

**PENGARUH KARBURISING
TERHADAP
KEKERASAN SPROKET SEPEDA MOTOR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin
Program Studi Teknik Mesin**



Diajukan oleh :

RADEN MOCHAMAD JUNIANSYAH

NIM : 9 9 5 2 1 4 1 1 1

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA**

2006

**THE EFFECT OF CARBURIZING
ON MOTOR CYCLE SPROCKET HARDNESS**

FINAL PROJECT

**Reported as Partial Fulfillment of the Requirements
to Obtain the *Sarjana Teknik* Degree
in Mechanical Engineering**



By :

RADEN MOCHAMAD JUNIANSYAH

Student Number : 9 9 5 2 1 4 111

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY
SANATA DHARMA UNIVERSITY
YOGYAKARTA**

2006

TUGAS AKHIR
PENGARUH KARBURISING
TERHADAP
KEKERASAN SPROKET SEPEDA MOTOR

Disusun oleh :

Raden Mochamad Juniansyah

NIM : 995214111

NIRM : 990051123109120111

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Utama :



(Budi Setyahandana, S. T., M.T)

Tanggal : 22 Maret 2006

TUGAS AKHIR
PENGARUH KARBURISING
TERHADAP
KEKERASAN SPROKET SEPEDA MOTOR

Dipersiapkan dan ditulis Oleh :
Raden Mochamad Juniansyah
NIM : 995214111

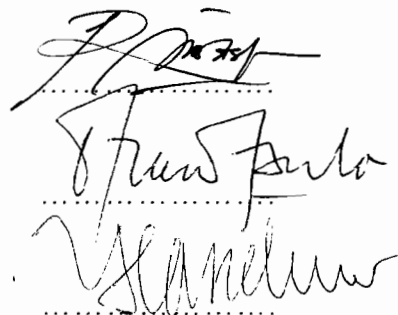
Telah dipertahankan di depan panitia penguji
Pada Tanggal 21 Maret 2006
dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji

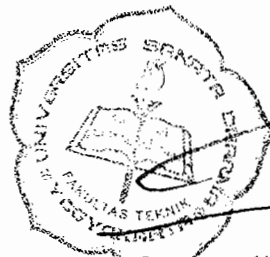
Ketua : Ir. Rines. M. T.

Sekretaris : Doddy Purwadianto. S. T., M. T.

Pembimbing Utama : Budi Setyahandana S. T., M. T.



Yogyakarta, 22 Maret 2006
Fakultas Teknik
Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta
Dekan



Ir. Greg. Heliarko, S.J., S.S., B.S.T., M.A., M.Sc.



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email :teknik@staff.usd.ac.id

TUGAS AKHIR/SKRIPSI PROGRAM S-1
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA

No: 448 / FT .USD / TM / September / 2004

NAMA : RM Juniansyah
NIM : 995214111
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
Judul TGA :
Selidiki pengaruh karburising terhadap kekerasan gear sepeda motor Honda.
(Beserta variasi waktu karburising)

Tanggal dimulai : 16 September 2004

Pembimbing II

Yogyakarta , 16 September 2004

Pembimbing I

Budi Setyahandana, S.T.,M.T.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk

- ❖ *Allah Swt atas rahmat dan berkahnya*
- ❖ *Ayahnda (Alm) dan Ibunda tercinta*
- ❖ *Kakak-kakakku tercinta*
- ❖ *Kasihku Fora*

Dan bagi mereka semua yang telah membantu, memperhatikan, dan mendorong penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Ini

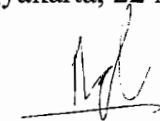
“Mengenali orang lain adalah satu kepintaran, mengenali diri sendiri adalah satu kebijaksanaan, menguasai orang lain adalah satu kekuatan dan menguasai diri sendiri adalah satu keyakinan”

“Dalam setiap masalah terdapat sebuah hikmah yang besar karena disitulah tempat tuk belajar”

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 Maret 2006



R.M. Juniansyah
NIM : 995214111

KATA PENGANTAR

Atas Berkat Rahmat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PENGARUH KARBURISING TERHADAP KEKERASAN SPROKET SEPEDA MOTOR”. Adapun Tugas Akhir ini diajukan adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin.

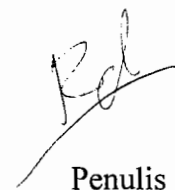
Pada Kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Greg Heliarko, SJ., SS., B.ST., M.A., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T., Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma.
3. Bapak Budi Setyahandana S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Martono dan Bapak Intan, selaku pegawai Laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma yang telah memnbantu dalam penelitian.
5. Orang tua tercinta, dan kakakku (Kakak dalam ; Emmi, Santi, Rini, Pandi, Aan), (Kakak luar ; Agus, miko, Robi, ical) Serta keponakan-keponakanku tercinta ; Puput, Papat, Edo, Icha, Deska, Lala and upi
6. Teman-teman yang telah memberikan tambahan informasi dan kritik yang membangun.

7. Sahabat serta teman seperjuanganku Hanz, Bob dan Yosep serta anak-anak kos klapa ijo.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulis hanyalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Saran dan kritik yang bersifat membangun masih penulis harapkan dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 22 Maret 2006



Penulis
R. M. Juniansyah

INTI SARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh karburising pada sproket sepeda motor terhadap kekerasan dan struktur mikronya. Sebagai bahan karburasi adalah arang kayu, soda makan, dan batu kapur.

Proses karburising dengan menggunakan pack karburising, yaitu benda yang akan dikarburising dikelilingi dengan campuran bahan-bahan arang kayu $\pm 70\%$, soda makan $\pm 20-25\%$, batu kapur $\pm 5\%$, kemudian dimasukkan kedalam oven dan dilakukan pemanasan pada temp $900-950\text{ }^{\circ}\text{C}$, proses karburising dengan waktu penahanan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, setelah hasil dari proses karburising dilakukan uji kekerasan Brinell dan analisa struktur mikro pada benda uji (sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan)

Hasil pengujian menunjukkan perubahan dengan waktu penahanan, dimana semakin tinggi waktu karburising (1-3 jam) semakin keras permukaan benda kerja dan juga semakin halus struktur yang terjadi. Pada inti butir berangsur-angsur mengecil, sehingga struktur ferrit tertutup oleh perlit sejalan dengan masuknya karbon.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN.....	iv
HALAMAN SOAL.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
INTI SARI.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xivi
DAFTAR GRAFIK.....	xvii

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Besi Dan baja.....	4
2.1.1 Besi.....	4
2.1.2 Baja.....	4
2.1.2. 1. Baja Berdasarkan Kandungan Karbon.....	5
2.1.2.2 Sifat-sifat Baja	8
2.1.2.3 Pengaruh spesifik unsure paduan pada baja.....	9
2. 2 Struktur mikro.....	12
2.2.1 Diagram Fasa Besi karbida.....	13
2. 3 Pengujian Bahan.....	16
2. 4 Perlakuan Panas.....	17
2.4.1 Quenc atau Hardening.....	17
2.4.1 Tempering.....	18
2.4.3 Normalising.....	18
2.4.4 Annealing.....	19
2. 5 Pengerasan Kulit.....	19
2.5.1 Perlakuan panas Kimia.....	20
2.5.2 Karburising.....	20
2.5.2.1 Difusi.....	21
2.5.2.2 Jenis Karburing.....	22
2.5.2.3 Proses Karburising Selektif.....	25
2.5.2.4 Tebal Lapisan Karburising.....	25

2.5.3 Nitriding.....	26
2.5.4 Cyaniding dan Karbonitriding.....	27
2.5.4.1 Cyaniding.....	27
2.5.4.2 Karbonitriding.....	27
2. 6 Dasar Teori Pengujian Kekerasan Brinell, Rockwel dan Vickers.....	28
2.6.1 Kekerasan Brinell.....	29
2.6.1.1 Perlengkapan Pengujian Brinell.....	30
2.6.1.2 Kekurangan Dari Pengujian Brinell.....	31
2.6.2 Pengujian Vickers.....	32
2.6.3 Pengujian Rockwell.....	32
2.6.3.1 Cara Pengujian Rockwell.....	33
2.6.3.2 Kekerasan Rockwell.....	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian.....	35
3.2 Bahan dan Peralatan.....	36
3.2.1 Bahan.....	36
3.2.2 Peralatan.....	39
3.3 Proses Perlakuan Panas.....	39
3.4 Proses Karburising.....	40
3.5 Pengujian Kekerasan.....	41
3.6 Pengamatan Struktur Mikro.....	42

3.7 Analisis Hasil.....	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Struktur Mikro.....	44
4.2 Proses Pengujian Kekerasan.....	53
V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram struktur mikro baja karbon.....	12
Gambar 2.2 Diagram keseimbangan besi karbon.....	15
Gambar 2.3 Daerah normalizing.....	19
Gambar 2.4 Alat uji Brinell.....	29
Gambar 2.1 Alat uji Rockwell.....	33
Gambar 3.1 Spesimen uji kekerasan dan struktur mikro.....	37
Gambar 3.2 Tabung sementasi.....	38
Gambar 3.3 oven.....	40
Gambar 3.4 Mikroskop struktur mikro.....	43
Gambar 4.1 Struktur mikro spesimen uji mula-mula gear original.....	44
Gambar 4.2 Struktur mikro spesimen uji mula-mula gear non ori kuning.....	45
Gambar 4.3 Struktur mikro spesimen uji mula-mula gear non ori putih.....	45
Gambar 4.4 Struktur mikro spesimen uji karburising 1 jam, gear original.....	46
Gambar 4.5 Struktur mikro spesimen uji karburising 2 jam, gear original.....	46
Gambar 4.6 Struktur mikro spesimen uji karburising 3 jam, gear original.....	47
Gambar 4.7 Struktur mikro spesimen uji karburising 1 jam non ori kuning.....	48
Gambar 4.8 Struktur mikro spesimen uji karburising 2 jam non ori kuning.....	48
Gambar 4.9 Struktur mikro spesimen uji karburising 3 jam non ori kuning.....	49
Gambar 4.10 Struktur mikro spesimen uji karburising 1 jam non ori putih.....	50
Gambar 4.11 Struktur mikro spesimen uji karburising 2 jam non ori putih.....	50
Gambar 4.12 Struktur mikro spesimen uji karburising 3 jam non ori putih.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tata Nama Baja Menurut SAE dan AISI.....	7
Tabel 2.2 Harga patokan beban uji.....	31
Tabel 3.1 Data Komposisi Kimia.....	36
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Spesimen Mula-mula.....	54
Tabel 4.2 Pengujian kekerasan setelah mengalami proses karburising jenis gear original.....	55
Tabel 4.3 Pengujian kekerasan setelah mengalami proses karburising jenis gear non original kuning.....	58
Tabel 4.4 Pengujian kekerasan setelah mengalami proses karburising jenis gear non original putih.....	61

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.2 Hasil pengujian kekerasan gear original.....	57
Grafik 4.3 Hasil pengujian kekerasan gear non original kuning.....	60
Grafik 4.4 Hasil pengujian kekerasan gear non original putih.....	63
Grafik 4.5 Perbandingan mula-mula.....	64
Grafik 4.6 Perbandingan karburising 1 jam.....	65
Grafik 4.7 Perbandingan karburising 2 jam.....	66
Grafik 4.8 Perbandingan karburising 3 jam.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sesuai dengan berkembangnya jaman serta dunia teknologi mempengaruhi keanekaragaman kebutuhan manusia. Penerapan teknologi dalam negara-negara industri semakin maju pesat. Hampir semua peralatan dan mesin-mesin industri serta komponen-komponennya dirancang sedemikian hingga agar dapat diketahui kekuatan maksimum dan umur pakainya. Oleh karena itu hal ini membutuhkan waktu penelitian dan ketelitian yang tinggi. Serangkaian proses kimia diperlukan untuk mendapatkan hasil dan penampilan bahan yang diinginkan. Seperti halnya pembuatan baja dengan segala sifat mekanik yang diinginkan, misalnya : keuletan, ketangguhan, kekerasan dan lain-lain.

Dalam tugas akhir ini penulis melakukan penelitian pengaruh karburising terhadap sproket sepeda motor terhadap uji kekerasan, dengan bahan pengarbonan berupa arang kayu. Benda uji mula-mula dinormalising dan benda uji yang akan dikarburising tersebut diuji kekerasan dan analisis struktur mikro, Uji kekerasan menggunakan cara Brinell. Hasil pengujian pada sproket yang sudah dikarburising dibandingkan dengan spesifik mula-mula.

1. 2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh lama karburising terhadap kekerasan sproket sepeda motor Khususnya produk Honda.
- 2 Mengetahui pengaruh lama karburising terhadap analisis struktur mikro.

1. 3. Batasan Masalah

Judul dari Tugas Akhir yang penulis susun sebenarnya bisa mencakup permasalahan yang luas. Maka agar pembahasannya tidak terlalu banyak dan lebih terarah, maka penulis memberikan batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sproket sepeda motor Honda jenis original dan non original (2 jenis).
2. Proses karburisasi dilakukan menggunakan metode Pack Karburising (proses karburising dengan menggunakan media padat). Benda kerja yang akan dikarburisasi dimasukkan ke dalam tabung sementasi yang berisi campuran arang kayu 70 % berat, sodium carbonat (soda makan) 25 % berat, dan calcium carbonat 5 % berat. Kemudian dimasukan ke dalam tungku pada suhu 900 °C dan ditahan selama 1, 2, dan 3 jam.
3. Pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan metode Brinell.
4. Dilakukan pengamatan struktur mikro.

1. 4. Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini akan dibagi dalam beberapa bagian, yaitu :

1. Bab I membahas mengenai latar belakang penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab II membahas mengenai tinjauan pustaka yang berisi klasifikasi besi dan baja, sifat-sifat baja, pengaruh unsur spesifik pada baja, struktur mikro besi dan baja, jenis-jenis pengujian, dan perlakuan panas yang dilakukan.
3. Bab III membahas mengenai metode penelitian yang berisi skema penelitian, bahan yang digunakan, alat-alat yang digunakan, proses perlakuan panas, pengujian bahan, dan analisis struktur mikro.
4. Bab IV membahas mengenai hasil penelitian dan pembahasan yang berisi perhitungan kekerasan Brinell untuk masing-masing benda uji beserta grafiknya, dan foto stroktur mikro dari masing-masing benda uji.
5. Bab V membahas mengenai kesimpulan yang diambil dari perhitungan dan data yang ada, serta saran-saran yang diajukan oleh penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Besi dan Baja

Bahan dari gear adalah baja, karena Baja merupakan bahan yang paling banyak digunakan dan mempunyai sifat-sifat yang bervariasi, yaitu sifat paling lunak sampai yang paling keras.

Baja merupakan paduan dari besi dan karbon (zat arang). Besi (Fe) adalah elemen metal dan karbon (C) yang dapat kita peroleh melalui bijih besi hasil dari penambangan dan di lebur dalam dapur tinggi.

2.1.1. Besi

Besi merupakan elemen logam penyusun utama pada baja. Pada suhu 1539°C, besi cair mulai membeku. Pada pendinginan selanjutnya, larutan padat menunjukkan titik henti pada 1400 °C dan pada suhu ini besi mengalami perubahan susunan kristal. Besi pada suhu 1539 – 1400 °C disebut besi dengan susunan δ . Besi dengan suhu 1400 – 910°C disebut dengan susunan γ . Besi dengan suhu 910 – 768 °C disebut besi β . Besi dengan suhu 768°C sampai suhu kamar disebut besi α .

2.1.2. Baja

Dalam hal ini untuk mendapatkan baja maka ada beberapa proses yang harus dilakukan dalam proses peleburan bijih besi yang merupakan hasil tambang yang dilebur dalam dapur tinggi untuk mendapatkan besi mentah (*pig iron*).

Besi mentah hasil dapur tinggi masih mengandung unsur-unsur C, Si, Mn, P dan S dengan jumlah yang cukup besar. Kandungan-kandungan unsur tersebut perlu dikurangi agar diperoleh baja yang sesuai dengan keinginan. Proses pembuatan baja dapat diartikan sebagai proses yang bertujuan untuk mengurangi kadar C, Si, Mn, P, dan S dari besi mentah lewat proses oksidasi peleburan.

2.1.2.1. Baja Berdasarkan Kandungan Karbon

Berdasarkan kadar karbon baja dibagi menjadi 3 yaitu:

a. Baja karbon rendah (<0,3%)

Semakin sedikit unsur karbon yang ada maka semakin mendekati sifat besi murni. Baja karbon rendah ditinjau dari kekuatannya memiliki sifat sedang, liat, serta tangguh. Baja ini mudah di mesin dan mampu las. Untuk memperoleh kekerasan pada permukaan salah satunya dengan cara karburising.

b. Baja karbon sedang (0,3% - 0,6%)

Baja ini lebih keras dari baja karbon rendah, dan sifatnya juga lebih kuat dan tangguh tetapi kurang liat. Sifat baja karbon sedang dapat diubah dengan cara heat treatment. Pembentukannya dengan cara ditempa.

c. Baja karbon tinggi (0,6% - 1,4%)

memiliki sifat lebih keras tapi kurang liat dan tangguh. Untuk mempertinggi ketahanan terhadap aus dengan cara heat treatment.

Untuk mengurangi sifat getasnya di *temper*. Baja jenis ini dipergunakan untuk pegas, alat-alat pertanian dan lain-lain.

AISI (*American Iron and Steel Institute*) dan SAE (*Societi of Automotive Engineers*) memberi kode untukbaja karbon biasa dengan seri 10xx. Dua angka terakhir menunjukkan kandungan karbon (C) dalam baja tersebut. Sebagai contoh : seri 1050 berarti baja karbon dengan kandungan C sebesar 0,50 % berat. Seri 1080 berarti baja karbon dengan kandungan karbon sebesar 0,80 % berat.

Tabel 2.1 Tata Nama Baja Menurut SAE dan AISI
(Sumber Viktor Malau, Diktat Bahan Teknik Manufaktur)

	Elemen Tambahan	Seri	Elemen Tambahan
10xx	Baja karbon tanpa S dn P	48xx	Ni : 3,50 % Mo : 0,25 %
11xx	Baja karbon dengan S	51xx	Cr : 0,8 %
12xx	Baja karbon dengan S dan P	514xx	Corrosion and resisting steels
13xx	Mn : 1,6-1,9 %	515xx	Corrosion and resisting steels
23xx	Ni : 3,50 %	52xx	Cr : 1,5 %
25xx	Ni : 5 %	61xx	Cr : 0,78 % V : 0,13 %
31xx	Ni : 1,25 % Cr : 0,60 %	86xx	Ni : 0,55 % Cr : 0,50 % Mo : 0,20 %
32xx	Ni : 1,75 % Cr : 0,60 %	87xx	Ni : 0,55 % Cr : 0,50 % Mo : 0,25 %
33xx	Ni : 3,50 % Cr : 1,55 %	88xx	Ni : 0,55 % Cr : 0,50 % Mo : 0,25 %
34xx	Ni : 3,50 % Cr : 1,50 %	92xx	Mn : 0,80 % Si : 2,00 %
303xx	Corrosion and heat resisting steels	93xx	Ni : 3,25 % Cr : 1,20 % Mo : 0,12 %
40xx	Mo : 0,25 %	94xx	Mn : 0,95-1,25 % Ni : 0,45 % Cr : 0,40 % Mo : 0,20 %
41xx	Cr : 1,00 % Mo : 0,2 %	97xx	Ni : 0,55 % Cr : 0,17 % Mo : 0,20 %
43xx	Ni : 1,83 % Cr : 0,80 % Mo : 0,25 %	98xx	Ni : 1,00 % Cr : 0,80 % Mo : 0,25 %
46xx	Ni : 1,75 % Mo : 0,25 %		

2.1.2.2. Sifat-sifat baja

1. Malleability / dapat ditempa

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat dengan mudah dibentuk, baik dalam keadaan dingin maupun panas tanpa terjadi retak (misal menggunakan hammer atau dirol).

2. Ductility / ulet

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat dibentuk dengan tarikan tanpa menunjukkan gejala putus.

3. Toughness / ketangguhan

Adalah kemampuan suatu logam untuk dibengkokkan beberapa kali tanpa mengalami retak

4. Hardness / kekerasan

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat menahan penetrasi logam lain

5. Strength / kekuatan

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat menahan gaya yang bekerja atau kemampuan untuk menahan deformasi

6. Weldability / mampu las

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat mudah dilas, baik menggunakan las listrik, karbit, atau gas.

7. Corrosion resistance / tahan korosi

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat menahan korosi atau karat akibat kelembaban udara, zat-zat kimia, dan lain-lain.

8. Machinability / mampu mesin

Adalah kemampuan suatu logam untuk dapat dikerjakan dengan mesin (misal mesin bubut, frais, dan lain-lain).

9. Elasticity / kelenturan

Adalah kemampuan suatu logam untuk kembali ke bentuk semula tanpa mengalami deformasi plastis yang permanen.

10. Brittleness / kerapuhan

Adalah sifat logam yang mudah retak dan pecah. Sifat ini berhubungan dengan kekerasan dan merupakan kebalikan dari ductility.

2.1.2.3 Pengaruh spesifik unsur paduan pada baja

a. Unsur paduan Sulfur (S) dan Phospor (P)

Semua baja mengandung unsur S dan P. Unsur-unsur S dan P ini sebagian berasal dari kotoran terbawah biji besi sebelum diolah dalam dapur tinggi. Kadar S dan P harus dibuat sekecil mungkin karena unsur S dan P akan menurunkan kualitas dari baja. Kadar S dalam jumlah banyak menjadikan baja rapuh pada suhu tinggi (panas) sedangkan unsur P menjadikan baja rapuh pada

suhu rendah (dingin). Kadang-kadang unsur P perlu ditambahkan pada baja agar mudah dikerjakan dengan mesin perkakas dan juga untuk mendapatkan ukuran tatal lebih kecil ketika dikerjakan dengan mesin otomatis.

b. Unsur paduan Mangan (Mn)

Semua baja mengandung mangan, karena mangan sangat diperlukan dalam pembuatan baja. Kadar mangan lebih kecil dari 0,6 % tidak dianggap sebagai unsur paduan karena tidak mempengaruhi sifat baja secara menyolok. Unsur mangan dalam proses pembuatan baja berfungsi sebagai deoksider (pengikat O_2) sehingga proses peleburan dapat berlangsung secara baik. Kadar mangan rendah dapat juga menurunkan kecepatan pendinginan kritis.

c. Unsur paduan Nikel (Ni)

Unsur nikel memberi pengaruh yang sama, yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis. Apabila kadar Ni cukup banyak maka akan menjadikan baja *austenit* pada suhu kamar. Ni membuat struktur butiran halus menaikkan keuletan baja.

d. Unsur pada Silikon (Si)

Unsur silikon selalu terdapat dalam baja. Unsur silikon menurunkan laju perkembangan gas sehingga mengurangi sifat berpori baja. Silikon akan menaikkan tegangan tarik baja dan menurunkan pendinginan kritis. Unsur silikon harus selalu ada dalam baja walaupun dalam jumlah yang sangat kecil

hal ini dikarenakan akan memberikan sifat mampu las dan mampu tempa pada baja.

e. Unsur paduan Cromium (Cr)

Unsur cromium dapat memindahkan titik *eutektik* ke kiri. Cromium dan karbon akan membentuk carbide yang akan menaikkan kekerasan baja. Cromium akan menaikkan kemampuan potong dan daya tahan alat perkakas, tetapi menurunkan keuletan. Cromium akan menurunkan kecepatan pendinginan kritis dan menaikkan suhu kritis baja.

f. Unsur paduan Cobalt (Co)

Pada umumnya unsur cobalt digunakan bersama-sama unsur paduan lainnya. Cobalt menaikkan daya tahan aus dan menghalangi pertumbuhan butiran.

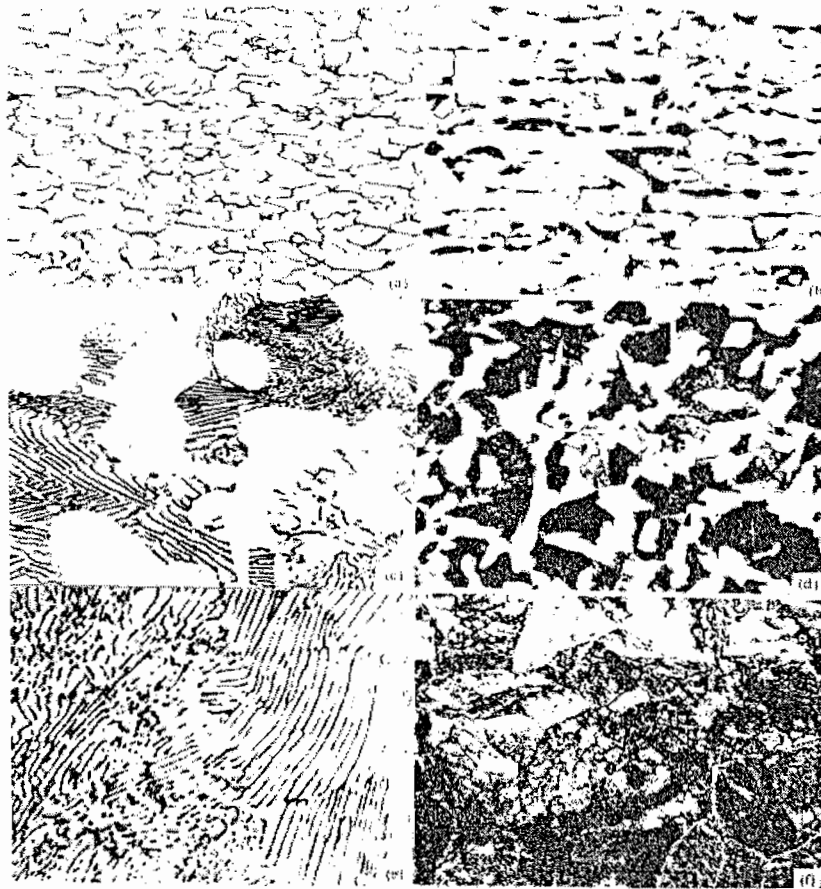
g. Unsur paduan Tungstem (W), Molibden (Mo), Vanadium (V)

Seperti Cr, unsur-unsur ini akan membentuk carbide dalam baja yang akan menaikkan kekerasan, kemampuan potong dan daya tahan aus baja. Unsur-unsur ini juga memberikan daya tahan panas pada alat perkakas yang bekerja dengan kecepatan tinggi. Unsur-unsur ini tidak begitu mempengaruhi kecepatan pendinginan baja tetapi menaikkan titik eutektik baja. Unsur paduan ini terutama digunakan pada pahat baja HSS (High Speed Steel).

h. Karbon (C)

Karbon merupakan unsur utama pada baja. Dengan Fe maka akan membentuk Fe_3C (sementit). Peningkatan kadar karbon akan menambah kekerasan baja. Di atas 0,83 % C, kekuatan baja akan turun, meskipun kekerasan baja bertambah.

2.2. Struktur Mikro



Gambar 2.1. Diagram Struktur Mikro Baja Karbon

(Sumber : Tata Surdia, Shinroku Saito, Pengetahuan Bahan Teknik hal 71)

Perubahan-perubahan yang diakibatkan perbedaan kadar karbon (gambar 2.1). Dengan naiknya kadar karbon (%C), maka bertambah besar pula noda flek hitam (flek perlit), akibat dari itu berkurang pula flek putih (ferrit = besi murni). Pada saat kadar karbon mencapai 0,85% maka besi dalam keadaan jenuh terhadap karbon. Struktur seperti itu disebut perlit lamellar, yaitu campuran yang sangat halus dan berbentuk batang-batang kristal. Campuran kristal tersebut terdiri dari ferrit dan sementit. Apabila kadar karbon nilainya bertambah besar, maka sementit akan berkurang dan flek-flek perlit akan bertambah.

2.2.1. Diagram Fasa Besi Karbida

Pada paduan besi karbon terdapat fasa karbida yang disebut *sementit* dan juga *grafit*. Grafit lebih stabil daripada sementit.

Titik-titik penting pada diagram ini adalah :

A : Titik cair besi

B : Titik pada cairan yang ada hubungannya dengan reaksi *peritektik*.

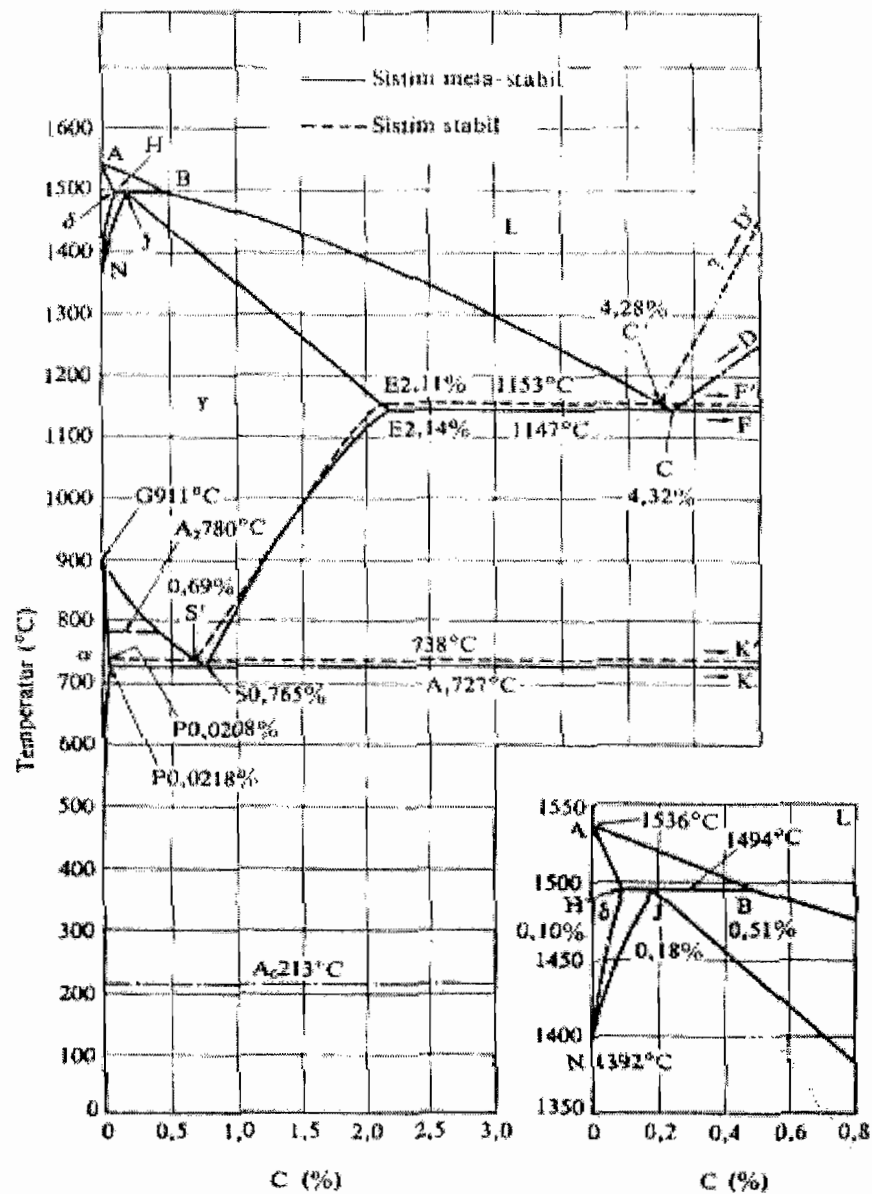
H : Larutan pada δ yang ada hubungannya dengan reaksi *peritektik*.

Kelarutan maksimum adalah 0,10%.

J : Titik *peritektik*. Selama pendinginan *austenit* pada komposisi J, fasa γ terbentuk dari larutan padat δ pada komposisi H dan cairan pada komposisi B.

N : Titik transformasi dari besi δ dan ke besi γ , titik transformasi A_4 dari besi murni.

- C : Titik *eutektik*, selama pendinginan fasa γ dengan komposisi E dan *sementit* pada komposisi F (6,67% C) terbentuk dari cairan pada komposisi C. Fasa *eutektik* ini disebut *ledeburit*.
- E : Titik yang menyatakan fasa γ , ada hubungan dengan reaksi *eutektik*. Kelarutan maksimum dari karbon 2,14%. Paduan besi karbon sampai komposisi ini disebut baja.
- G : Titik transformasi besi γ dari dan ke besi α . Titik transformasi A_3 untuk besi.
- P : Titik yang menyatakan ferit, fasa α , ada hubungan dengan reaksi *eutectoid*. Kelarutan maksimum dari karbon kira-kira 0,02%.
- S : Titik *eutectoid*. Selama pendinginan, ferit pada komposisi P dan *sementit* pada komposisi K (sama dengan F) terbentuk simultan dari *austenit* pada komposisi S. Reaksi *eutectoid* ini dinamakan reaksi A_1 dan fasa *eutectoid* ini disebut *perlit*.
- GS : Garis yang menyatakan hubungan antara temperatur dengan komposisi, dimana mulai terbentuk ferit dari *austenit*. Garis ini dinamakan garis a_3 .
- ES : Garis yang menyatakan hubungan antara temperatur dengan komposisi, dimana mulai terbentuk *sementit* dari *austenit*. Garis ini dinamakan garis A_{cm} .
- A_2 : Titik transformasi *magnetic* untuk besi atau ferit.
- A_0 : Titik transformasi *magnetic* untuk *sementit*.



Gambar 2.2. Diagram Keseimbangan Besi Karbon

Sumber : Tata Surdia, Shinroku Saito, (Pengetahuan Bahan Teknik 1987, Hal. 70).

Baja yang berkadar karbon sama dengan komposisi eutektoid dinamakan baja eutektoid. Yang berkadar karbon kurang dari komposisi eutektoid dinamakan baja hypoeutektoid. Sedangkan yang berkadar karbon lebih dari komposisi eutektoid dinamakan baja hypereutektoid.

2.3. Pengujian Bahan

Pengujian bahan dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan, seperti :

1. Sifat mekanis
2. Sifat fisis
3. Sifat kimia.

Pengujian mekanis dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pengujian yang bersifat tidak merusak (non destruktif) dan pengujian yang bersifat merusak benda uji (destruktif) seperti uji tarik, uji impact, uji kelelahan, dan uji kekerasan.

Dalam penulisan ini yang digunakan adalah uji kekerasan Brinell dan analisis struktur mikro. Maka untuk pengujian yang lain tidak dibahas, sehingga dalam penulisan ini hanya mencakup proses pengujian dan penelitian sebagai berikut :

- a. Normalising
- b. Karburising
- c. Pengujian kekerasan
- d. Analisis struktur mikro

2.4. Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas pada baja dimaksudkan untuk memberikan sifat-sifat yang lebih baik dengan proses baja dipanaskan sampai suhu tertentu dalam waktu tertentu, serta proses pendinginannya dengan cara tertentu pula. Pemanasan baja menggunakan dapur yang pada umumnya berupa dapur listrik atau dapur gas.

Perlakuan panas pada baja dapat berupa :

Quenching atau Hardening

Tempering

Normalising

Annealing

2.4.1. Quenching atau Hardening

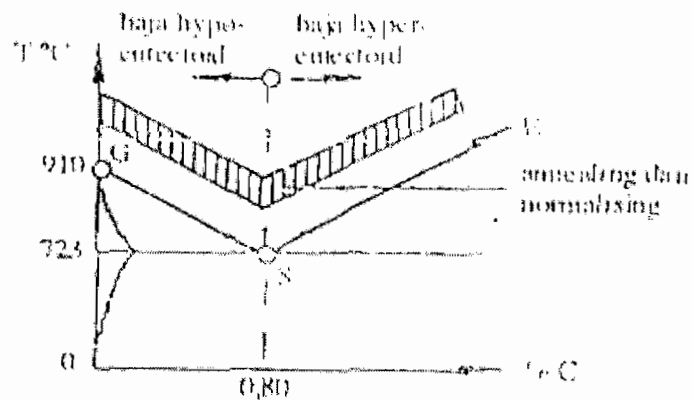
Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja di atas suhu kritis dan ditahan dalam waktu tertentu kemudian didinginkan secara cepat. Baja yang sudah diquenching mempunyai struktur martensit yang dapat membuat baja menjadi lebih keras. Hal ini juga menaikkan tegangan dalam sehingga baja menjadi getas. Media yang digunakan sebagai pendingin dapat berupa air, soda, solar, oil, dan minyak tergantung dari jenis baja dan lamanya pemanasan. Perlakuan panas ini bertujuan untuk membuat baja menjadi keras.

2.4.2. Tempering

Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja di bawah suhu kritis dalam waktu tertentu dan kemudian didinginkan secara perlahan (dilakukan di luar tungku dengan laju pendinginan 150 - 200°C). Tujuan dari proses tempering adalah untuk mengurangi tegangan dalam dan mengubah susunan, sehingga menghasilkan baja yang lebih ulet dan lunak. Perlakuan panas ini biasanya dilakukan pada baja yang sudah mengalami proses quenching.

2.4.3. Normalising

Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja di atas suhu titik ubah atas. Baja dipanaskan perlahan sampai suhu pemanasan yang terletak di antara 20 - 30°C di atas suhu pengerasan dan ditahan beberapa saat kemudian didinginkan perlahan. Perlakuan ini bertujuan untuk memperbaiki atau menghilangkan struktur butiran kasar pada baja. Dengan kata lain normalising bertujuan untuk mengembalikan struktur baja ke keadaan normal.



Gambar 2.3. Daerah normalising

(Sumber : Viktor Malau, Diktat Bahan Teknik Manufaktur)

2.4.4. Annealing

Proses ini dilakukan dengan memanaskan baja pada suhu 30 - 50°C di atas garis GSE pada diagram Fe-C. Baja hypoeutectoid dipanaskan pada suhu 30 - 50°C di atas garis GS. Sedangkan baja hypereutectoid dipanaskan pada suhu 30 - 50°C di atas garis SE pada diagram Fe-C. Proses annealing bertujuan untuk membuat baja menjadi lebih plastis dan liat. Sehingga baja yang keras dapat dikerjakan melalui permesinan atau pengerjaan dingin.

2.5. Pengerasan kulit

Beberapa komponen mesin mempunyai permasalahan bukan hanya dalam soal keuletan tetapi juga dalam kelelahan yang disebabkan keausan permukaan tegangan yang bolak-balik seperti pada roda gigi. Sehingga langkah yang harus dilakukan dalam mengatasi kesukaran tersebut perlu memberikan kekerasan yang

lebih tinggi pada permukaan. Yaitu dengan cara pengerasan kulit hal tersebut dapat diatasi, yaitu dengan cara Pengarbonan, Penitridan, pengerasan permukaan dengan frekwensi tinggi atau dengan nyala api dan sebagainya.

2.5.1. Perlakuan Panas Kimia (*Chemical Heat Treatment*)

Chemical heat treatment pada baja merupakan proses pemanasan baja dengan menambahkan zat-zat tertentu. Cara ini akan menaikkan kekerasan permukaan dan lebih tahan terhadap keausan.

Jenis-jenis chemical heat treatment :

1. Karburising
2. Nitriding
3. Cyaniding dan carbonitriding
4. Diffusion coating

2.5.2. Karburising

Adalah proses pengerasan permukaan baja dengan karbon lewat pemanasan baja pada suhu antara 850 - 950 °C.

Tujuan dari karburising adalah :

- a. Menambah kandungan karbon serta meningkatkan ketahanan aus pada permukaan logam.
- b. Meningkatkan ketahanan terhadap pembebanan yang tiba-tiba.
- c. Meningkatkan karakteristik dari logam.

Yang patut dipertimbangkan dalam proses ini adalah proses karburasi menghasilkan kemungkinan deformasi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan proses pengerasan yang diperoleh melalui penyepuhan (quenching). Proses karburasi adalah proses perlakuan termokimia.

Pada umumnya diterapkan pada jenis baja yang tidak mudah dikeraskan. Dengan demikian agar baja tersebut dapat dikeraskan permukaannya, perlu dilakukan perubahan komposisi dari baja yang bersangkutan. Perubahan komposisi baja dengan jalan melarutkan karbon pada permukaan baja. Dengan cara seperti itu, komposisi pada permukaan baja akan berkisar antara 0,3 – 0,9% C. Di atas 0,9% C harus dihindari karena dapat menimbulkan penggetasan dan bahkan pengelupasan.

2.5.2.1. Difusi

Dalam hal ini faktor yang sangat penting dalam proses karburising adalah difusi, sehingga yang berpengaruh adalah suhu dan waktu. Apabila suhu karburasi makin tinggi, makin tebal pula lapisan karburasi karena kecepatan difusi makin tinggi. Proses karburasi yang baik adalah yang menghasilkan gradien komposisi dari luar ke dalam. Dengan adanya gradien komposisi, maka pengelupasan dapat dicegah. Agar gradien komposisi dari karbon dapat diperoleh, perlu dipertimbangkan suatu periode difusi dimana pada saat tersebut pemasokan karbon sudah dihentikan, tetapi pada beberapa saat benda kerja masih tetap pada temperatur karburasi untuk “menyempurnakan” difusi pada karbon.

Dari uraian terlihat bahwa tebal lapisan karburasi yang berarti jarak dari permukaan logam ke suatu konsentrasi karbon tertentu sangat tergantung pada suhu proses, konsentrasi karbon medium yang digunakan dan kadar karbon yang dimiliki oleh baja yang diproses.

2.5.2.2. Jenis karburising

Dalam hal ini Proses karburising hanya menggunakan :

a. Medium padat :

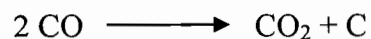
Proses karburising menggunakan medium padat disebut juga dengan pack karburising.

Pada waktu pemanasan, oksigen dari udara bereaksi dengan karbon dari medium membentuk karbon monoksida sesuai dengan persamaan kimia sebagai berikut :



Sehingga pada saat suhu proses bertambah tinggi, kesetimbangan reaksi bergeser ke sebelah kanan,

sehingga kadar gas CO bertambah banyak pada permukaan baja :



Maka atom karbon yang dihasilkan dari reaksi di atas kemudian larut dalam fasa austenit dan berdifusi. Sedangkan CO₂ yang dihasilkan dari reaksi di atas

bereaksi kembali dengan karbon yang terdapat pada medium diikuti kembali dengan penguraian CO pada permukaan logam dan seterusnya.

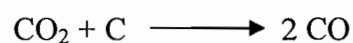
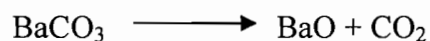
Proses pembentukan gas CO₂ dan CO seperti yang diuraikan di atas, berlangsung sangat lambat. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dalam medium perlu ditambahkan katalisator. Katalisator yang dapat digunakan dalam proses ini adalah : BaCO₃, BaCl, BaO, CaO, K₂CO₃, Na₂CO₃, K₂SO₄, dan K₄Fe (CN)₆.

Dalam prakteknya, katalisator yang biasa digunakan adalah BaCO dan K₄Fe (CN)₆. Sedangkan bahan mediumnya adalah arang kayu.

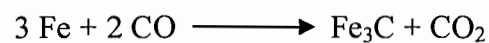
Komposisi arang kayu dengan katalisator yang utama adalah sebagai berikut :

- Arang kayu 75% berat
- Barium Karbonat 25% berat
- Kalium Ferosianid 5% berat

Pada suhu proses yang tinggi, katalisator berfungsi untuk mempercepat pembentukan gas CO seperti ditunjukkan pada reaksi berikut :



Gas CO yang terjadi kemudian larut ke dalam fasa austenit atau bereaksi dengan Fe sebagai berikut :



Gas CO yang terbentuk dari reaksi di atas kemudian bereaksi dengan BaO dan membentuk BaCO₃. Dengan demikian BaCO₃ senantiasa ada selama proses, sehingga reaksi-reaksi dapat berjalan terus.

Adapun langkah-langkah dari proses karburising dan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Medium karburising harus memiliki daya hantar panas yang baik agar temperatur dapat terdistribusi dengan baik dalam waktu yang singkat.
- b. Jika terjadi perubahan volume harus sekecil mungkin, agar benda kerja tetap diselaputi oleh medium selama proses berlangsung.
- c. Harus kering
- d. Memiliki mampu regenerasi yang baik.
- e. Diameter medium (arang kayu) diusahakan sehalus mungkin. Pada umumnya ukuran butiran medium harus mampu “menutupi” permukaan benda kerja dengan sempurna. Umumnya ukuran butiran medium berkisar antara 1,5 sampai 6 mm.

Pada pack karburising, benda kerja yang akan diproses diletakkan di dalam kotak atau tabung sementasi. Kotak atau tabung sementasi harus memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. Harus rapat sehingga tidak memungkinkan adanya kebocoran dari gas yang terbentuk.

- b. Tahan pada suhu untuk waktu yang lama.
- c. Memiliki sifat mekanik yang memadai sehingga tidak terjadi perubahan bentuk pada saat mengalami pemanasan dalam waktu yang cukup lama.
- d. Relatif ringan.



2.5.2.3. Proses karburising selektif

Dalam praktek, ada kalanya beberapa bagian dari benda kerja tidak memerlukan pelapisan. Untuk itu, perlu direncanakan suatu lapisan yang dapat mencegah berlangsungnya proses karburising.

Cara ini sangat cocok diterapkan pada proses karburasi dengan media padat dan gas. Dengan media cair biasanya lapisan pencegah mudah rusak. Media yang umum digunakan sebagai bahan lapisan pelindung adalah :

Pasta pelindung. Biasanya berupa campuran serbuk tembaga dengan jenis vernis. Daya rekatnya baik, tetapi tidak cocok digunakan pada medium gas dan cair.

Pelapisan tembaga dengan proses elektrolisa. Cara ini sangat baik, tetapi memerlukan persiapan pelapisan yang cermat dan hasil pelapisan tembaga harus bebas pori. Tebal lapisan tembaga tergantung pada lama proses karburasi.

2.5.2.4. Tebal lapisan karburising

Tebal lapisan karbon yang terbentuk pada permukaan baja tergantung pada lama pemanasan yang dilakukan dengan tebal lapisan bervariasi dari 0,5 – 2 mm

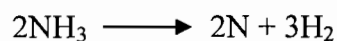
dengan laju pelapisan 0,1 mm/jam. Karburising ini akan menaikkan kadar karbon pada lapisan permukaan baja sekitar 0,75 – 1,2 %. Proses karburising tidak dapat dilakukan pada sembarang baja, tergantung pada kadar karbon yang terdapat di dalam baja tersebut. Biasanya karburising ini dilakukan pada baja karbon rendah.

Tebal lapisan karburising tergantung pada :

- a. Fungsi benda kerja, yaitu dengan memperhitungkan besarnya tekanan yang akan dialami, besarnya harga keausan yang diijinkan, dan bentuk benda kerja.
- b. Jenis baja yang diproses, untuk tekanan yang sama, ukuran ketebalan lapisan yang diperkeras dapat menjadi lebih kecil jika digunakan jenis baja yang memiliki ketahanan yang lebih besar.
- c. Besarnya lapisan yang akan dihilangkan melalui proses permesinan.

2.5.3. Nitriding

Proses pelapisan permukaan baja dengan nitrogen (N_2 yang diambil dari gas amoniak NH_3) lewat pemanasan baja pada suhu 480 - 650 °C.



Tebal lapisan dapat mencapai 0,2 - 0,4 mm. Dengan nitriding ini, permukaan baja akan tahan aus, tegangan fatigue naik, tahan karat (dalam air, udara, dan uap air). Nitriding biasanya dilakukan pada baja dengan kadar karbon sedang dan juga pada baja paduan Al, Cr, dan Mo. Proses nitriding ini lebih lambat dibandingkan

dengan proses karburising. Kelemahan proses nitriding adalah biaya proses mahal. Nitriding biasa dilakukan pada bubungan (cam), poros bubungan (cam shaf), roda gigi, pena piston, piston, poros, dan katup.

2.5.4. Cyaniding dan karbonitriding

2.5.4.1. Cyaniding

Proses pengerasan permukaan yang menggunakan penambahan Nitrogen. Tebal lapisan yang terbentuk berkisar antara 0,1 – 0,2 mm. Proses ini dapat menaikkan kekerasan permukaan, tahan gesek, dan batas leleh meningkat. Proses ini digunakan terutama digunakan pada elemen mesin yang berukuran kecil, seperti roda gigi, piston, pin, poros, dan lain-lain.

Terdapat 3 jenis variasi suhu pada proses ini :

- a. Cyaniding pada temperatur rendah (550 - 600°C)
- b. Cyaniding pada temperatur sedang (800 - 850°C)
- c. Cyaniding pada temperatur tinggi (900 - 950°C)

2.5.4.2. Karbonitriding

Proses Pengerasan permukaan ini merupakan kombinasi dari cara pengkarbonan dengan media gas. Tebal lapisannya 0,6 mm. Dalam proses ini Nitrogen berfungsi sebagai elemen paduan untuk permukaan benda kerja yang dikeraskan. Pada prinsipnya carbonitriding lebih menyerupai karburising daripada

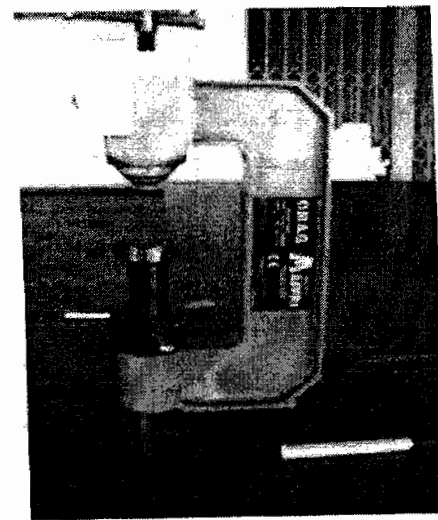
nitriding. Karena temperatur untuk perlakuan panasnya hampir sama dengan yang dipakai pada karburising yaitu 700 - 900°C. Sesudah proses ini selesai, benda kerja harus diquenching. Proses ini lebih lambat dari cyaniding.

2.6. Dasar Teori Pengujian Kekerasan brinell, Rokwell dan Vickers

Pengujian kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi. Pengujian uyang paling banyak dipakai ialah denga menekankan penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk diatasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan penekanan.

2.6.1. Kekerasan Brinell

Pengujian dilakukan dengan metode Brinell. Pengujian kekerasan Brinell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja yang ditekankan pada permukaan material uji.



Gambar 2.4. alat uji kekerasan brinell

Sebagai dasar Angka kekerasan Brinell dapat diketahui menggunakan persamaan, (dieter, E. George, Metalurgi Mekanik edisi 3, hal 329) :

$$\text{BHN} = \frac{P}{\frac{\pi}{2} \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

keterangan notasi :

BHN = angka kekerasan Brinel (kg/mm^2)

P = beban yang diberikan pada indenter / gaya penekan (kg)

D = diameter indenter (mm)

d = diameter lubang bekas injakan (mm).

Catatan :

$d_{\min} = 0,25.D$

$d_{\max} = 0,5.D$

2.6.1.1 Perlengkapan pengujian kekerasan Brinell :

Benda tekan berupa bola baja yang dikeraskan. Jika bola baja mengalami deformasi atau kerusakan, maka hasil pengujian tidak dapat diterima. Bola baja yang rusak tersebut harus diganti dengan yang baru.

Beban uji dipilih sedemikian rupa sehingga garis tengah luka tekan tidak lebih kecil daripada $0,25.D$ (sukar diukur) dan tidak lebih besar daripada $0,5.D$.

Proses pengujian :

1. Bola baja disinggungkan pada permukaan material uji, kemudian diberi beban tegak lurus terhadap permukaan tersebut, bebas hentakan (beban kejut), dan secara sedemikian rupa berangsur-angsur sehingga beban uji tercapai dalam waktu 15 detik.

Lama pengujian (pembebanan uji) :

- 15-30 detik, untuk semua jenis baja

2. Pada umumnya pusat tempat pengujian berjarak sekurang-kurangnya 2.d dari tepi material uji dan jarak tempat pengujian yang satu terhadap yang lain sekurang-kurangnya 3.d.

Percobaan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak ada hal-hal yang menyebabkan kekeliruan hasil pengujian.

Tabel 2.2. Harga patokan beban uji

Garis tengah bola uji D (mm)	Tebal material pada tempat pengujian (mm)	Beban P (kg)			
		Baja dan besi tuang $P = 30.D^2$	Brons, tembaga keras, kuningan keras $P = 10.D^2$	Material ringan, paduan metal ringan $P = 5.D^2$	Metal lunak $P = 2,5.D^2$
10	6	3000	1000	500	250
5	3	750	250	125	62,5
2,5	3	187,5	62,5	31,25	15,6

2.6.1.2. Kekurangan Dari Pengujian Brinell

- Bila bola baja kurang keras maka pengujian kurang tepat.
- Bekas injakan kadang-kadang terlalu besar.
- Disekitar bekas penekanan terjadi kenaikan permukaan benda uji sehingga mengurangi ketelitian pengukuran bekas injakan.

2.6.2 Pengujian Vickers

Pengujian dilakukan dengan mesin uji Vickers mikro. Beban penekanan adalah 1 kg. Hasil pengujian berupa panjang diagonal bekas injakan, dari panjang tersebut dapat dihitung angka kekerasannya dengan persamaan sebagai berikut (Dieter, E. George, Metalurgi Mekanik edisi 3, hal 334) :

$$\text{VHN} = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

Dengan :

P = Beban yang bekerja pada penetrator (kg)

d = diagonal bekas injakan (mm)

2.6.3 Pengujian Rokwell

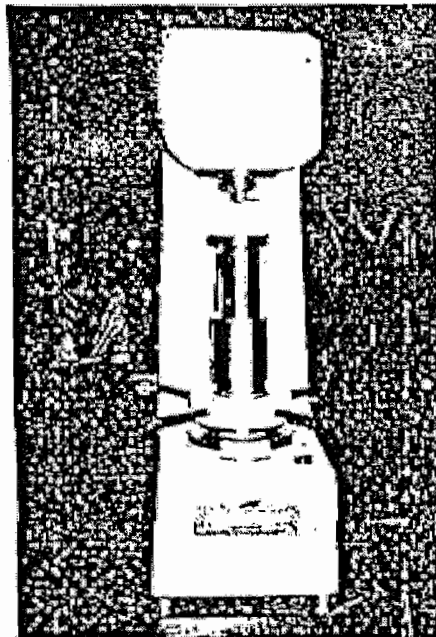
Penetrator yang digunakan :

- a. bola baja dikeraskan dengan diameter 1/16 inchi, yang dinyatakan dengan skala B (ball) atau kekerasan RB.
- b. Kerucut intan dengan sudut puncak 120° C dengan pembulatan pada ujungnya dengan radius pembulatan 0,2 mm selanjutnya dinyatakan dengan skala corner (C)

2.6.3.1 Cara pengujian Rockwell :

1. Mengukur dalam nya penetrator masuk kedalam benda uji (bukan luas penampang injakan)
2. Menggunakan beban awal dan beban utama, maka kekerasan benda uji dimulai saat penggunaan beban utama.
3. Pengujian terhadap yang lunak, penetrator masuk lebih dalam disbandingkan dengan bahan keras.

Prinsip pengujian kekerasan Rockwell dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5. mesin uji kekerasan Rockwell

2.6.3.2 Kekerasan Rockwell (dieter, E. George, Metelurugi Mekanik edisi 3, hal 336) :

$$RB = 130 - \frac{\text{dalamnyapenekanan}}{0,002} (mm)$$

$$RC = 100 - \frac{\text{dalamnyapenekanan}}{0,002} (mm)$$

Dimana K = Konstanta (0,26 untuk penetrator bola baja) 0,20 untuk penetrator kerucut intan.

C = Harga penunjukan pembagian skala dial indicator untuk penekanan penetrator (0,002).

a. Keuntungan Rockwell :

1. Bekas injakan lebih kecil, demikian dengan bahan yang digunakan.
2. Pembacaan harga kekerasan lebih tebal.
3. Dapat digunakan untuk pengujian logam keras.

b. Kelemahan Rockwell :

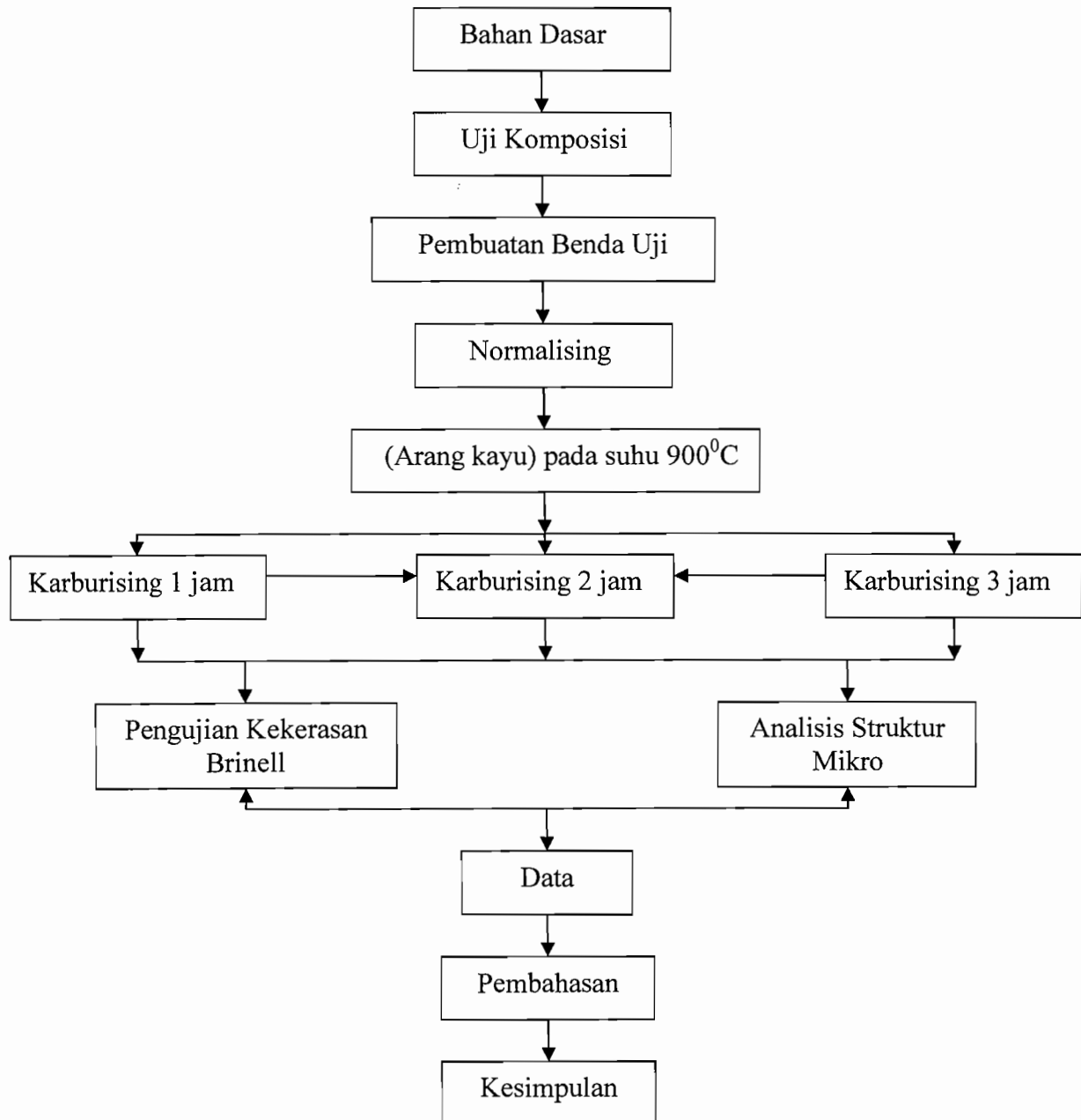
- a. Penunjukan harga kekerasan benda uji kurang tepat karena adanya sedikit debu antara benda uji dengan penetrator.
- b. Ukuran bekas injakan terlalu kecil sehingga harus pandai-pandai memilih penetrator yang digunakan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ditunjukkan sebagai berikut :



3.2. Bahan dan Peralatan

3.2.1. Bahan

a. Spesimen / benda uji

Bahan yang digunakan sebagai spesimen adalah gear sepeda motor Honda yang terdiri dari : 1. jenis original, dan 2. jenis non original, dengan kandungan karbon rendah. Bahan ini telah diuji komposisi kimianya di POLITEKNIK MANUFAKTUR CEPER Klaten, dengan hasil pengujian sebagai berikut :

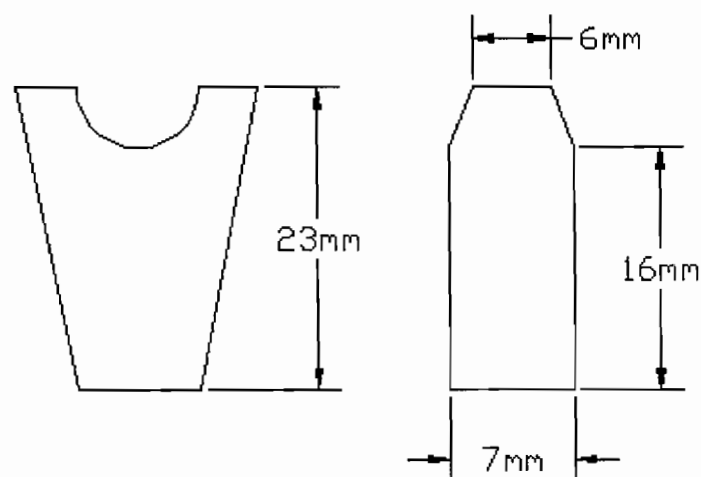
Tabel 3.1. Data Komposisi Kimia

No	Komposisi Kimia	Gear asli %	Gear non ori kuning %	Gear non ori putih %
1	Fe	97,61	97,95	98,26
2	C	0,370	0,094	0,000
3	Si	0,038	0,000	0,000
4	Mn	0,341	0,343	0,205
5	P	0,007	0,006	0,007
6	S	0,000	0,000	0,000
7	Cr	0,190	0,183	0,165
8	Mo	0,010	0,002	0,000
9	Ni	0,068	0,067	0,074
10	Al	0,017	0,026	0,030
11	B	0,0047	0,0052	0,0045
12	Co	0,058	0,055	0,057
13	Cu	0,024	0,023	0,047
14	Nb	0,063	0,058	0,059
15	Pb	0,0016	0,0018	0,0023
16	Sn	0,002	0,008	0,004
17	Ti	0,086	0,083	0,083
18	V	0,129	0,122	0,123
19	W	0,781	0,765	0,682

Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan Brinell, bahan yang akan diuji terdiri atas tiga jenis spesimen, dan masing-masing mendapat perlakuan panas dengan waktu yang berbeda, yaitu :

1. 3 buah spesimen jenis gear original.
2. 3 buah spesimen jenis gear non original kuning.
3. 3 buah spesimen jenis gear non original putih.

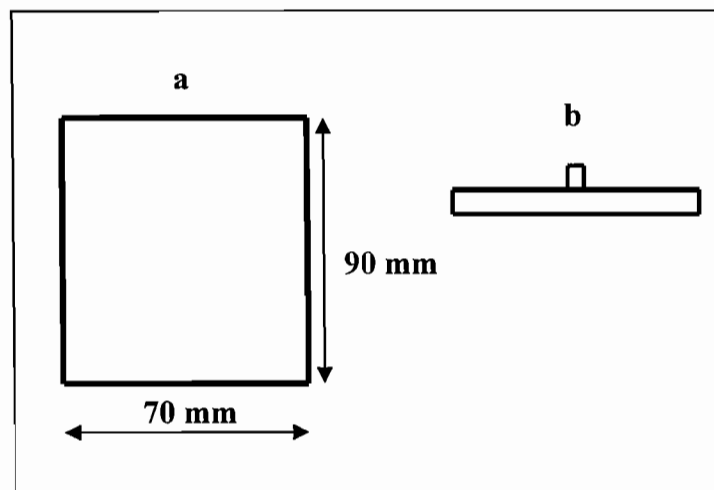
Bentuk spesimen yang dipakai pada penelitian ini hanya satu bentuk saja yaitu untuk uji kekerasan Brinell dan foto struktur mikro, yang digambarkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1.
Spesimen uji kekerasan dan struktur mikro.

Jumlah keseluruhan dari spesimen yang dibutuhkan adalah 12 buah, dengan perincian sebagai berikut :

- 3 buah setelah dinormalising
 - 3 buah jenis gear original.
 - 3 buah jenis gear non original kuning.
 - 3 buah jenis gear non original putih.
 - Kemudian semuanya diuji kekerasan
- b. Tabung sementasi, dibuat menggunakan baja plat dengan tebal $\pm 2\text{mm}$. Dimensi dari tabung sementasi dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. a. Tabung sementasi, b. Tutup Tabung sementasi.

- c. Arang kayu yang dihaluskan
- d. Soda makan / *sodium carbonat*
- e. Batu kapur / *calcium carbonat*

- f. Kertas
- g. Sendok

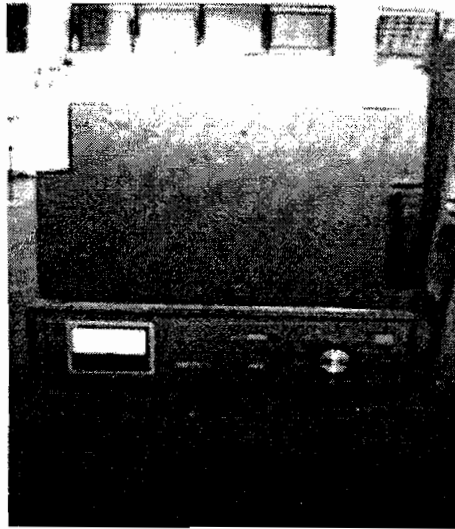
3.2.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Oven / tungku api, milik Laboratorium Ilmu logam, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- b. Alat uji kekerasan Brinell (*Brinell Hardness Tester MOD type 100 MR*), milik Laboratorium Ilmu logam, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- c. Loop mikro meter untuk mengamati diameter bekas injakan bola baja dari alat uji kekerasan, milik Laboratorium Ilmu logam, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- d. Mikroskop dengan perbesaran 200 kali, milik Laboratorium Ilmu logam, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- e. Kamera untuk pemotretan struktur mikro, milik Laboratorium Ilmu logam, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

3.3. Proses Perlakuan Panas

Untuk semua spesimen dilakukan proses normalising dengan suhu 900°C. Setelah suhu di dalam tungku stabil di angka 900°C (± 1 jam), pemanasan ditahan selama 1 jam. Kemudian didinginkan perlahan di dalam tungku selama 1 malam.



Gambar 3.3. Oven

3.4. Proses Karburising

Proses karburising dilakukan menggunakan media karburasi padat.

Langkah-langkah dalam proses tersebut :

1. Peralatan dan bahan yang disiapkan :
 - Oven / tungku api
 - Tabung sementasi
 - Stopwatch / jam
 - Arang kayu yang sudah dihaluskan
 - Soda makan (*sodium carbonat*)
 - Batu kapur halus (*calcium carbonat*)
2. Arang kayu yang sudah dihaluskan dicampur dengan soda makan dan batu kapur dengan komposisi :
 - arang kayu 70 % berat

- soda makan 25 % berat
 - batu kapur 5 % berat.
3. Spesimen dimasukkan ke dalam tabung sementasi sampai tertutup semua permukaannya dengan campuran bahan di atas.
 4. Tabung sementasi dimasukkan ke dalam oven.
 5. Proses karburising dilakukan setelah suhu oven stedy pada suhu 900°C. Lamanya waktu karburising bervariasi antara 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.
 6. Setelah proses karburising selesai, spesimen didinginkan secara perlahan (dibiarkan di dalam oven \pm 1 malam).

3.5. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mempelajari sifat-sifat logam dan kualitas logam. Dalam penelitian ini Pengujian yang dilakukan menggunakan metode Brinell dengan mengukur diameter bekas injakan bola baja menggunakan loop micrometer. Pengamatan menggunakan loop dilakukan di tempat yang datar agar pencatatan data lebih akurat, namun pengujian ini kurang efektif bila :

1. Bila bola baja kurang keras, maka pengujian kurang tepat.
2. Apabila bola baja tidak bulat, maka diameternya berubah.
3. Disekitar bekas injakan terjadi kenaikan permukaan benda uji sehingga mengurangi ketelitian dalam pengukuran benda uji. Dalam hal ini perlu diadakan pengujian yang cermat.

Langkah-langkah Pengujian kekerasan :

1. Mula-mula permukaan benda uji diampas atau dihaluskan dan dibersihkan, lalu digosok dengan menggunakan autosol sehingga permukaan tersebut rata dan halus
2. Dilakukan penekanan indentor dengan cara memutar handel pemutar.
3. Data besarnya gaya penekanan diamati dan dicatat.
4. Pengukuran kekerasan dilakukan beberapa kali untuk tiap benda uji.
5. Benda uji dipindahkan dari alat uji dan dilakukan pengamatan diameter bekas injakan indentor dengan menggunakan loop atau mikroskop.
6. Data yang ada dicatat dan menghitung harga kekerasan untuk benda uji tersebut.
7. Memasang benda uji yang lain.
8. Lakukan pengujian seperti cara di atas.

3.6. Pengamatan Struktur Mikro

Tujuannya adalah untuk mempelajari sifat-sifat logam setelah perlakuan panas dengan menggunakan mikroskop. Proses pengujian struktur mikro yaitu, benda uji yang akan diteliti diresin terlebih dahulu dan didiamkan selama 1 malam hingga resin mengering dan menjadi keras, kemudian permukaan bahan yang telah diresin dihaluskan menggunakan ampas secara berurutan dari yang berukuran 800 mesh, 1000 mesh, dan 1500 mesh. Kemudian dihaluskan kembali menggunakan autosol sampai spesimen terlihat mengkilap. Setelah itu spesimen dietsa dengan

menggunakan HNO_3 (larutan asam nitrit). Periksa spesimen menggunakan mikroskop, bila sudah terlihat jelas, dapat dilakukan dilakukan pemotretan.



Gambar 3.4. Mikroskop struktur mikro

3.7. Analisis Hasil

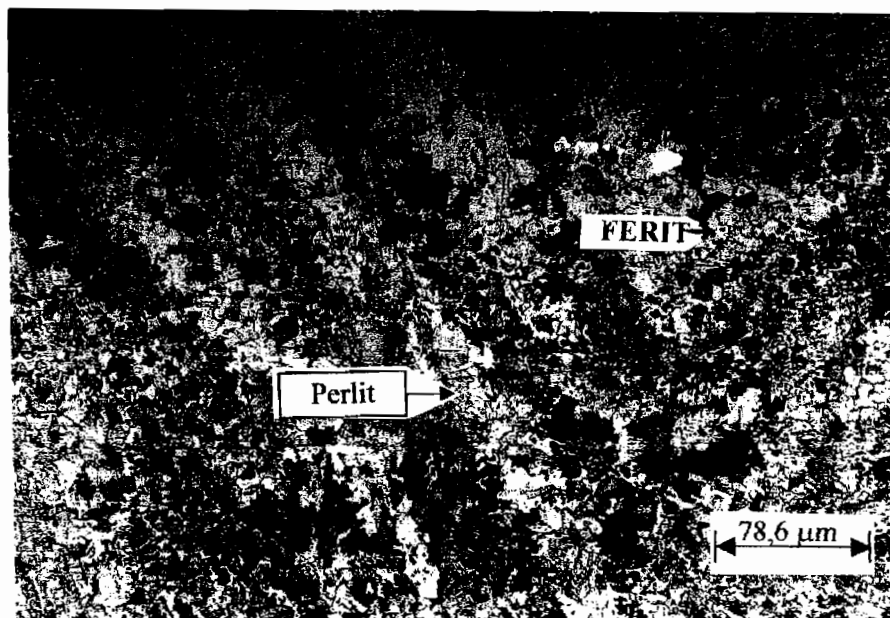
Secara garis besar, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi yang aman sehingga dalam aplikasi bahan pada prakteknya sesuai dengan nilai beban aman dengan menggunakan metode pengujian kekerasan Brinell. Pada pengujian kekerasan dengan metode Brinell, nilai kekerasan bahan ditentukan dengan menggunakan diameter indentor 2,5 mm, beban yang digunakan 187,5 kg.

BAB IV

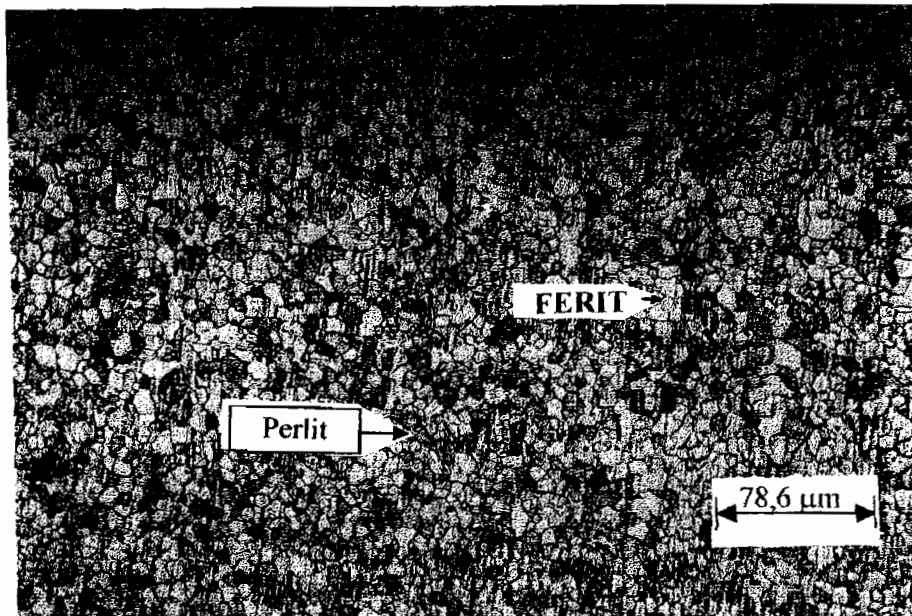
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Struktur Mikro

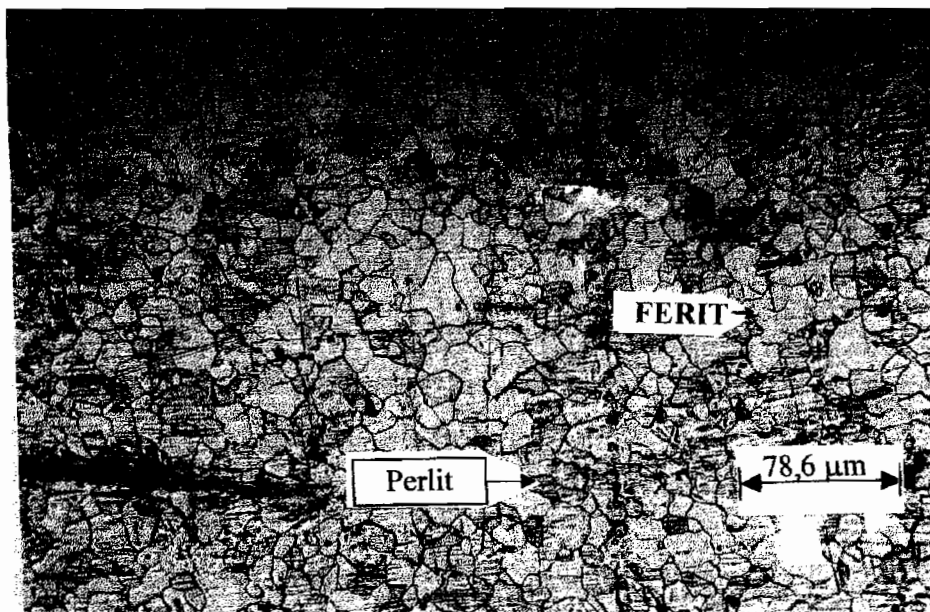
Analisa struktur mikro dapat dilihat pada gambar 1 sampai 12 yang diperoleh dari pemotretan yang menggunakan mikroskop foto dengan perbesaran 200x. Dari hasil pemotretan didapat adanya perubahan jumlah butiran dan kadar karbon dari setiap periode perlakuan panas, yang terdiri dari : Gambar 4.1. sampai 4.3. spesiman mula-mula, Gambar 4.4. sampai 4.6. spesimen jenis sproket original, Gambar 4.7. sampai 4.9. spesimen jenis non original kuning, 4.10. sampai 4.12. spesimen jenis non original putih.



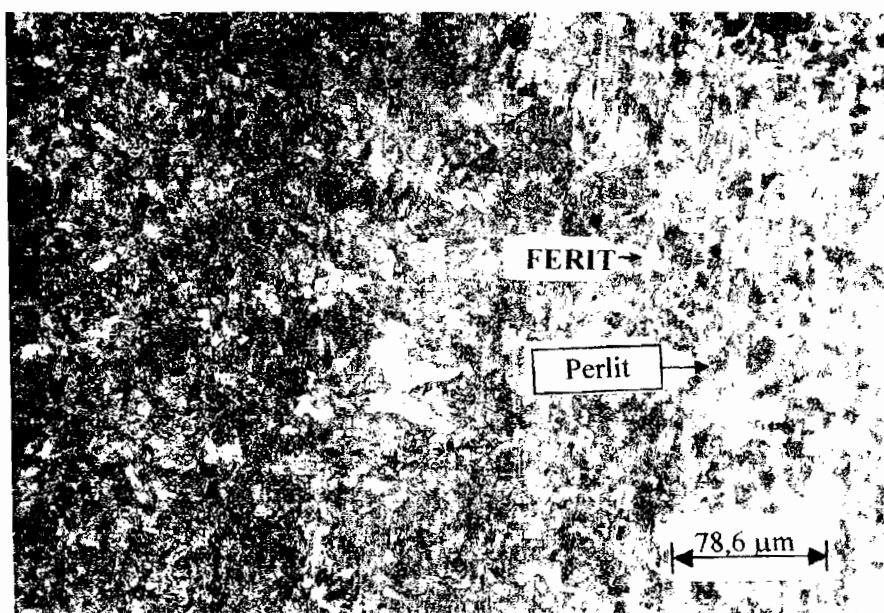
Gambar 4.1. Struktur mikro spesimen uji mula-mula sproket original.



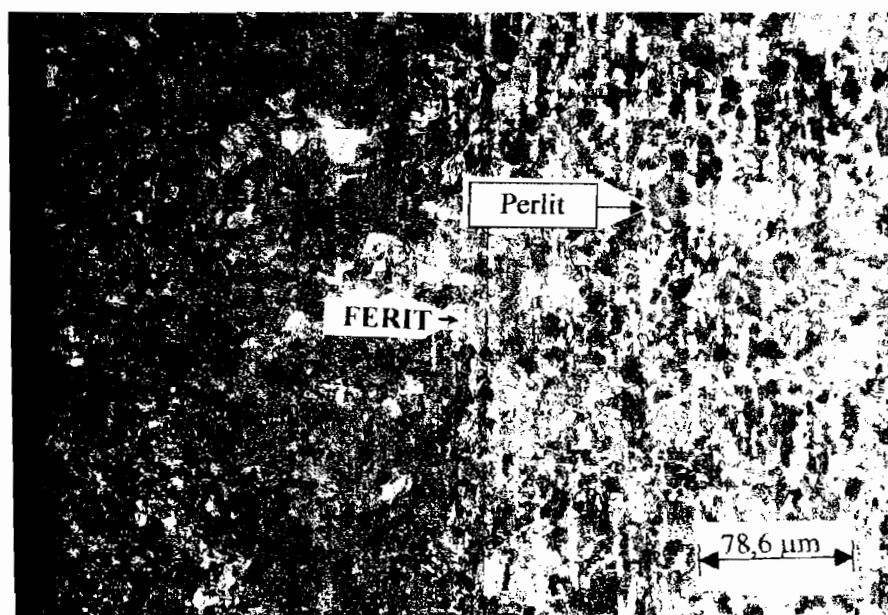
Gambar 4.2. Struktur mikro spesimen uji mula-mula sproket non original kuning.



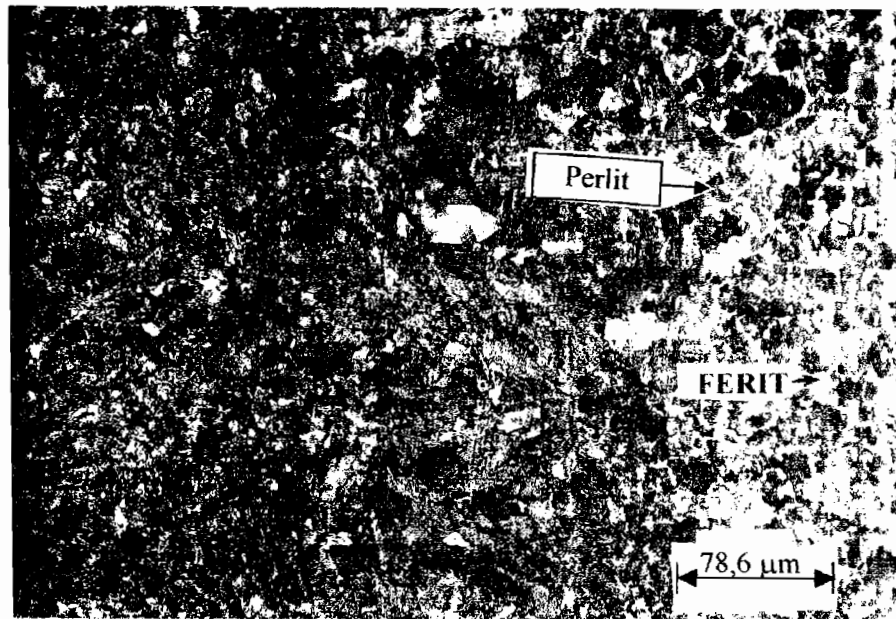
Gambar 4.3. Struktur mikro spesimen uji mula-mula sproket non original putih.



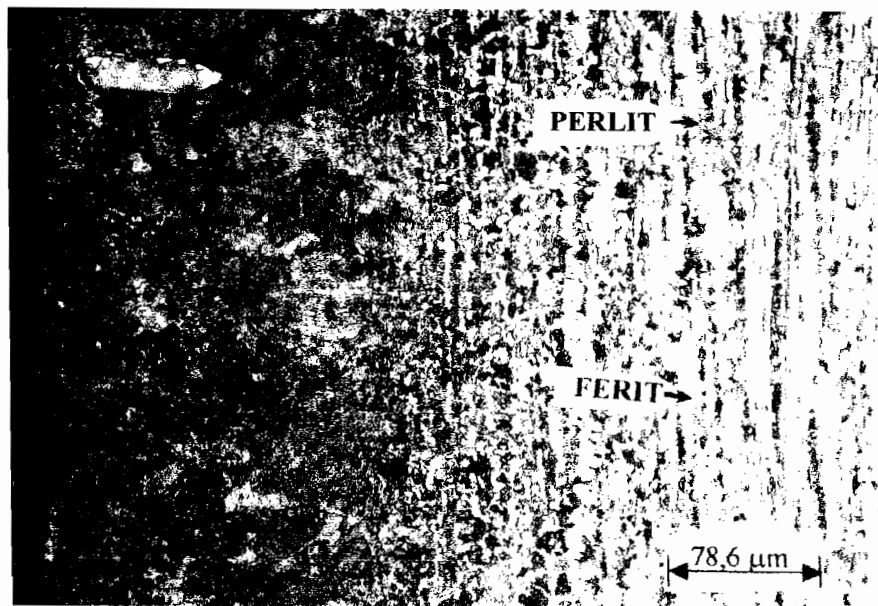
Gambar 4.4. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 1 jam



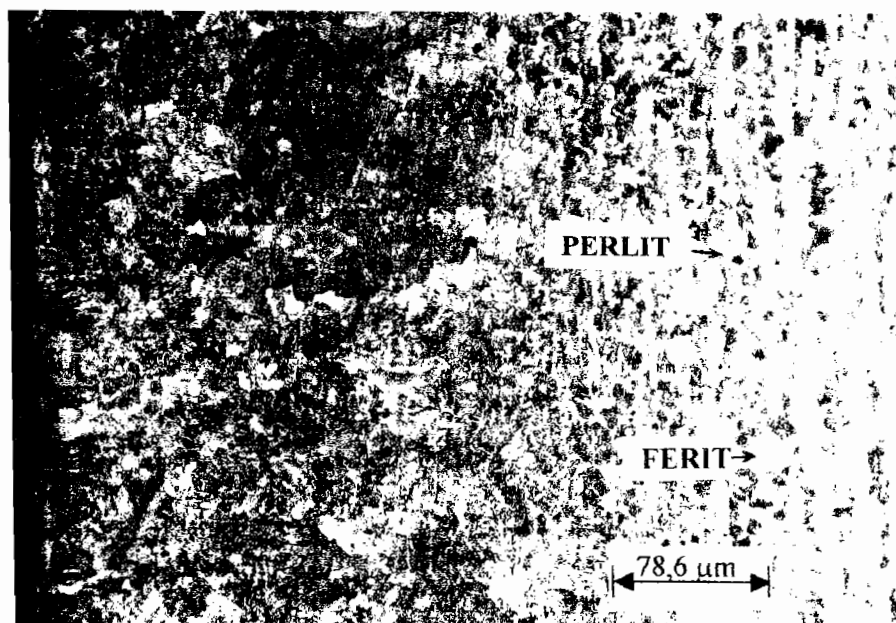
Gambar 4.5. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 2 jam



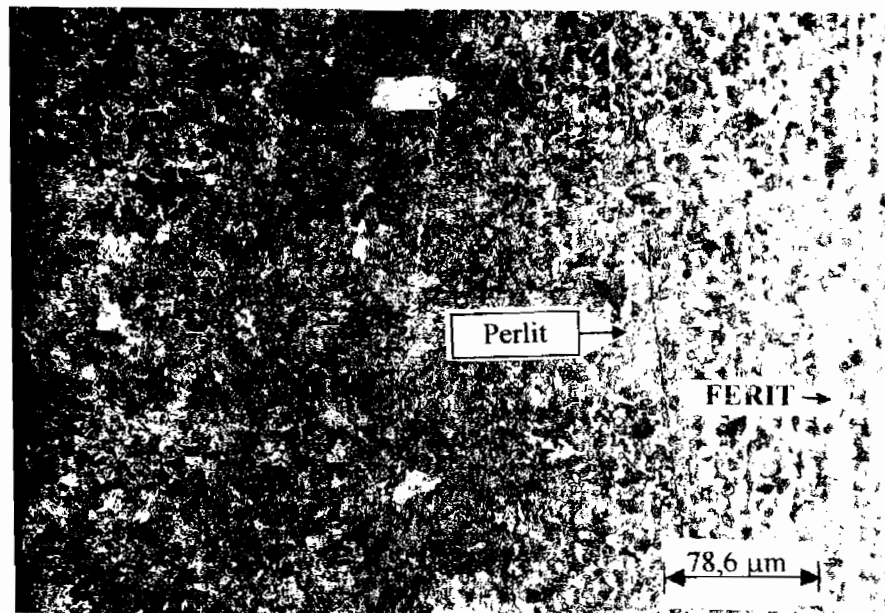
Gambar 4.6. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 3 jam



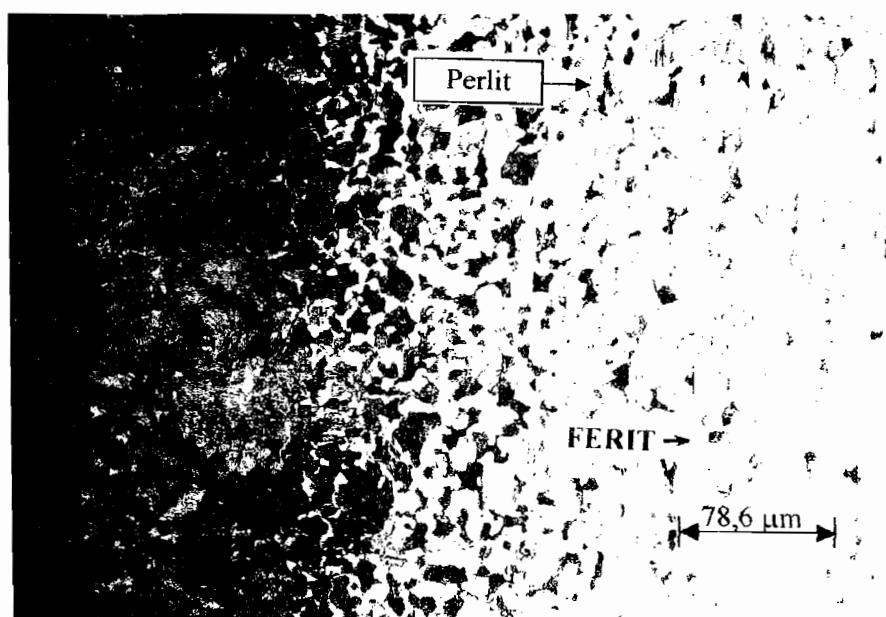
Gambar 4.7. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 1 jam



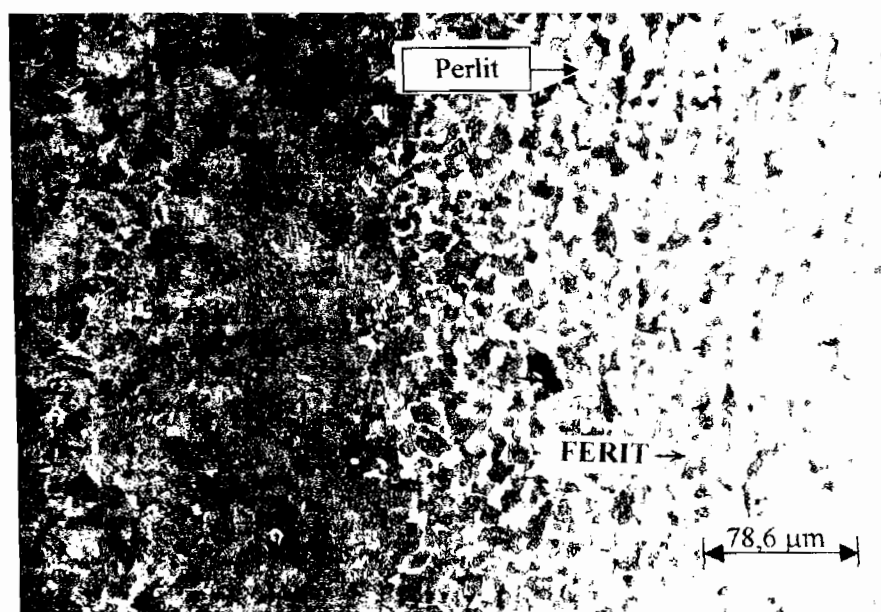
Gambar 4.8. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 2 jam



Gambar 4.9. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 3 jam

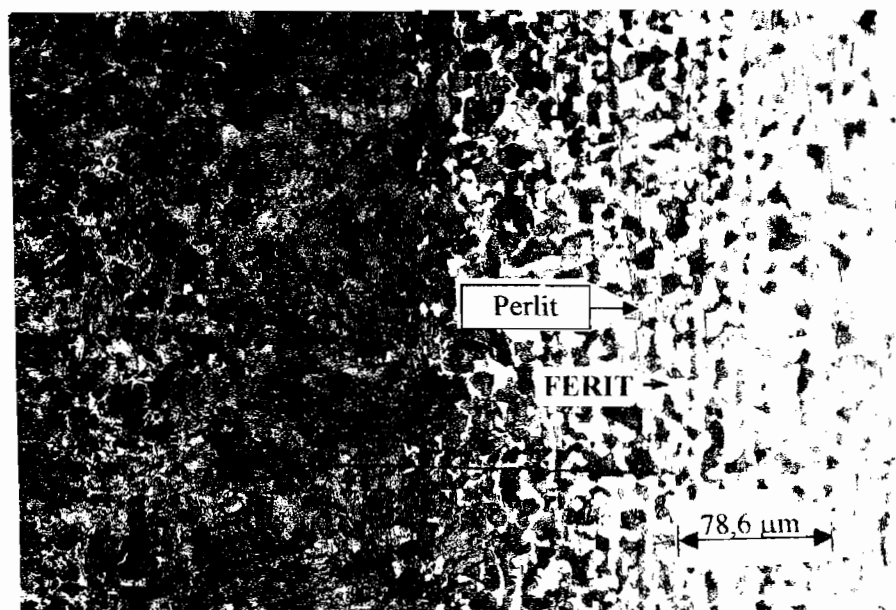


Gambar 4.10. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 1 jam



Gambar 4.11. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 2 jam





Gambar 4.12. Struktur mikro spesimen uji dengan perlakuan karburising 3 jam

Gambar 4.1. sampai 4.3. menunjukkan foto struktur mikro spesimen mula-mula. Dari foto tersebut terlihat bahwa struktur mikro spesimen mula-mula hanya terdiri dari ferit dan perlit. Ferit memberikan sifat yang liat, sedangkan perlit memberikan sifat yang lebih getas dan keras. Ferit atau besi murni ditunjukkan oleh butiran yang berwarna putih. Sedangkan perlit ditunjukkan oleh butiran yang berwarna hitam. Warna hitam ini juga menunjukkan kadar karbon yang terkandung di dalamnya.

Jika diamati, butiran yang berwarna hitam lebih sedikit dibandingkan dengan butiran yang berwarna putih.

Gambar 4.4. menunjukkan foto sruktur mikro spesimen dengan perlakuan karburising selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam dari jenis gear original. Dari foto tersebut terlihat jumlah perlit lebih banyak pada bagian tepi spesimen yang semakin ke tengah berangsur-angsur berkurang jumlahnya. Kondisi ini menunjukkan terjadi penambahan jumlah karbon dari bagian tepi spesimen secara difusi.

Pada spesimen dengan perlakuan karburising selama 2 jam, terlihat lapisan butiran perlit di bagian tepi lebih tebal dibandingkan spesimen dengan perlakuan karburising selama 1 jam. Pada spesimen dengan perlakuan karburising selama 3 jam, lapisan butiran perlit di bagian tepi lebih tebal dibandingkan spesimen dengan perlakuan panas karburising selama 2 jam. Itu berlaku untuk semua spesimen yang mendapatkan perlakuan Baik jenis original maupun non original.

Dari hasil pemotretan dengan ukuran kertas 3R pada perbesaran 200 kali dapat dicari ukuran sebenarnya. Ukuran tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu dengan membandingkan foto mikro kawat tembaga 110 μm pada pembesaran 200 kali. Dari foto tersebut diameter kawat tembaga terukur 28 mm, sehingga untuk 1 mm pada cetakan foto sebanding dengan 110 μm /28. Dari hasil foto mikro kawat tembaga dengan diameter 0,11 mm setara dengan 28 mm.

$$\text{Pembesaran foto} = \frac{28}{0,11} = 254,5 \times$$

$$\text{Misal} = 20 \text{ mm, jarak kalibrasi} = \frac{20}{28} \times 0,11 = 0,0786 \text{ mm}$$

Jarak yang didapat adalah $0,0786 \text{ mm} = 78,6 \mu\text{m}$.

4.2. Proses Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode Brinell dengan diameter bola baja 2,5 mm pada 12 spesimen, dimana setiap spesimen menerima 12 titik pembebanan untuk setiap spesimennya. Benda uji ditekan pada bagian permukaan yang telah dibersihkan terlebih dahulu, dengan gaya penekanan 187,5 kg. Kemudian nilai kekerasan (HB) dihitung menggunakan persamaan 2.1. Data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai 4.4 dan gambar 4.2 sampai 4.4.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kekerasan Spesimen Mula-mula

a. Jenis original.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,41	109,01
2	187,5	2,5	1,15	169,99
3	187,5	2,5	1,15	169,99
4	187,5	2,5	1,18	161,35
5	187,5	2,5	1,18	161,35
6	187,5	2,5	1,18	161,35
7	187,5	2,5	1,14	173,77
8	187,5	2,5	1,14	173,77
9	187,5	2,5	1,1	186,56
10	187,5	2,5	1,14	173,77
11	187,5	2,5	1,14	173,77
12	187,5	2,5	1,15	169,99
RATA-RATA				165,92
STANDAR DEVIASI				+ 18,97

b. Jenis non original kuning.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,54	89,97
2	187,5	2,5	1,44	104,57
3	187,5	2,5	1,38	114,82
4	187,5	2,5	1,36	118,52
5	187,5	2,5	1,37	116,82
6	187,5	2,5	1,35	119,42
7	187,5	2,5	1,35	119,42
8	187,5	2,5	1,35	119,42
9	187,5	2,5	1,35	119,42
10	187,5	2,5	1,35	119,42
11	187,5	2,5	1,35	119,42
12	187,5	2,5	1,35	119,42
RATA-RATA				111,60
STANDAR DEVIASI				+ 9,25

c. Jenis non original putih.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,59	81,84
2	187,5	2,5	1,52	92,13
3	187,5	2,5	1,52	92,13
4	187,5	2,5	1,53	91,33
5	187,5	2,5	1,50	95,51
6	187,5	2,5	1,51	94,03
7	187,5	2,5	1,52	92,13
8	187,5	2,5	1,52	92,13
9	187,5	2,5	1,52	92,13
10	187,5	2,5	1,52	92,13
11	187,5	2,5	1,55	88,61
12	187,5	2,5	1,55	88,61
RATA-RATA				91,91
STANDAR DEVIASI				± 3,6

Tabel 4.2. Pengujian Kekerasan setelah mengalami proses karburising

a. Karburising 1 jam jenis original.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1	228,57
2	187,5	2,5	1	228,57
3	187,5	2,5	1,03	215,26
4	187,5	2,5	1	228,57
5	187,5	2,5	1,01	223,48
6	187,5	2,5	1,01	223,48
7	187,5	2,5	1	228,57
8	187,5	2,5	1,02	219,29
9	187,5	2,5	1,02	219,29
10	187,5	2,5	1,02	219,29
11	187,5	2,5	1,05	206,04
12	187,5	2,5	1,05	206,04
RATA-RATA				218,02
STANDAR DEVIASI				10,54

b. Karburising 2 jam jenis original.

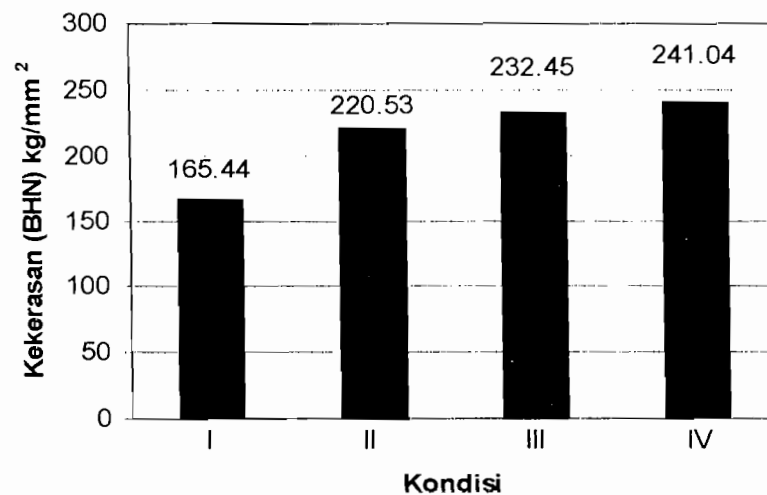
NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	0,96	249,003
2	187,5	2,5	0,98	238,85
3	187,5	2,5	0,98	238,85
4	187,5	2,5	1	228,57
5	187,5	2,5	1	228,57
6	187,5	2,5	1	228,57
7	187,5	2,5	1	228,57
8	187,5	2,5	1	228,57
9	187,5	2,5	0,98	238,85
10	187,5	2,5	0,99	232,20
11	187,5	2,5	1,02	219,29
12	187,5	2,5	1	228,57
RATA-RATA				228,65
STANDAR DEVIASI				+ 7,60

c. Karburising 3 jam jenis original.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	0,96	249,003
2	187,5	2,5	0,96	249,003
3	187,5	2,5	0,96	249,003
4	187,5	2,5	0,97	244,14
5	187,5	2,5	0,96	249,003
6	187,5	2,5	1,02	219,29
7	187,5	2,5	0,98	238,85
8	187,5	2,5	0,98	238,85
9	187,5	2,5	0,98	238,85
10	187,5	2,5	0,98	238,85
11	187,5	2,5	0,97	244,14
12	187,5	2,5	0,99	233,57
RATA-RATA				240,38
STANDAR DEVIASI				+ 8,93

4.2.1. Grafik Sproket Jenis Original

Grafik Hasil Pengujian kekerasan



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

Keterangan :

- I. Spesimen mula-mula normalising.
- II. Spesimen dengan perlakuan karburising 1 jam.
- III. Spesimen dengan perlakuan karburising 2 jam.
- IV. Spesimen dengan perlakuan karburising 3 jam.

Tabel 4.3. Pengujian Kekerasan setelah mengalami proses karburising

a. Karburising 1 jam jenis non original kuning.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,09	188,82
2	187,5	2,5	1,06	202,48
3	187,5	2,5	1,06	202,48
4	187,5	2,5	1,19	158,22
5	187,5	2,5	1,17	164,18
6	187,5	2,5	1,13	176,88
7	187,5	2,5	1,14	173,77
8	187,5	2,5	1,08	193,30
9	187,5	2,5	1,13	176,88
10	187,5	2,5	1,13	176,88
11	187,5	2,5	1,16	167,11
12	187,5	2,5	1,12	180,82
RATA-RATA				150
STANDAR DEVIASI				+ 34,51

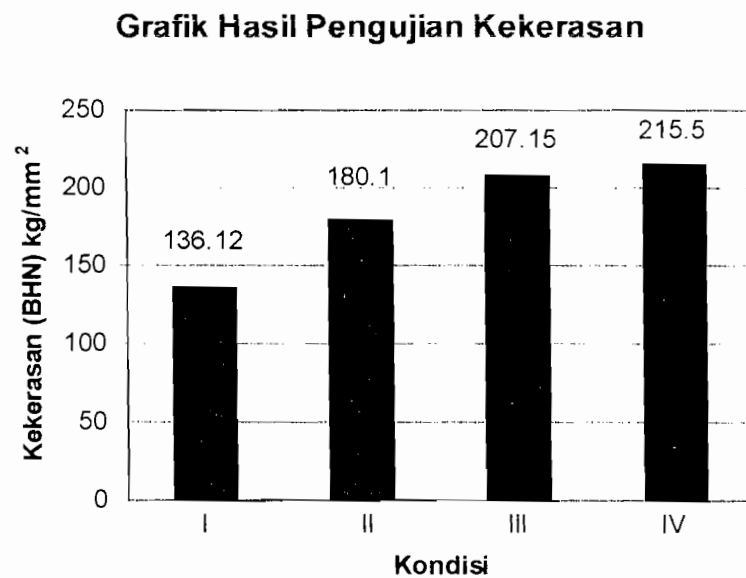
b. Karburising 2 jam jenis non original kuning.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,1	186,60
2	187,5	2,5	1,05	206,04
3	187,5	2,5	1,05	206,04
4	187,5	2,5	1,05	206,04
5	187,5	2,5	1,05	206,04
6	187,5	2,5	1,05	206,04
7	187,5	2,5	1,05	206,04
8	187,5	2,5	1,03	215,26
9	187,5	2,5	1,03	215,26
10	187,5	2,5	1,04	210,67
11	187,5	2,5	1,06	199,04
12	187,5	2,5	1,02	219,29
RATA-RATA				218,02
STANDAR DEVIASI				+ 11,75

c. Karburising 3 jam jenis non original kuning.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm²)
1	187,5	2,5	1,03	215,26
2	187,5	2,5	1	228,57
3	187,5	2,5	1,02	219,26
4	187,5	2,5	1,02	219,26
5	187,5	2,5	1,04	210,67
6	187,5	2,5	1,04	210,67
7	187,5	2,5	1,03	215,26
8	187,5	2,5	1,03	215,26
9	187,5	2,5	1,03	215,26
10	187,5	2,5	1,04	210,67
11	187,5	2,5	1,04	210,67
12	187,5	2,5	1,03	215,26
RATA-RATA				219,02
STANDAR DEVIASI				± 9,09

4.3.1. Grafik sproket Jenis non original Kuning



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

Keterangan :

- I. Spesimen mula-mula normalising.
- II. Spesimen dengan perlakuan karburising 1 jam.
- III. Spesimen dengan perlakuan karburising 2 jam.
- IV. Spesimen dengan perlakuan karburising 3 jam.

Tabel 4.4. Pengujian Kekerasan setelah mengalami proses karburising

a. Karburising 1 jam jenis non original putih.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,29	133,07
2	187,5	2,5	1,29	133,07
3	187,5	2,5	1,29	133,07
4	187,5	2,5	1,23	147,52
5	187,5	2,5	1,23	147,52
6	187,5	2,5	1,26	140,97
7	187,5	2,5	1,24	145,34
8	187,5	2,5	1,24	145,34
9	187,5	2,5	1,24	145,34
10	187,5	2,5	1,24	145,34
11	187,5	2,5	1,25	143,12
12	187,5	2,5	1,24	145,34
RATA-RATA				140,97
STANDAR DEVIASI				+ 5,82

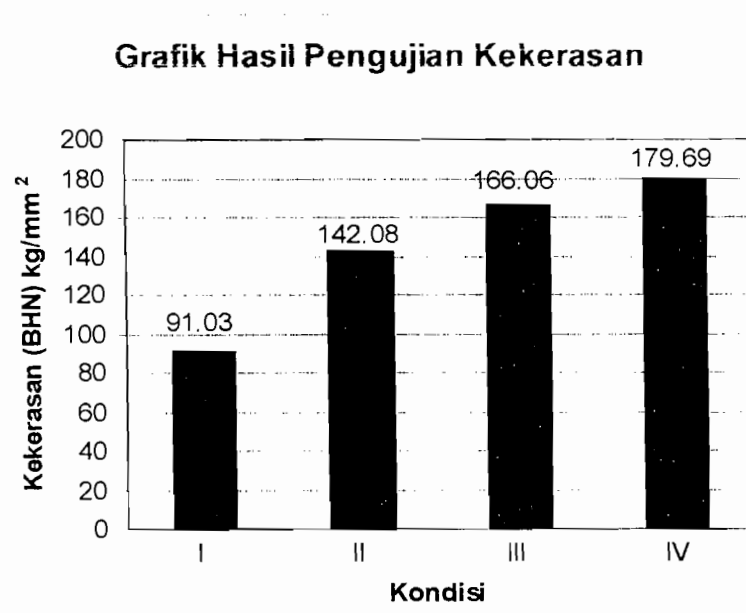
b. Karburising 2 jam jenis non original putih.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm ²)
1	187,5	2,5	1,12	180,28
2	187,5	2,5	1,12	180,28
3	187,5	2,5	1,12	180,28
4	187,5	2,5	1,19	158,89
5	187,5	2,5	1,19	158,89
6	187,5	2,5	1,15	165,92
7	187,5	2,5	1,15	165,92
8	187,5	2,5	1,15	165,92
9	187,5	2,5	1,13	178,57
10	187,5	2,5	1,15	165,92
11	187,5	2,5	1,15	165,92
12	187,5	2,5	1,15	165,92
RATA-RATA				172,01
STANDAR DEVIASI				+ 8,60

c. Karburising 3 jam jenis non original putih.

NO	P (kg)	D (mm)	d(mm)	HB (kg/mm²)
1	187,5	2,5	1,145	172,01
2	187,5	2,5	1,145	172,01
3	187,5	2,5	1,145	172,01
4	187,5	2,5	1,145	172,01
5	187,5	2,5	1,145	172,01
6	187,5	2,5	1,11	183,82
7	187,5	2,5	1,08	193,30
8	187,5	2,5	1,11	183,82
9	187,5	2,5	1,11	183,82
10	187,5	2,5	1,11	183,82
11	187,5	2,5	1,11	183,82
12	187,5	2,5	1,11	183,82
RATA-RATA				178,57
STANDAR DEVIASI				± 8

4.4.1. Grafik Sproket Jenis non original Putih



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

Keterangan :

- I. Spesimen mula-mula normalising.
- II. Spesimen dengan perlakuan karburising 1 jam.
- III. Spesimen dengan perlakuan karburising 2 jam.
- IV. Spesimen dengan perlakuan karburising 3 jam.

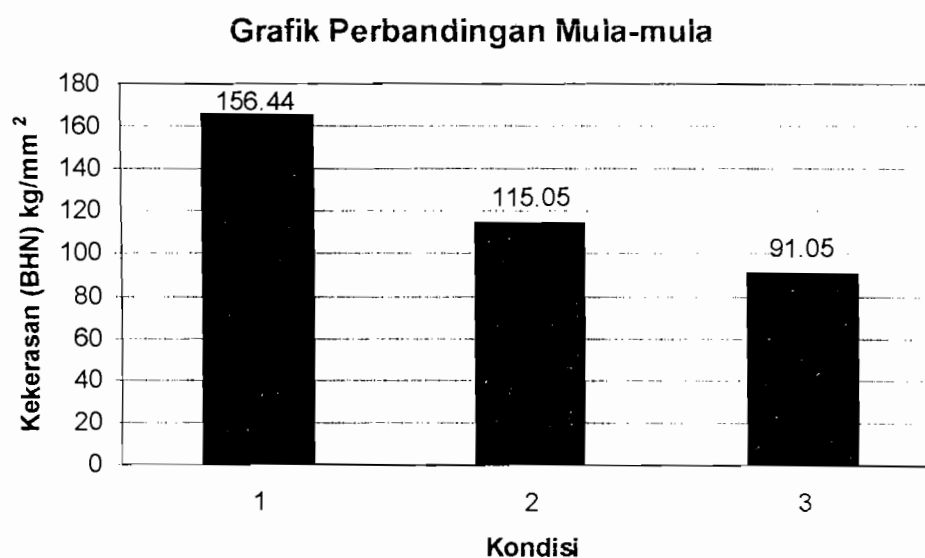
Dari grafik hasil pengujian kekerasan dapat dilihat bahwa kekerasan permukaan sproket yang mendapat perlakuan karburising menjadi lebih tinggi dari kekerasan permukaan sproket tanpa perlakuan. Dan itu berlaku untuk semua jenis sproket baik yang original maupun yang non original, sehingga benda uji yang

mendapat perlakuan karburising selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Semakin lama waktu penahanan karburising, kekerasan permukaannya akan semakin tinggi.

Pada penahanan 3 jam terjadi peningkatan yang cukup baik karena pada penahanan karburising selama 3 jam, proses difusi meningkat dengan baik.

4.5. Grafik Hubungan Sproket original dan non original untuk kondisi normal

a.

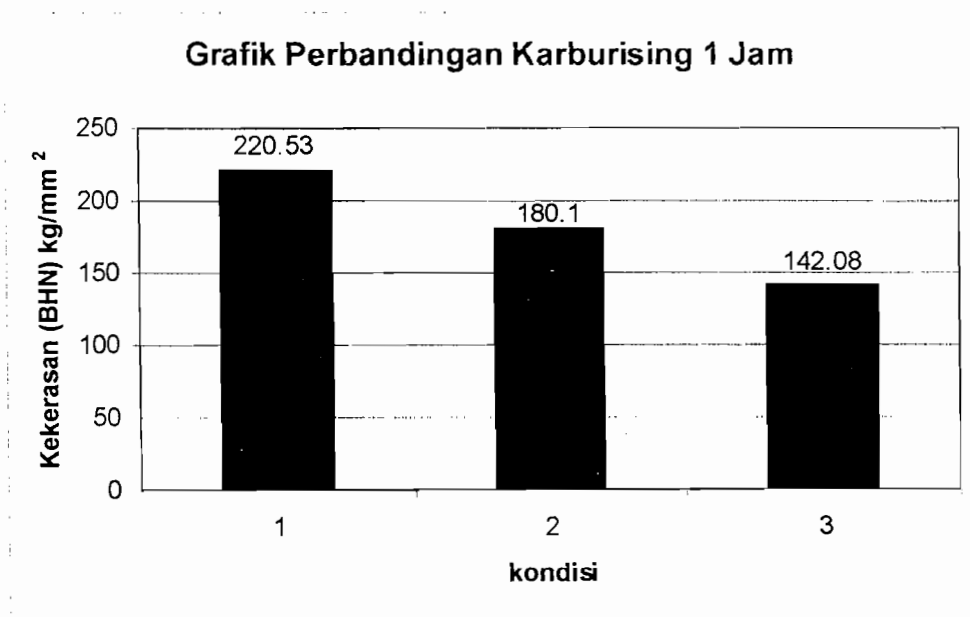


Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan (Normal)

Keterangan :

1. Jenis original.
2. Jenis non original kuning.
3. Jenis non original putih.

b.

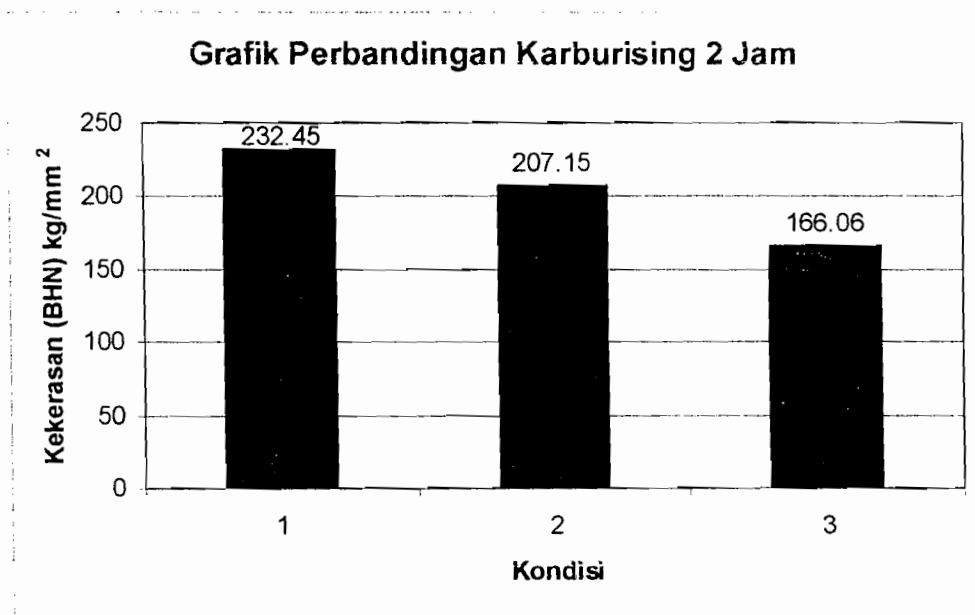


Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

Keterangan :

1. Jenis original.
2. Jenis non original kuning.
3. Jenis non original putih.

c.

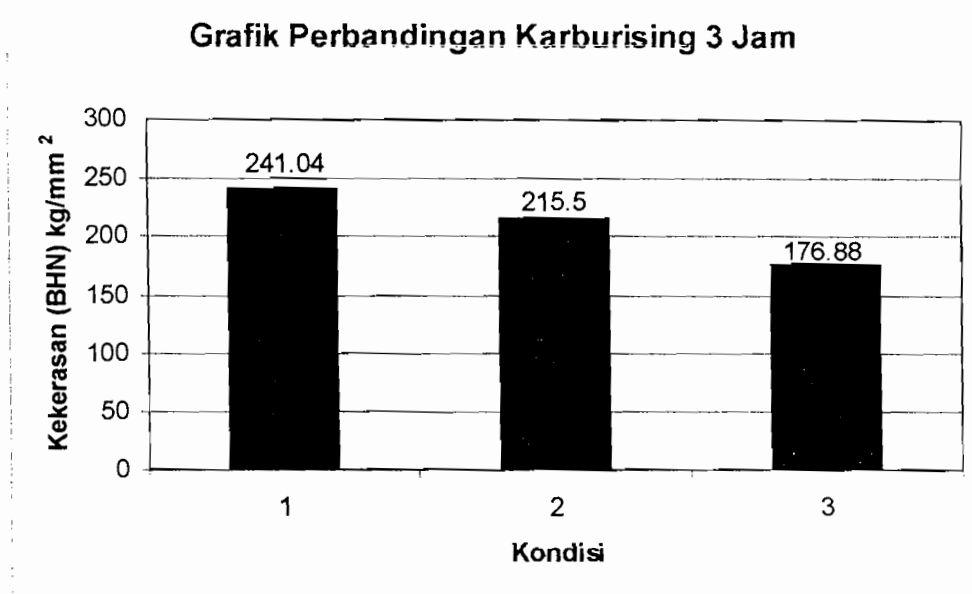


Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

Keterangan :

1. Jenis original.
2. Jenis non original kuning.
3. Jenis non original putih.

d.

**Gambar 4.8**

Keterangan :

1. Jenis original.
2. Jenis non original kuning.
3. Jenis non original putih.

Dari grafik perbandingan dapat dilihat hasil kekerasan dimana dalam keadaan kondisi normal maupun setelah mendapatkan perlakuan karburising, sproket original tetap memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan sproket non original.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada sproket Sepeda Motor Honda yang dilaksanakan dilaboratorium “Ilmu Logam” Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dan sesuai dengan hasil analisis pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Makin lama penahanan karburising, (dari 1 hingga 3 jam) permukaan sproket makin keras. Peningkatan kekerasan tertinggi nampak pada sproket original, dari 156.44 kg/mm^2 (pada proses 1 jam) menjadi 241.04 kg/mm^2 (pada proses 3 jam)
2. Semakin lama waktu karburising, makin banyak bintik-bintik hitam (karbon) yang masuk ke permukaan sproket, ini dikarenakan :
 - a. Terjadi perubahan pada struktur mikronya. Pada benda uji mula-mula, struktur mikronya hanya terdiri dari ferit yang memberikan sifat liat. Sedangkan pada benda uji yang telah mengalami proses karburising, terdapat lapisan perlit yang memberikan sifat keras dan getas pada permukaannya. Dan sejalan dengan lamanya penahanan karburising, lapisan perlit pada permukaan benda uji akan semakin tebal atau bertambah banyak.

5.2. Saran

Dalam penelitian ada beberapa kendala yang penulis hadapi. Oleh karena itu penulis akan memberikan beberapa saran :

1. Bahan karburising (Arang kayu) yang digunakan sebagai medium pengarbonan dalam proses karburising harus benar-benar sehalus mungkin, hal ini agar campuran medium pengarbonan dapat menutupi seluruh permukaan benda uji yang relatif kecil secara merata.
2. Kotak atau tabung sementasi harus benar-benar rapat dan terhindar dari kebocoran untuk menjaga agar karbon yang masuk pada permukaan benda uji tidak keluar sehingga proses pengarbonan bisa maksimal.
3. Karena oven sering kali mengalami ketidakstabilan suhu, disarankan tetap menjaga suhu yang terjadi pada oven.
4. Campuran antara arang, kalsium karbonat dan soda makan harus pas, agar hasil yang diinginkan dapat maksimal.
5. Permukaan benda uji untuk uji kekerasan diusahakan rata dan sehalus mungkin agar pada saat melakukan uji kekerasan dapat berhasil dengan maksimal.
6. Ada baiknya laboratorium memiliki alat uji Vickers.

Daftar Pustaka

ASTM Handbook, 1985, *Metallography and Mikrostructures*, 1985, Metal Handbook Ninth Edition, American Societi For Metal.

Dieter, G.E., 1988, *Metalogi Mekanik*, edisi ketiga jilid I dan II, Erlangga, Jakarta.

Holman, JP., 1985, *Metode Pengukuran Teknik*, edisi keempat, Erlangga, Jakarta.

Surdia, T., Saito, S.,1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.

LAMPIRAN

LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 355 C/UJI/SP/2004
Pelanggan : 1. RM Juniansyah
NIM : 995214111
2. Yohanes Feto Pati
NIM : 995214094
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Jenis Pengujian : Komposisi Kimia
Metode Pengujian : IK 5.4-1-1
Tanggal Diterima : 29 September 2004

Ket. Contoh : Langsung dari produk
Tanggal Pengujian : 30 September 2004
Kode : Kode C

Hasil :

UNSUR (%)	CONTOH UJI	
	UJI 2004-S819	Standart Deviasi (%)
Fe2	98.26	0.0068
C	0.000	0.0000
Si	0.000	0.0000
Mn	0.205	0.0020
P	0.007	0.0002
S	0.000	0.0000
Cr	0.165	0.0012
Mo	0.000	0.0003
Ni	0.074	0.0006
Al	0.030	0.0018
B	0.0045	0.0001
Co	0.057	0.0004
Cu	0.047	0.0021
Nb	0.059	0.0007
Pb	0.0023	0.0001
Sn	0.004	0.0008
Ti	0.083	0.0012
V	0.123	0.0007
W	0.682	0.0018

Klaten, 30 September 2004

Manajer Teknik



Lutiyatmi, ST.



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman - Yogyakarta
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
TANGGAL : 21 Maret 2006

NAMA Mhs. : Raden M. Juniansyal.

NIM : 995214111

TUDUL :

Pengaruh karburising terhadap kekerasan gear sepeda motor Honda.

Pembimbing Utama : Budi Setyahandana, S.T., M.T.

Pembimbing Kedua :

USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

1. Kesimpulan
2. Tutisain tidak disilahkan merk → biasanya masalah
3. Tutisain pada proses karburising
4. Gambar graph → lebih satu



TUGAS AKHIR / SKIPSI PROGRAM S-1
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA

No: 448 FT .USD TM September 2004

NAMA : RM Juniansyah
 NIM : 995214111
 Program Studi : Teknik Mesin
 Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
 Judul TGA :

Selidiki pengaruh karburising terhadap kekerasan gear sepeda motor Honda. (Beserta variasi waktu karburising)

Tanggal dimulai : 16 September 2004
 Pembimbing I : Budi Setyahandana, S.T.,M.T.
 Pembimbing II : -



No	Tgl	Uraian	Keterangan	Tanda Tangan
1	11-5-05	Merkah bab I - V	Diperbaiki	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
0				