cadang ini dijual dalam dua jenis, yaitu orisinil dan imitasi. Dua jenis ini memiliki umur pakai dan harga yang berbeda. Sproket

imitasi cenderung murah harganya, bisa jadi disebabkan oleh kualitas material yang digunakan oleh sproket imitasi tersebut.

Gigi sproket sepeda motor merupakan salah satu komponen yang terbuat dari baja karbon sedang (Amanto dan Daryanto, 2003: 33) dimana komponen ini harus memiliki kombinasi sifat yaitu kekerasan pada bagian permukaan tetapi secara keseluruhan komponen tersebut harus memiliki keuletan yang tinggi, namun untuk mendapatkan suatu baja yang memiliki kekerasan yang baik diperlukan materi yang bagus. Disamping itu baja tersebut juga harus diberi perlakuan panas lanjutan untuk memperbaiki struktur dalam baja tersebut, serta untuk meningkatkan kekerasan suatu baja.

Sproket merupakan komponen utama sepeda motor, sebagai transfer gaya putar dari mesin menuju ke roda, sehingga dalam pemakaiannya akan mengalami keausan karena akan terjadi gesekan antara rantai dengan gir pada waktu mentransfer gaya putar dari mesin. Maka dalam hal ini sproket mempunyai kerja yang sangat berat, untuk itu sproket harus mempunyai kekerasan tertentu sehingga umur pakainya akan lebih lama. Dalam pengoperasiannya komponen sproket selalu bergesekan dengan rantai dari sepeda motor, dari gesekan tersebut yang akan menyebabkan keausan dan berkurangnya umur pakai. Untuk itu, agar dapat meningkatkan kekerasan pada sproket imitasi maka diberikan perlakuan panas lanjutan. Diantara proses perlakuan panas itu adalah: *hardening*, *normalizing*, *tempering*, *quenching*, dan *carburizing*.

“Perlakuan panas adalah suatu cara yang mengakibatkan perubahan struktur bahan melalui penyerapan panas: dalam pada ini bentuk bahan tetap sama (kecuali perubahan akibat regangan panas) “(Eddy, 1985: 38). Perlakuan panas terutama ditujukan untuk memperoleh sifat-sifat yang sesuai dengan penggunaannya, khususnya untuk mendapatkan kekerasan, kekuatan dan sifat yang diperlukan.

“Bagian-bagian mesin yang meluncur satu sama lain membutuhkan suatu permukaan yang sangat keras dan tahan aus. Tetapi, supaya bagian mesin itu tangguh terhadap beban kejutan, maka diperlukan inti yang kuat dan alot. Sifat ini dapat dicapai melalui pengerasan permukaan “(Eddy, 1994: 64). Jadi dalam hal ini pengerasan dapat dilakukan pada bagian-bagian tertentu saja sesuai kebutuhan dan fungsi alat tersebut.

Salah satu perlakuan panas menggunakan metode pengerasan permukaan adalah karbonasi. “Karbonasi adalah memanaskan bahan sampai 900 - 950°C pada lingkungan menyerap karbon dengan tujuan memberi lapisan luar pada benda kerja yang dapat disepuh keras” (Amanto dan Daryanto, 2003: 85). Karbonasi juga dapat di artikan sebagai proses pemberian atau penambahan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibandingkan dengan dinding bagian dalam, diakibatkan terjadinya difusi karbon pada bagian permukaan sehingga kekerasan permukaannya lebih meningkat. Sedang pada bagian dalamnya diharapkan masih memiliki keuletan/ keliatan. Pada proses karbonasi ini pengarbonan

dilakukan melalui media arang batok kelapa, karena arang batok kelapa memiliki kadar karbon sebesar 83% (www.fao.org).

Memahami persoalan diatas, maka peneliti mencoba melakukan penelitian untuk meningkatkan kekerasan sproket imitasi sepeda motor melalui proses karbonasi dengan menambahkan unsur karbon dari arang batok kelapa. Dengan ini peneliti mengambil judul **"Pengaruh Proses Karbonasi Terhadap Kekerasan Sproket Imitasi Sepeda Motor"**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Gigi sproket seharusnya tahan gesekan dan tidak mudah aus, namun untuk sproket imitasi hal tersebut sulit dicapai
2. Jangka pemakaian sproket imitasi yang cenderung singkat kemungkinan disebabkan kandungan karbon pada sproket imitasi.
3. Kemungkinan tidak adanya perlakuan panas lanjutan seperti karbonasi untuk meningkatkan kekerasan sproket imitasi

C. Batasan Masalah

Berhubungan banyaknya masalah yang tidak mungkin diteliti oleh peneliti disebabkan keterbatasan yang dimiliki baik dalam segi waktu, pikiran dan untuk mengefektifkan penulisan ini, maka peneliti hanya membatasi penelitian mengenai pengaruh proses karbonasi terhadap kekerasan pada sproket imitasi.

D. Rumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan apakah terdapat pengaruh proses karbonasi terhadap peningkatan kekerasan pada sproket imitasi sepeda motor ?

E. Tujuan penelitian

Mengetahui seberapa besar pengaruh proses karbonasi terhadap tingkat kekerasan sproket sepeda motor.

F. Manfaat penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menambah pengetahuan peneliti tentang proses perlakuan panas terhadap material.
2. Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai bahan acuan bagi berbagai pihak seperti merancang suatu alat atau komponen dengan kekerasan dan waktu tertentu sesuai dengan penggunaannya.
3. Penelitian ini diharapkan sebagai bahan acuan untuk menghasilkan baja dengan kualitas tinggi yang mempunyai kekuatan tarik dan kekerasan yang baik.

G. Asumsi Penelitian

Penelitian ini dilandasi dengan asumsi sebagai berikut:

1. Alat ukur kekerasan Brinell telah dikalibrasi.
2. Kandungan karbon pada sprocket imitasi di atas 0,3 %.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Karbonasi atau *carburizing*

Amanto dan Daryanto (2003: 85) menyatakan “Karbonasi dimaksudkan memanaskan bahan sampai 900 - 950°C dalam lingkungan yang menyerap karbon, lalu dibiarkan beberapa waktu lamanya pada suhu tersebut dan kemudian didinginkan”. “Tujuan dari pengerjaan panas ini ialah untuk menciptakan permukaan yang keras dan tahan aus pada komponen baja, sedangkan intinya tetap liat dan tidak peka. Khususnya terhadap beban tumbuk, seperti roda gigi” (Kramer, 1997: 67). “Karbon diarsorpsi kedalam logam membentuk larutan padat dengan besi dan lapisan luar memiliki kadar karbon tinggi.”(Amstead, 1993: 152)

Berdasarkan pendapat ahli di atas dapat disimpulkan bahwa karbonasi adalah proses perlakuan panas pada logam yang tujuannya untuk meningkatkan kekerasan permukaan logam yang tahan aus sedangkan intinya tetap ulet.

Secara umum karbonasi dapat dikelompokkan menjadi 3:

a. Karbonasi dengan perantara zat padat (*pack carburizing*)

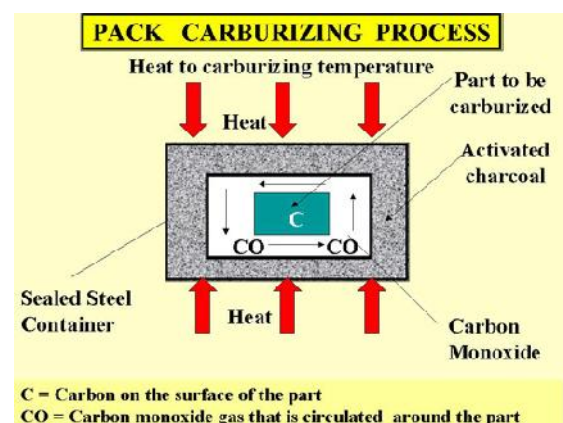
Pada proses ini caranya adalah “bahan dimasukan dalam kotak tertutup dan ruangan diisi dengan arang kayu atau kokas” (Amstead, 1993: 152). Dalam proses ini tidak terjadi pembuatan gas karbon selama berlangsung pereduksian karbon didalam komponen.

“Bahan pengarbonan padat biasanya berupa campuran arang kayu dan kokas dengan barium karbonat ($BaCO_3$), natrium karbonat ($NaCO_3$), dan kalsium karbonat ($CaCO_3$)” (Kramer, 1997: 67).

Proses terjadinya pengarbonan seperti yang dinyatakan oleh (Kramer, 1997: 67):

“Selama pengarbonan, benda kerja dikelilingi bahan pengarbon yang terurai oleh panas. Dalam proses penguraian itulah bahan tersebut memberikan karbon. Kedalaman pengarbonan ditentukan oleh bahan pengarbon, lamanya pemanasan dan suhu pemanasan”.(Kramer, 1997: 67)

“Setelah pengarbonan, permukaan benda kerja dikeraskan dengan cara pendingian celup, dengan demikian terbentuklah *martensit* pada daerah pengarbonan” (Kramer, 1997: 68). Semakin banyak kandungan karbon dipermukaan, maka kekerasan permukaan akan semakin tinggi. “Masuknya karbon kedalam baja tergantung pada temperatur, waktu penahanan (*holding time*), dan bahan pengarbonan.”(Kramer, 1997: 68)



Gambar 1. Proses Pack carburizing

(Sumber : <http://www.metallurgyfordummies.com>)

“Pada pengarbonan padat dalam kotak, dipakai arang yang

dicampur 10% $BaCO_3$, kedalam campuran tersebut dimasukkan baja yang akan dikeraskan, kotak kemudian ditutup rapat dan dipanaskan pada 900 - 950°C” (Tata Surdia, 1999: 85)

Jadi dapat disimpulkan karbonasi padat bertujuan meningkatkan kekerasan permukaan baja melalui difusi karbon dimana pada perlakuan panas, karbon pada arang akan berdifusi kepermukaan baja yang menyebabkan peningkatan karbon pada permukaannya sedangkan intinya tetap ulet.

b. Karbonasi dengan perantara zat padat cair

“Karbonasi ini dilakukan dengan rendaman air garam yang terdiri dari sodium dan sianida natrium yang dicampur dengan salah satu bahan klorid natrium atau klorium barium” (Amanto dan Daryanto, 2003: 87). “Bahan pengarbonan cair terdiri atas cairan garam yang mengandung karbon, seperti Natrium Sianida ($NaCN$).” (Kramer, 1997: 68). “Keuntungan menggunakan karbonisasi dengan perantara zat cair adalah pengarangan yang pesat, merata ke semua arah dan mendalam tanpa ada bagian yang lunak, serta permukaan tetap rata oleh karena itu hanya dibutuhkan sedikit pengasahan” (Eddy, 1994: 68).

c. Karbonasi dengan perantara gas

Proses karbonasi dengan perantara adalah benda kerja yang sudah di bersihkan dengan baik serta bebas dari minyak dan rongga terak dimasukkan ke dalam oven yang dapat ditutup kedap. “Dalam

oven dipusari gas pengarangan pada suhu pemijaran sehingga zat arang menyusup ke dalam benda kerja.” (Eddy, 1994: 68).

Menurut Eddy (1994: 71) menyatakan:

“Nitridasi adalah suatu cara pengerasan permukaan yang dapat meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus tertinggi yang mungkin berikan kepada permukaan benda kerja yang disini menampung zat nitrogen, penampungan zat nitrogen berlangsung dalam atmosfer pada suhu 500 – 570°C.”

Sedangkan menurut Kramer (1997: 70) “nitridasi adalah proses memanaskan baja sampai suhu sekitar 520°C dengan hadirnya bahan yang mengeluarkan nitrogen.” Pada cara pengerasan permukaan ini, maka terhadap permukaan benda kerja selain zat arang disalurkan juga zat nitrogen pada saat yang sama. “Untuk karbonitridasi digunakan suhu sekitar 650 – 750°C “ (Eddy, 1994: 73) digunakan suatu campuran yang terdiri atas gas metan atau propan (penyodor zat arang) dan gas amoniak (penyodor zat lemas).

2. Media Karbonasi

Media karbonasi yang digunakan pada proses karbonasi padat (*pack carburizing*) adalah arang tempurung kelapa, arang kayu, arang kokas, arang kulit atau arang tulang.

Arang adalah residu hitam sisa pembakaran dari kayu, tempurung kelapa dimana sebagian besar kandungannya adalah karbon

Kadar karbon murni (*fixed carbon content*) dari arang berkisar dari yang terendah kira-kira 50 % sampai yang tinggi sekitar 95 %. Berdasarkan (www.fao.org) kadar karbon untuk arang kayu tropis keras

(*tropical hardwood charcoal*) atau dalam hal ini adalah arang kayu jati (*tectonia grandis charcoal*) memiliki kadar karbon sebesar 69,8 % dan kadar abu sebesar 1,2 %. Sedangkan untuk arang tempurung kelapa (*coconut shell charcoal*) memiliki kadar karbon sebesar 83,0 % dan kadar abu sekitar 1,5%.

Kadar karbon yang terdapat pada media karbonasi sangat mempengaruhi hasil dari proses karbonasi (Kramer, 1997: 68), karena karbon yang dipanaskan dalam kotak karbonasi akan terurai menjadi CO yang selanjutnya terurai menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk ke dalam baja, dan akhirnya akan menaikkan konsentrasi karbon pada permukaan baja. Seperti yang kita ketahui bahwa semakin besar konsentrasi karbon pada permukaan baja maka kekerasannya akan meningkat pula.

3. Baja

Menurut Amstead (1993: 49), "Baja merupakan paduan, yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya. Baja dapat dibentuk melalui pengecoran, pencanaian atau penempaan. Karbon merupakan salah satu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja". Sedangkan menurut Daswarman (2012: 42), "Baja adalah suatu paduan antara besi dan karbon yang terdiri dari karbon maksimum hanya 1,5%". Baja juga dapat diartikan sebagai "...*iron-carbon alloys that may contain appreciable concentrations of other alloying element; there are*

thousands of alloys that have different compositions and/or heat treatments.”(Callister, 2007:360)

Penjelasan diatas bermaksud baja sebagai paduan besi karbon yang berisi konsentrasi paduan dari unsur-unsur lainnya, dimana ada ribuan paduan yang memiliki komposisi berbeda yang dihasilkan dari proses perlakuan panas.

Di dunia ini baja mempunyai peranan yang sangat penting. Baja sebagai bahan baku pelat, pipa, lembaran, profil dan sebagainya. Pembentukan baja dapat melalui proses pengecoran, penempaan, pencanaian. Karbon merupakan salah satu unsure penting dalam baja, karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja.

a. Struktur Baja

Baja mempunyai berbagai sifat mekanis, misalnya kekerasan, kekuatan dan regangan, sifat-sifat tersebut terjadi dikarenakan karbon yang dikandung baja tidak padu. Hal ini tidak hanya disebabkan intensitas zat arang, tetapi juga mengadakan ikatan dengan besi yang dapat mempengaruhi sifat baja. Baja yang didinginkan sangat lambat menuju suhu ruangan dibedakan dalam tiga bentuk utama Kristal (Eddy, 1994 : 40) :

- 1) *Ferrit*, Kristal besi murni (ferum = Fe) terletak rapat saling mendekap, tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. Ferrit merupakan bagian baja yang paling lunak. Ferrit murni tidak akan cocok dipergunakan sebagai bahan untuk benda kerja yang menahan beban, hal ini dikarenakan kekuatannya kecil.

- 2) *Karbid besi* (Fe_3C), suatu senyawa kimia antara (Fe) dengan zat arang ©. Sebagai unsur struktur tersendiri, dia dinamakan *cementit* dan mengandung 6,7% zat arang. Rumus kimia Fe_3C menyatakan bahwa senantiasa ada 3 atom besi yang menyelenggarakan ikatan dengan sebuah atom zat arang © menjadi sebuah molekul karbid besi. Dengan meningkatnya kandungan C, maka semakin besar pula kandungan *cementit*. *Cementit* dalam baja, merupakan unsure yang paling keras (270 kali lebih keras dari besi murni).
- 3) *Perlit*, merupakan kelompok campuran antara ferrit dan *cementit* dengan kandungan zat arang seluruhnya sebesar 0,8%. Dalam struktur perlitis, semua 12lastic *ferrit* dirasuki sepih sementit halus yang memperoleh penempatan saling berdampingan dalam lapisan tipis mirip lamel.

Zat arang yang kadarnya melampaui 0,8% mengendap sebagai karbid besi terang membentuk kulit pada batas butiran Kristal perlitis yang lebih gelap dan menyelubungi menyerupai jaringan. Baja demikian sejak semula keras dan memiliki butiran kasar.

b. Klasifikasi Baja

Menurut Amanto dan Daryanto (2003: 22) “Baja dapat didefinisikan suatu campuran dari besi dan karbon, di mana unsur karbon (C) menjadi dasar campurannya. Disamping itu, mengandung unsur campuran lainnya seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi.”

1) Unsur Fosfor

Membentuk larutan besi fosfida. baja yang mempunyai titik cair rendah juga tetap menghasilkan sifat yang keras dan rapuh. 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% . Kualitas biji besi tergantung dari kandungan fosfornya.

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, karena kerapuhannya. Hal itu juga membuat baja dipanaskan secara singkat, 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 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., tidak membahayakan baja dan mengimbangi sifat jelek dari sulfur, harus dikontrol. Dan mengandung mangan lebih dari 1%.

Dengan adanya campuran lain pada unsur baja maka diharapkan baja memiliki sifat-sifat yang dapat meningkatkan kualitas baja tersebut seperti tingkat kekerasan dan keuletan.

c. Baja Karbon

Menurut Haroen (1984: 4), “Baja pada dasarnya adalah paduan besi-karbon dan unsur-unsur lainnya, yang mana kadar karbonnya tidak melebihi 2,0 %, sedangkan paduan besi-karbon di atas 2,0% merupakan besi tuang (*cast iron*)”.

Sedangkan menurut Daswarman (2012: 43), “Baja karbon adalah paduan besi karbon, dimana kandungan karbon sangat

menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya”.

Dari pendapat ahli diatas dapat disimpulkan bahwa sifat-sifat mekanik baja bergantung kepada kandungan karbon di dalam baja tersebut. Semakin bertambah kadar karbon pada suatu baja maka kekerasannya akan meningkat, sedangkan keuletannya akan menurun.

“Some of the more common steel are classifield according to carbon concentration namely, into low, medium and high carbon types.” (Callister 2007: 360). Dari pernyataan ahli tersebut dapat dijelaskan bahwa baja karbon dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan kandungan karbonnya.

1) Baja karbon rendah

“of all different steels, those produce in the greatest quantities fall within the low carbon classification. These generally contain less than about 0.25 wt% C and are unresponsive to heat treatments intended to form martensite.” (Callister 2007: 360).

Pernyataan ahli diatas menjelaskan bahwa baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,25%, dan baja karbon rendah tidak bisa diberi perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasan.

Baja karbon sedang dapat digunakan sebagai bahan komponen bodi mobil seperti yang di jelaskan oleh Callister (2007: 361) :

“As a consequence, these alloys are relatively soft and weak but have outstanding ductility and toughness. In addition, they are machinable, weldable, and of all steels are the least expensive to produce. Typical applications include automobile body componens, structural shape, and sheets that are used in pipelines, buildings, bridges, and tin cans.”

Penjelasan ahli di atas menjelaskan bahwa baja karbon rendah 15lastic15 lunak dan lemah, tetapi memiliki keliatan yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk membuat komponen bodi kendaraan.

2) Baja karbon sedang

“The medium-carbon steels have carbon concentrations between about 0.25 and 0.60 wt%. These alloys may be heat treated by austenizing, quenching, and then tempering to improve their mechanical properties” (Callister, 2007: 362).

Dapat dijelaskan bahwa baja karbon sedang memiliki kadar karbon antara 0,25 sampai 0,60 %. Untuk memperbaiki sifat mekaniknya baja karbon sedang dapat diberi perlakuan panas. “Baja karbon sedang digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros bubungan, poros engkol, dan alat angka presisi.” (Amanto dan Daryanto, 2003: 33)

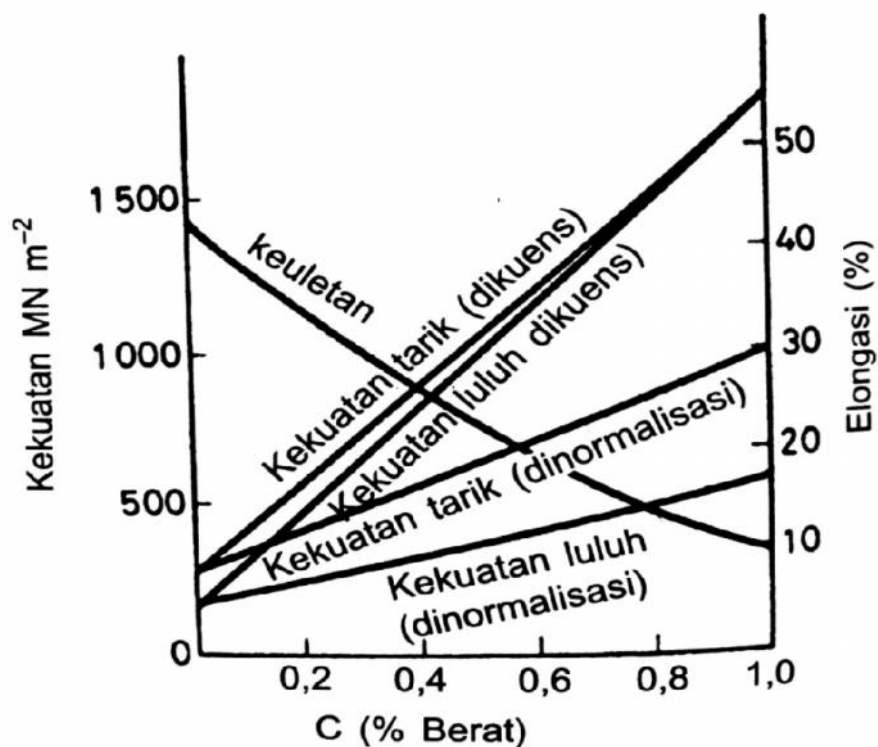
3) Baja karbon tinggi

Merupakan baja karbon yang memiliki tingkat kekerasan yang sangat keras seperti yang dinyatakan oleh (Callister, 2007: 364) :

“The high-carbon steels, normally having carbon contents between 0.60 and 1.4 wt%. are the hardest, strongest, and yet least ductile of the carbon steels. They are almost always used in hardened and tempered condition and, as such, are especially wear resistant and capable of holding a sharp cutting edge.”

Berdasarkan pernyataan di dijelaskan bahwa baja karbon tinggi memiliki kadar karbon antara 0,6 – 1,4. Baja karbon tinggi memiliki sifat kuat, keras dan mudah patah. ”Apabila baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas dan digunakan untuk membuat peralatan mesin berat, alat – alat tangan seperti palu, obeng, tang, dan kunci mur.”(Amanto dan Daryanto, 2003: 34)

Berdasarkan klasifikasi baja karbon menurut ahli di atas, maka dapat peneliti simpulkan bahwa penggunaan suatu baja karbon pada suatu komponen juga dipengaruhi oleh jenis baja karbon itu sendiri, karena setiap jenis baja karbon memiliki tingkat kekerasan dan sifat mekanik yang berbeda-beda.



Gambar 2. Pengaruh Kadar karbon terhadap kekuatan dan keuletan baja
(Smallman dan Bishop, 1999: 326)

d. Unsur Campuran Dasar Pada Baja

Baja umumnya mengandung unsur lain yang ditambahkan untuk tujuan tertentu. Menurut W.O. Alexander (1991: 59) ada tiga fungsi pokok unsur pada paduan:

- 1) Sebagai substitusi atom besi dalam larutan padat atau dalam *sementit* untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan, dan ketanguhan. Selain itu, elemen paduan dapat dimanfaatkan guna membatasi pertumbuhan butir dan *17lastic* selama proses *transformasi* atau perlakuan panas.

- 2) Untuk menjamin terbentuknya *martensit* pada laju pendinginan, panas dari tengah benda logam dapat merambat ke permukaan dengan kecepatan tertentu.
- 3) Untuk membentuk *karbida* yang lebih keras dan tahan aus dari pada *sementit*, dan untuk mengatur penemperan *martensit*.

Dari pendapat ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa unsur campuran pada baja dapat mempengaruhi kekerasan suatu logam dan mempengaruhi terbentuknya *martensit* pada waktu pendinginan, agar sewaktu pendinginan dapat menghasilkan baja dengan kekerasan tertentu.

e. Sproket Sepeda Motor

Sproket adalah sejenis roda gigi pada sepeda motor yang terbuat dari baja karbon sedang yang kandungan karbonnya sekitar 0,3 – 0,6%. Secara teoritis memungkinkan untuk dikeraskan melalui perlakuan panas (Amanto dan Daryanto, 2003: 33). Sproket berfungsi sebagai penerus tenaga dari ruang bakar kemudian diteruskan ke transmisi, melalui sproket inilah tenaga diteruskan ke roda, yang akan membuat sepeda motor berjalan. Sesuai dengan fungsinya, sproket harus dibuat keras dan tangguh, karena sproket terbuat dari sejenis baja, bahan ini dapat ditingkatkan kekerasannya melalui perlakuan panas.

f. Sifat mekanik bahan

Sifat mekanis suatu logam adalah suatu hal yang sangat penting

diperlukan dari segi teknik untuk pemilihan bahan yang dapat dipakai untuk tujuan tertentu. Sifat mekanik bahan menunjukkan kelakuan bahan dalam pemakaian mekanik (Daswarman, 2012: 16)

Amanto dan Daryanto (2003: 18) menjelaskan bahwa:

“Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kelakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik beban statis atau dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 0° C. Beban statis adalah beban yang tetap, baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu.”

1) Elastisitas

“Elastic adalah suatu sifat bahan yang mana dapat kembali kepada bentuk semula setelah beban yang diberikan kepadanya dihilangkan, sifat ini cocok untuk bahan tool atau alat-alat perkakas, mesin-mesin, dan body-body mobil” (Daswarman, 2012: 16)

2) Plastis

“Plastis adalah sifat dari bahan yang disebut perubahan bentuk dari bahan permanen. Jika masing-masing perubahan bentuk tanpa pecah, setelah beban dihilangkan, bahan itu disebut plastis. Contohnya tanah liat, timah.” (Daswarman, 2012: 16)

3) Keliatan

“Adalah suatu sifat daripada bahan yang memungkinkan untuk di pendekkan atau di panjangkan. Liat atau tidak bahan dapat diukur dengan persentasi dari perpanjangan dan pengurangan luas setelah pecah sehabis pengujian.” (Daswarman, 2012: 17)

4) Getas

“Adalah sifat dari bahan yang berlawanan dengan keliatan. Bahan yang sangat sedikit mempunyai perubahan bentuk elastic maupun plastis disebut getas. Juga bahan ini sangat tahan terhadap beban.” (Daswarman,2012: 18)

5) Sifat kekerasan logam

“Kekerasan adalah ketahanan bahan terhadap deformasi plastis karena pembebanan setempat pada permukaan berupa goresan atau penekanan”.(Amanto dan Daryanto,2003 : 19). Sifat ini banyak hubungannya dengan sifat kekuatan, daya tahan aus, dan kemampuan dikerjakan dengan mesin.

g. Perlakuan Panas Pada Baja (*Heat Treatment*)

Menurut Eddy (1994: 38) “Perlakuan panas ialah suatu cara yang mengakibatkan perubahan struktur bahan melalui penyolderan atau penyerapan panas, dalam pada itu bentuk bahan tetap sama kecuali perubahan akibat regangan panas”.

Menurut Hans Kramer (1997: 62) “Perlakuan panas adalah cara memanaskan dan mendinginkan bahan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu saja.”

Sedangkan menurut Amstead (1993: 135) “Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut.”

Jadi perlakuan panas dapat diartikan sebagai proses kombinasi

pemanasan dan pendinginan logam dalam waktu tertentu, dengan tujuan untuk mendapat sifat tertentu yang mengakibatkan perubahan struktur dari logam tersebut. Menurut Hans kramer (1997: 63) tujuan perlakuan panas tersebut meliputi :

- 1) Untuk memperoleh sifat-sifat sesuai dengan penggunaan, khususnya untuk mendapatkan kekerasan, kekuatan dan sifat liat yang dipergunakan, tujuan ini dapat dicapai melalui pengerasan, perbaikan sifat dan pormalan.
- 2) Untuk memberikan kemungkinan pengerjaan yang optimal untuk pengerjaan pembentukan , caranya dengan pelunakan, dan pelunakan penuh.
- 3) Untuk menghilangkan ketegangan pada benda kerja yang dapat timbul setelah pengelasan, pengerjaan pembentukan-panas atau pembentukan-dingin, dalam hal ini diterapkan proses pembebasan tegangan.

Proses pekerjaan panas terdiri dari beberapa jenis yaitu:

1) Hardening (Pengerasan)

Menurut Eddy (1994: 45) “pengerasan adalah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja.”

Sedangkan menurut Amstead (1993: 144) “pengerasan adalah proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat”.

Jadi dapat disimpulkan bahwa pengerasan adalah perlakuan panas pada logam untuk meningkatkan kekerasan logam dengan cara pendinginan secara cepat. Pengerasan merupakan salah satu proses perlakuan panas yang sangat penting dalam produksi komponen-komponen mesin. Untuk mendapatkan struktur baja

yang halus, keuletan, kekerasan yang diinginkan, dapat diperoleh melalui proses ini. Tujuan *hardening* untuk merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur *martensit* yang keras. Prosesnya adalah baja dipanaskan sampai suhu tertentu antara 770-830° C (tergantung dari kadar karbon) kemudian ditahan pada suhu tersebut, beberapa saat kemudian didinginkan secara mendadak dengan mencelupkan dalam air, oli atau media pendingin yang lain. Dengan pendinginan yang mendadak, tidak ada waktu yang cukup bagi *austenit* untuk berubah menjadi *perlite* dan *ferrite* atau *perlite* dan *sementite*. Pendinginan yang cepat menyebabkan *austenit* berubah menjadi *martensit*. *Martensit* adalah struktur yang paling keras, *martensit* sukar dipotong, bahannya rapuh dan bersifat *austenit*. Hasilnya kekerasan meningkat. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada laju pendinginan, kadar karbon dan ukuran benda.

2) Annealing (Pelunakan)

Selain untuk tujuan pengerasan perlakuan panas dapat dilakukan untuk tujuan pelunakan. Tujuan dari proses annealing adalah pelunakan baja yang keras sehingga dapat digunakan untuk permesinan.

Dalam proses ini baja yang tadi *martensit* dikembalikan ke *austenit* sepenuhnya menjadi struktur lembut yang berisi *ferrite*. Pemanasan yang diperpanjang dan pendinginan yang diperlambat

akan menyebabkan butir masing-masing individu tumbuh ke dalam masing-masing struktur dan memperbesar serat-serat yang mana menjadi halus dan sangat lunak.

a) Annealing penuh

Proses ini dapat di artikan sebagai pemanasan yang dipertahankan pada beberapa suhu diatas batas perubahan .selanjutnya didinginkan dan di pertahankan pemanasannya pada suhu dibawah batas transformasi.

b) Annealing pada suhu kritis terendah

Proses ini dapat di artikan sebagai pemanasan yang dipertahankan pada beberapa suhu dibawah batas transformasi, diikuti dengan pendinginan pada kecepatan yang sesuai.

3) Normalizing (Penormalan)

Normalizing merupakan proses perlakuan panas yang bertujuan untuk memperhalus dan, menyeragamkan ukuran serta distribusi ukuran butir logam. Menurut Hans Kramer (1997: 71), “Melalui penormalan dihasilkan struktur berbutiran halus dengan butiran berbentuk bulat, proses ini dilakukan untuk menghilangkan struktur yang diakibatkan oleh penempaan, pengerolan, penuangan, dan pekerjaan penarikan. Begitu juga butiran kasar dan struktur pengerasan serta struktur pengelasan yang tidak merata”.

Sedangkan menurut Amanto dan Daryanto (2003 : 75) “normalizing dapat diartikan sebagai pemanasan dan mempertahankan pemanasan pada suhu yang sesuai di atas batas perubahan, diikuti dengan pendinginan secara bebas di dalam udara luar supaya terjadi penambahan ukuran butir-butir.” Pengerjaan ini dilakukan dengan memanaskan baja hingga menjadi fasa *24lastic24e* penuh dan didinginkan di udara, hingga mencapai suhu kamar. Fasa yang dihasilkan berstruktur *ferrite* dan *pearlite* tergantung komposisi unsur karbon. *Normalizing* pada umumnya menghasilkan struktur yang halus, sehingga baja dengan komposisi kimia yang sama akan memiliki kekerasan yang baik.

4) Tempering (penyepuhan)

Baja yang telah dikeraskan bersifat rapuh dan tidak cocok untuk digunakan. Melalui tempering, kekerasan dan kerapuhan dapat diturunkan sampai memenuhi persyaratan penggunaan. “Kekerasan menurun dan kekuatan tarik akan turun pula sedangkan keuletan dan ketangguhan baja akan meningkat “(Amstead 1993: 148). Tempering didefinisikan sebagai memanaskan baja kembali pada suhu kritis terendah setelah dilakukan pengerasan untuk memiliki kekuatan kekenyalan (Amanto dan Daryanto 2003: 80).

Dapat disimpulkan bahwa tempering adalah proses perlakuan panas untuk menurunkan kekerasan serta meningkatkan keuletan pada suhu tertentu.

Unsur paduan mempunyai pengaruh yang berarti atas tempering, pengaruhnya menghambat laju pelunakan sehingga baja paduan akan memerlukan suhu temper yang lebih tinggi untuk mencapai kekerasan tertentu.

5) Perlakuan Permukaan (*surface treatment*)

Perlakuan pada permukaan (*surface treatment*) digunakan untuk mendapatkan suatu permukaan logam yang sangat keras dan tahan aus, tetapi memiliki inti yang kuat dan alot. Dalam hubungan dalam suatu komponen permesinan, seperti bantalan, poros (*shaft*) keadaan yang terbaik dengan adanya kekerasan permukaan yang tinggi, karena hal ini berhubungan dengan keausan dan kekuatan terhadap pembebanan. Perlakuan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekerasan permukaan dapat dilakukan dengan jalan *pengarbonan, karbonitriding, cyaniding, nitriding*.

4. Pengujian kekerasan

Menurut Eddy (1994: 195) “Kekerasan ialah penolakan suatu bahan melawan suatu desakan suatu badan lainnya. Pengujian kekerasan memiliki keunggulan berupa kenyataan bahwa disini benda yang diuji tidak dihancurkan”.

Menurut Djaprie (1991: 81) Kekerasan merupakan ukuran ketahanan bahan logam terhadap deformasi tekan. Sebuah indenter yang keras ditekan ke permukaan logam yang di uji. Deformasi yang terjadi merupakan kombinasi perilaku elastis dan plastis, akan tetapi kekerasan umumnya hanya berkaitan dengan sifat plastis dan hanya untuk sebagian kecil bergantung pada sifat elastis.

Berdasarkan pendapat ahli di atas dapat disimpulkan bahwa pengujian kekerasan merupakan serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan bahan logam terhadap suatu perubahan tekanan pada permukaan logam.

a. Pengukuran Kekerasan Menurut Brinell

1) Penentuan kekerasan

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-tetap diukur. (B.J.M. Beumer, 1994: 25). Benda uji itu harus didukung secara merata oleh bidang pendukung yang cukup tebal, sebab kalau tidak demikian, kekerasan bidang pendukung itu ikut terukur.

$$\text{Kekerasan brinell} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas tembereng bola}} \text{ atau BHN} = \frac{F}{A}$$

Dimana :

BHN = nilai kekerasan menurut metode brinell.

F = Gaya desakan masing-masing dalam N dan kgf.

A = luang segmen bola dari desakan dalam mm².

Garis tengah peluru banyak dipergunakan ialah 10,5 dan 2,5 mm. Perbandingan yang banyak dipergunakan adalah 300, 100, 50, dan 25.

Waktu beban penuh adalah: waktu logam dan paduan bertitik-lumer tinggi 15 detik, untuk logam dan paduan bertitik-lumer rendah 30 atau 120 detik. (B.J.M. Beumer, 1994: 26).

2) Peralatan yang digunakan

a) Mesin uji kekerasan

Mesin yang digunakan untuk uji kekerasan dengan singkat disebut dengan mesin uji kekerasan. Mesin ini ada yang dijalankan dengan tangan dan ada yang dijalankan dengan motor listrik (gambar 3). Pengaturan kecepatan jalannya beban penuh dapat dilakukan dengan cara mekanik atau hidrolik.



Gambar 3. Alat uji kekerasan
(www.alatuji.com)

b. Pengukuran Kekerasan Menurut Vickers

Pada pengukuran kekerasan menurut Vickers suatu benda penekan intan, dengan bentuk piramida lurus dengan alas bujursangkar dan dengan sudut puncak 136° , ditekan kedalam bahan dengan gaya F tertentu selama waktu tertentu. Setelah piramida diangkat diagonal d bekas tekana tetap diukur (lihat gambar 4). kekerasan Vickers dapat diperoleh dengan membagi gaya pada luas bekas-tekanan berbentuk-piramida.

$$\text{Kekerasan Vickers} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas bekas tekanan berbentuk piramida}}$$

$$\text{Atau: } HV = \frac{F}{A}$$

Dimana:

HV : nilai kekerasan menurut metode Vickers.

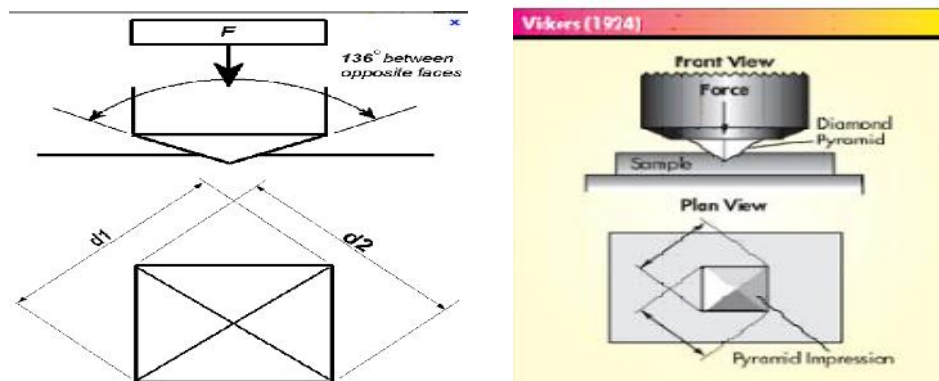
F : gaya pendesakan masing-masing dalam N dan kgf.

A : luas pendesakan berbentuk limas dalam mm^2 .

Nilai F dan t

Gaya yang banyak dipergunakan adalah: 10, 25, 50, 100, 300, 500, 600, dan 1000 N.

Waktu dari beban penuh adalah: Untuk baja, tembaga, dan paduan tembaga: 10, 15 detik. Untuk aluminium dan paduan aluminium: 28, 32 detik.



Gambar 4. Pengujian Vickers
(www.alatuji.com)

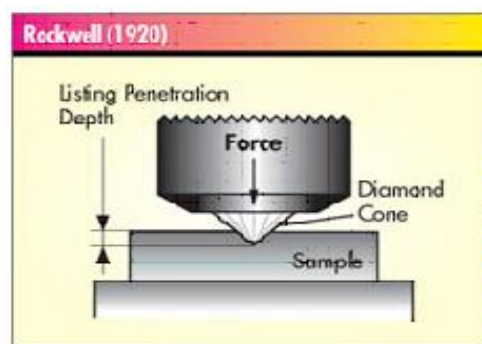
c. Pengujian kekerasan menurut Rockwell

Menurut Syamsul Arifin (1984: 22), pengujian kekerasan Rockwell dasarnya hampir sama dengan metode Vickers ataupun brinell, hanya saja perbedaan terletak pada pengukuran hasil dari pengujian dimana Rockwell yang diukur adalah bagian dalam bekas pengujian pada logam.

Menurut Haroen (1984: 52), Pada metode Rockwell sebuah benda pendesak ditekan dalam dua tingkat pada benda kerja yang dikerjakan licin, (lihat gambar 5), maka kedalaman pendesakan yang

tetap merupakan ukuran untuk kekerasan, yang sekaligus dapat dibaca pada jam ukur.

Pengukurannya dapat dilakukan dengan bantuan sebuah kerucut intan dengan sudut puncak 120^0 dan ujungnya yang dibulatkan sebagai benda pendesak. Maka kita berbicara tentang Rockwell-C dinyatakan dalam HRC. Biasanya metode ini digunakan untuk bahan-bahan keras. Misalnya baja yang dikeraskan. Pengukuran dapat juga dilakukan dengan sebuah peluru baja kecil yang dikeraskan dengan diameter 1,59 mm sebagai benda pendesak. Maka kita berbicara tentang Rockwell-B, dinyatakan dalam HRB. Metode ini digunakan pada bahan-bahan yang lebih lembik seperti paduan aluminium dan tembaga.

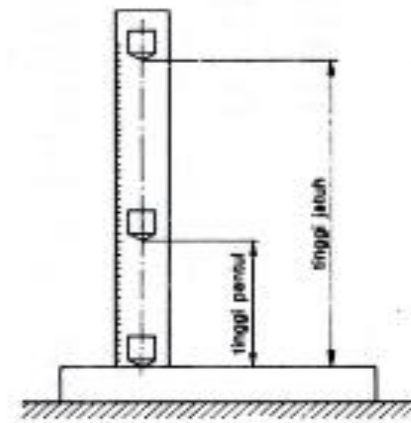


Gambar 5. Pengujian Rockwell
(www.alatuji.com)

d. Pengujian kekerasan menurut Shore

B.J.M. Beumer (1994: 31), menyatakan pada pengukuran kekerasan Shore suatu kerucut intan atau peluru baja yang disepuh keras dijatuhkan dalam pipa kaca dari suatu ketinggian tertentu yang selalu sama keatas bahan, setelah mana ketinggian pemantulan diukur

lihat (gambar 6) Tinggi pantul ialah suatu ukuran untuk kekerasan menurut Shore.



Gambar 6. Cara kerja Shore.
(B.J.M Boemer, 1994; 31)

5. Penelitian Yang Relevan

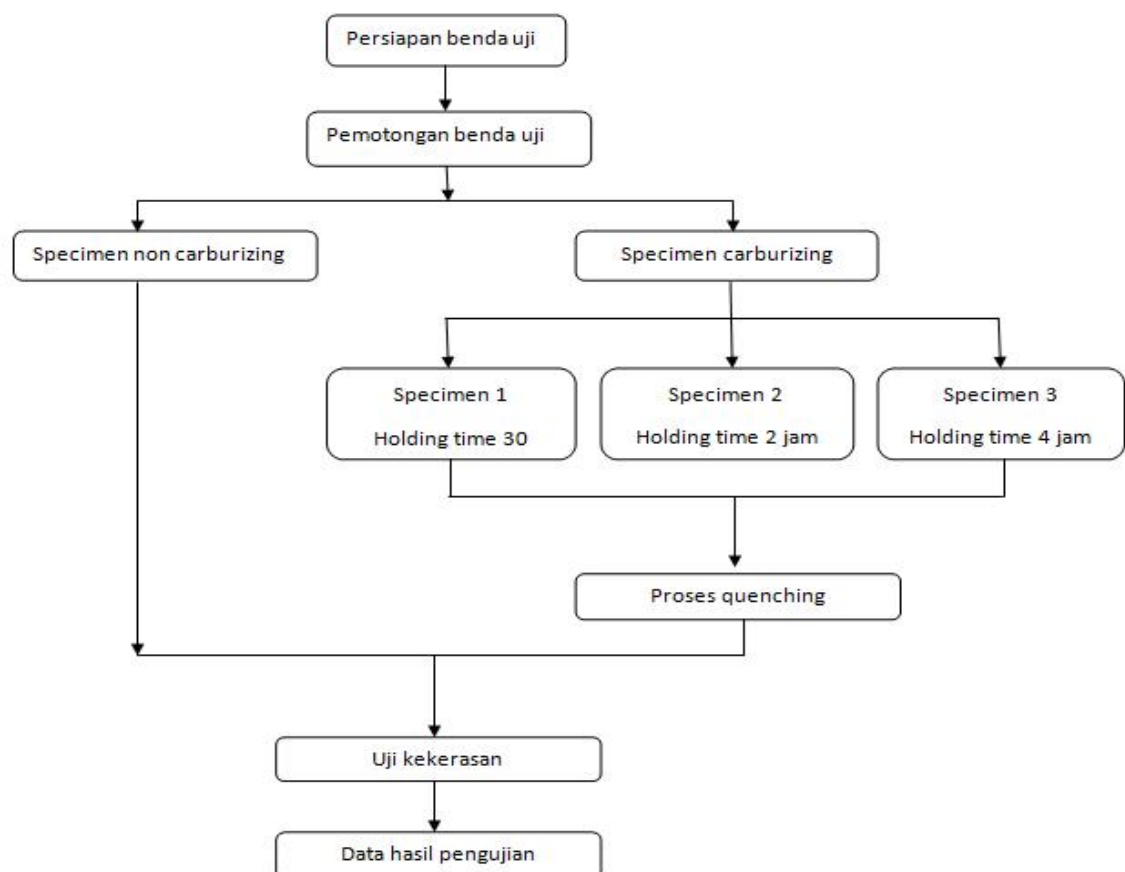
Untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah di kemukakan dalam kajian teori ini, penulis mengambil kesimpulan dari penelitian-penelitian yang penulis anggap relevan dengan penelitian ini.

1. Joko Sepriawan. GE (2013) meneliti tentang perilaku sifat baja karbon sedang dengan pembakaran arang kayu dan arang tempurun kelapa menyimpulkan terjadi peningkatan kekerasan pada baja karbon yang dibakar dengan arang kayu sebesar 182,4 BHN dan arang tempurung kelapa 184,78 BHN dibandingkan dengan tanpa perlakuan yaitu 178 BHN.
2. Eka R. M. A. Lilipaly, Leslie. S. Lopies (2011) meneliti tentang analisis nilai kekerasan baja S-35 C dalam proses karburasi padat

memanfaatkan tulang sapi sebagai katalisator dengan variasi waktu penahanan menyimpulkan bahwa baja S-35 C mengalami peningkatan kekerasan rata-rata sebesar 23,96% dengan waktu tahan 25 menit

6. Kerangka Pikir

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses karbonasi terhadap kekerasan sproket imitasi sepeda motor. Pada penelitian ini sproket imitasi setelah di karbonasi selanjutnya di dinginkan dengan media pendingin air, selanjutnya di uji kekerasannya, hasil pengujian tersebut di catat untuk mendapatkan angka peningkatan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 7. Kerangka Konseptual.

7. Hipotesis Penelitian

Suharsimi (2006 : 73) menyatakan bahwa “ Hipotesis merupakan suatu pernyataan yang kebenarannya masih perlu diujikan serta kedudukannya penting dalam penelitian” . Berdasarkan latar belakang masalah, kajian teori, dan penelitian yang relevan yang telah penguji kemukakan sebelumnya maka dapat dirumuskan hipotesisnya adalah terdapat pengaruh yang signifikan antara proses karbonasi terhadap kekerasan pada sproket imitasi sepeda motor.

BAB V

PENUTUP

Pada bab sebelumnya telah dibahas secara mendetail terkait dengan analisis terhadap data penelitian dan pembahasannya. Pada bab ini akan dikemukakan tentang hasil dari penelitian.

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data penelitian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, yaitu tentang pengaruh proses karbonasi terhadap kekerasan sprocket imitasi sepeda motor, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pengujian brinell yang digambarkan dalam bentuk tabel dan grafik pada bab sebelumnya, dapat diketahui adanya peningkatan kekerasan pada sprocket imitasi yang dikarbonasi dengan waktu tahan yang berbeda-beda. Setelah data di analisa yang mana rata-rata kekerasan sprocket yang dikarbonasi dengan:

- a. Waktu tahan 30 menit yang memiliki kekerasan 320,8 BHN.
- b. Waktu tahan 2 jam yang memiliki kekerasan 431 BHN.
- c. Waktu tahan 4 jam yang memiliki kekerasan 502 BHN.

Berdasarkan dari variasi waktu tahan yang yang digunakan dapat disimpulkan bahwa proses karbonasi dengan waktu tahan 4 jam

memiliki pengaruh besar terhadap peningkatan kekerasan sproket, dimana kekerasan sproket meningkat menjadi 502 BHN yang kekerasan sebelumnya hanya 270,2 BHN

Dibandingkan dengan rata-rata spesimen awal tanpa pelakuan yang memiliki nilai kekerasan 270,2 BHN, dan setelah di analisis dengan uji beda diketahui bahwa terdapat peningkatan kekerasan yang signifikan dimana nilai t_{hitung} yang berada diatas nilai t_{tabel} pada taraf signifikansi 5%.

B. Rekomendasi

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk ini perlu beberapa hal yang akan penulis rekomendasikan agar didapat penelitian yang lebih sempurna dan lebih memuaskan, diantaranya adalah:

1. Untuk lebih menyempurnakan penelitian lebih baik dilakukan uji struktur agar jelas terdapat perbedaan struktur material sebelum dan sesudah perlakuan.
2. Nilai kekerasan spesimen sangat dipengaruhi oleh permukaan benda uji, diantaranya memiliki permukaan yang halus, dan bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, W.O. dkk. (eds). (1991). *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasawan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Amanto, Hari dan Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Anas Sudiyono. (2003). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Beumer ing, B.J.M.. (1994). *Ilmu Bahan Logam Jilid I*. Jakarta: PT. Bhratara Niaga Media.
- Callister Jr, William D. (2007). *Materials Science and Engineering*. United States of America.
- Daswarman. (2012). *Material Teknik, Pemilihan Bahan*. Padang
- Djaprie, Sriati (1999). *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material* (R.E. Smallman dan R.J. Bishop. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Djaprie, Sriati (1993). *Teknologi Mekanik Jilid I* (B.H. Amstead.,Phillip F. Ostwald, dan Myron L. Begeman.Terjemahan). Jakarta: Erlangga
- Eddy D. Hardjapamekas. (1994). *Pengetahuan Bahan Dalam Penegrjaan Logam* (Schonmetz. Terjemahan). Bandung: Percetakan Angkasa.
- Eka R. M. A. P. Lilipaly dan Leslie. S. Lopies. (2011). "Analisis Nilai Kekerasan Baja S-35C Dalam Proses Karburasi Padat Memanfaatkan Tulang Sapi Sebagai Katalisator Dengan Variasi Waktu Penahanan." *Jurnal Teknologi*. 8(II). Hlm. 936-943.
- Haroen. (1984). *Teknologi Untuk Bangunan Mesin Bahan-Bahan 1* (G.L.J Van Vliet. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Joko Septiawan.GE. (2013). *Perilaku Sifat Baja Karbon Sedang Dengan Pembakaran Arang Kayu dan Arang Tempurung Kelapa*. Padang. Universitas Negeri Padang.
- Kramer, Hans dan Scharnagl, johann. (1997). *Pengetahuan Bahan Untuk Industri*. Jakarta: Penebar Swadaya.