

**ANALISIS PERBANDINGAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
SPROCKET ORISINIL DENGAN SPROCKET AFTER MARKET
SEPEDA MOTOR HONDA**

SKRIPSI



OLEH

ANTONI PUTRA

NIM.55690/2010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
SPROCKET ORISINIL DENGAN SPROCKET AFTER MARKET
SEPEDA MOTOR HONDA**

Nama : Antoni Putra
NIM / TM : 55690 / 2010
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Negeri Padang

Padang, 9 Agustus 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Drs. Daswarman, M.Pd

NIP. 19520504 198403 1 002

Pembimbing II

Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc

NIP.1979118 200312 1 003

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Otomotif

Drs. Martias, M.Pd

NIP. 19640801 199203 1 003

PENGESAHAN SKRIPSI

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

Judul : Analisis Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro
Sprocket Orisinil dengan Sprocket *After Market*
Sepeda Motor Honda

Nama : Antoni Putra

Nim.Bp : 55690.2010

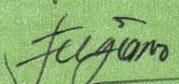
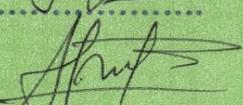
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 9 Agustus 2016

Tim Penguji

Nama		Tanda Tangan
1. Sekretaris	: Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc	1..... 
2. Anggota	: Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng	2..... 
3. Anggota	: Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si	3..... 
4. Anggota	: Dwi Sudarno Putra, ST, MT	4..... 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
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



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Antoni Putra
NIM/TM : 55690/2010
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul : Analisis Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro Sprocket Orisinil dengan Sprocket *After Market* Sepeda Motor Honda, 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, 9 Agustus 2016

Saya yang menyatakan,



Antoni Putra
NIM. 55690/2010

ABSTRAK

Antoni Putra : Analisis Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro Sprocket Orisinil Dengan Sprocket *After Market* Sepeda Motor Honda

Setiap pabrikan kendaraan, mempunyai standar kualitas spare part atau komponen yang direkomendasikan, biasanya merek dagang spare part sesuai dengan merek dagang pabrikan atau sesuai dengan nama komponen yang mereka gunakan, namun banyak masyarakat menggunakan komponen *after market* tanpa mengetahui kualitas bahan dan standar ukuran yang berkemungkinan akan merugikan konsumen atau tidak sesuai dengan sistem pada kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti tingkat kekerasan dan struktur mikro bahan pada sprocket *Genuine Part Honda* dan sprocket *after market*.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental-semu. Pengujian dilakukan untuk mencari perbedaan kekerasan dan struktur mikro, pengujian kekerasan menggunakan universal hardness test dan untuk melihat struktur mikro pada benda uji menggunakan mikroskop optik. Pada pengujian kekerasan benda uji di uji pada tiga titik permukaan sedangkan pengujian struktur mikro dilakukan pengamatan pada permukaan benda uji dengan pembesaran 500 x.

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian dilakukan pada tiga titik pada masing-masing spesimen, nilai rata-rata pada sprocket orisinil 60,6 HRc sedangkan, nilai rata-rata kekerasan pada sprocket *After Market* 42,6HRc, terdapat selisih nilai kekerasan sprocket *Genuine Part Honda* lebih keras 30% dibandingkan sprocket *After Market*. Pada pengujian struktur mikronya juga terdapat perbandingan unsur-unsur pearlite yang terkandung pada sprocket *Genuine Part Honda* sedangkan pada sprocket *After Market* lebih didominasi oleh unsur Ferrite. Penggunaan sprocket *Genuine Part Honda* lebih baik digunakan pada sepeda motor dari pada sprocket *After market* dilihat dari segi kekerasan dan struktur bahan.

Kata Kunci: Sprocket, *Genuine Part Honda*, *After Market*, Kekerasan dan Struktur Mikro.

KATA PENGANTAR

Puji syukur, penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro Sprocket Orisinal dengan Sprocket After Market Sepeda Motor Honda* “ ini dengan baik. Shalawat beserta salam tidak lupa pula penulis hadiahkan kepada Baginda Rasulullah SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat sekarang ini.

Laporan penelitian ini ditulis dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan dan penulisan proposal skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan perhatian dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Syahril, ST, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs. Daswarman, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II dan juga sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif

5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah memberikan saran dan ilmu pengetahuan.
6. Kedua Orang tua dan keluarga yang membantu dalam berbagai hal.
7. Rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan penelitian ini

Terimakasih banyak atas semua bantuannya, Allah akan memberikan balasan dari setiap kebaikan. Untuk memperbaiki laporan ini peneliti mengharapkan kritikan dan saran sehingga laporan ini bisa lebih baik.

Padang, 9 Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PERSETUJUAN

ABSTRAK

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR GAMBAR..... v

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR LAMPIRAN vii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 3

C. Batasan Masalah..... 3

D. Rumusan Masalah 3

E. Tujuan Penelitian 4

F. Manfaat Penelitian 4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Baja 5

B. Sprocket..... 16

C. Struktur Mikro Baja 19

D. Pengujian Kekerasan 33

E. Penelitian Yang Relevan 38

F. Kerangka Konseptual 39

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian..... 40

B. Defenisi Oprasional..... 41

C. Intrumen Penelitian 42

D. Variabel Penelitian 43

E. Obyek Penelitian 44

F. Tempat Penelitian..... 44

G. Teknik Pengambilan Data 44

H. Tabulasi Data	45
I. Teknik Analisa Data.....	46
J. Prosedur Penelitian.....	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data Penelitian.....	48
B. Analisis Data Hasil Penelitian.....	51
C. Pembahasan.....	53
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sprocket <i>After Market</i> (Merek Mokita)	17
2. Sprocket Orisinal (Merek Honda).....	18
3. Struktur Mikro Baja Karbon Rendah	19
4. Struktur Mikro Baja Karbon Sedang.....	20
5. Struktur Mikro Baja Karbon Tinggi.....	21
6. Struktur Mikro Baja pada Fasa Ferrite atau Besi Alpha	22
7. Struktur Mikro Baja pada Fasa Austenite atau Besi Gamma.....	23
8. Struktur Mikro Baja pada Fasa Sementit atau Besi Karbida.....	24
9. Struktur Mikro Baja pada Fase Perlit	25
10. Struktur Mikro Baja pada Fasa Martensit	26
11. Mikroskop optik	32
12. Macam-macam Teknik Pengujian Kekerasan	33
13. Universal Hardness Test.....	38
14. Kerangka Konseptual	39
15. Foto mikro Pembesaran 500X.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia sprocket asli dan sprocket imitasi	2
2. Klasifikasi Baja Karbon	10
3. Pengali Jefferies	29
4. Pengukuran Besar Butir ASTM E 112.....	29
5. Desain Penelitian.....	41
6. Tabulasi Data Pengujian Kekerasan Rockwell	47
7. Tabulasi Data Pengujian Mikrografi (<i>micro structure tester</i>).....	48
8. Hasil penelitian pengujian kekerasan Rockwell.....	51
9. Konversi nilai kekerasan Rockwell, Brinell dan Vickrs	51
10. Data pengujian struktur mikro.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Persiapan bahan Uji Kekerasan	63
2. Dokumentasi Uji Kekerasan	65
3. Dokumentasi persiapan uji struktur mikro.....	66
4. Dokumentasi Pengambilan Sampel Struktur mikro.....	68
5. Surat Izin Melakukan Penelitian	69
6. Surat Keterangan Penelitian.....	71

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sprocket atau roda gigi pada sepeda motor merupakan salah satu komponen yang terbuat dari baja. Pemilihan baja sebagai material untuk roda gigi disebabkan karena baja memiliki sifat yang keras dan ketahanan aus yang baik serta keuletan yang tinggi jika dibandingkan dengan material logam lainnya. (<http://mesinuminus.files.wordpress.com>) pembebanan yang dialami sprocket dalam proses kerjanya dapat berupa gaya gesek dengan rantai, tegangan dan regangan, gaya puntir dengan tahanan roda, maupun kombinasi saat kendaraan bergerak.

Sprocket yang umum digunakan di masyarakat terdiri dari berbagai macam merek dan produk mulai dari sprocket asli dengan harga relatif mahal hingga produk-produk *after market* dengan harga yang lebih murah. Kenaikan harga kebutuhan primer, membawa dampak terhadap masyarakat ekomomi menengah kebawah yang mengandalkan sepeda motor sebagai sumber mata pencarian. Fenomena tersebut membuat sebagian masyarakat lebih cenderung memilih menggunakan sprocket *after market* dari pada sprocket orisinil, meskipun dari segi kualitas terdapat perbedaan yang sangat signifikan.

Adapun kemungkinan yang membuat kualitas sprocket *after market* lebih rendah dibandingkan kekerasan sprocket orisinil adalah komposisi kimia, proses pembuatan, dan sifat serta kemampuan bahan yang kurang bagus. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia sprocket Orisinil dan sprocket *after market*

Unsur	Sprocket asli	Sprocket imitasi
Fe	97.28	98.22
S	0.010	0.009
Al	0.003	0.006
C	0.751	0.796
Ni	0.024	0.014
Nb	0.01	0.01
Si	0.178	0.200
Cr	0.819	0.021
V	<0.00	<0.00
Mn	0.621	0.689
Mo	0.203	<0.004

Sumber: (Anshari, 2010 : 4)

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa kandungan cromium (Cr) dan Molibdenum (Mo) sebagai salah satu unsur penentu tingkat kekerasan material pada sprocket aftermarket jauh lebih rendah dari pada sprocket asli, namun dalam penggunaannya ketahanan aus sprocket aftermarket lebih rendah dibandingkan dengan sprocket asli. Dari hal ini dapat kita simpulkan bahwa tingkat keausan dan ketahanan sprocket tidak hanya tergantung pada tingkat kekerasan sprocket tersebut. Sprocket juga harus memiliki keuletan yang bagus karena sesuai dengan pembebanan kerjanya sprocket harus mempunyai ketahanan terhadap puntiran, regangan, gesekan

maupun pembebanan kombinasi pada saat kendaraan bergerak yang dapat menimbulkan kerusakan.

B. Identifikasi Masalah.

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

1. Kebanyakan pengguna kendaraan tidak menggunakan sprocket yang sesuai direkomendasikan oleh pabrikan.
2. Konsumen cenderung tidak mengetahui kualitas *after market* yang digunakan.
3. Belum diketahui perbandingan kekerasan dan struktur mikro pada sprocket orisinil dan *after market*

C. Batasan Masalah.

Berdasarkan keterbatasan peneliti, maka penulis membatasi peneliti ini pada masalah rendahnya kualitas sprocket *after market* dibandingkan dengan sprocket orisinil. Dalam penelitian ini peneliti akan mencoba meneliti kekerasan dan struktur mikro.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

Seberapa besar perbandingan struktur mikro sprocket orisinil dan *after market* setelah dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbandingan kekerasan dan struktur mikro sprocket orisinil dan sprocket *after market*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui struktur mikro pada baja.
2. Untuk menambah pengetahuan penulis tentang proses pengujian kekerasan dan struktur mikro pada baja.
3. Bagi penulis sebagai syarat untuk memperoleh gelas sarjana pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Pengertian Baja

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 2,0%. Sebagian dari baja digolongkan menurut konsentrasi karbon yaitu ke dalam baja karbon rendah, medium dan jenis karbon tinggi.

1. Baja karbon

Menurut Haroen (1984: 4), baja karbon adalah paduan besi dan karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh persentase karbon dan struktur mikro.

Selain oleh karbon sifat baja ditentukan pula oleh adanya unsur-unsur lain yang terpadu seperti mangan, silisium, pospor, dan belerang, yang umumnya berasal dari bahan-bahan seperti pengoksid, bahan bakar sewaktu proses peleburan dan lain-lain. Terkandungnya gas-gas seperti O₂, N₂ dan H₂ yang terjadi pada waktu proses pembuatan baja, juga bisa mempengaruhi sifat baja.

Pengaruh unsur silisium dan mangan akan mengurangi pengaruh buruk dan oksida besi, karena pada waktu proses pemurnian besi oksida tersebut dibebaskan oleh kedua unsur tersebut. Kadar silisium dalam baja antara 0,35-0,4% dan mangan 0,5-0,8%. Belerang dan posfor memberikan pengaruh buruk terhadap sifat baja, dimana belerang menurunkan sifat mekanis, terutama menurunkan ketelitian serta menyebabkan pengaruh tidak baik pada kemampuan las dan tahan karat pada baja. Namun keberadaannya dalam konsentrasi yang kecil dapat meningkatkan sifat kemampuan mesin (*machine ability*) dari baja. Kadar belerang berkisar antara 0,06-0,35%. Dengan adanya mangan, pengaruh buruk belerang akan berkurang.

Pospor menimbulkan perubahan struktur kristal sehingga kekuatan tarik dan batas luluh meningkat, tetapi sifat plastis dan ketelitiannya sangat berkurang. Pospor menjadikan baja menjadi getas dingin. Kadar pospor dalam baja dibatasi antara 0,08-0,25%. Keberadaan pospor juga berperan dalam meningkatkan sifat kemampuan mesin pada baja.

Pengaruh nitrogen, oksigen dan hidrogen akan menyebabkan turunnya kekuatan pukul dan batas kelelahan. Unsur-unsur ini merupakan kotoran berupa oksida-oksida, nitrida atau senyawa lainnya. Untuk membatasi unsur-unsur ini penguangan baja kadang dilakukan didalam vakum.

Berdasarkan jumlah kandungan karbon yang terdapat dalam baja, baja dikelompokkan kedalam tiga bagian, yaitu:

a. Baja Karbon Rendah (*low carbon steel*)

Daswarman (2012: 50), mengemukakan, "baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung 0.10% - 0.30% karbon". Kandungan karbonnya yang rendah dan mikrostrukturnya yang terdiri dari fase *ferit* dan *pearlit* menjadikan baja karbon rendah bersifat lunak dan kekuatannya lemah namun keuletan dan ketangguhannya sangat baik. Baja karbon rendah kurang responsif terhadap perlakuan panas untuk mendapatkan mikrostruktur *martensit*, maka dari itu untuk meningkatkan kekuatan dari baja karbon rendah dapat dilakukan dengan proses roll dingin maupun *karburisasi*. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- 1) Baja karbon rendah yang mengandung 0,04 % - 0,01 % C. Untuk dijadikan baja-baja plat atau strip.
- 2) Baja karbon yang mengandung 0,05 % digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- 3) Baja karbon rendah yang mengandung 0.15 % - 0,30 % C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.

b. Baja Karbon Sedang (*medium carbon steel*)

Menurut Daswarman (2012 : 51), “Baja karbon sedang memiliki konsentrasi karbon antara 0.30 % karbon sampai dengan 0.60 % karbon”. Untuk meningkatkan sifat-sifat mekaniknya, baja ini dapat diberikan perlakuan panas berupa, *quenching*, *tempering*, *annealing*. Baja jenis ini memiliki *hardenability* antara kekuatan tinggi, ketahanan haus, dan ketangguhan.

Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon ini dapat digunakan untuk alat-alat sebagai berikut:

- 1) Baja karbon mengandung 0,40 % karbon dapat digunakan untuk keperluan industri kendaraan misalnya untuk membuat baut-baut, mur, poros engkol, dan batang torak.
- 2) Baja karbon yang mengandung 0,50 % karbon dapat digunakan untuk membuat roda gigi, palu, dan alat-alat penjepit.
- 3) Baja karbon yang mengandung 0.55 % - 0,60 % karbon dipergunakan untuk membuat pegas-pegas.

c. Baja Karbon Tinggi (*hight carbon steel*)

Daswarman (2012: 52) mengemukakan, “Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0.70 % sampai 1,3 % karbon, dimana setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg”. Baja karbon ini banyak dipergunakan untuk pekerjaan-

pekerjaan yang mengalami panas. Baja karbon ini dapat digunakan untuk :

- 1) Baja karbon yang mengandung kira-kira 0,95 % karbon dapat digunakan untuk keperluan pembuatan pegas-pegas, alat-alat perkakas, palu gergaji dan pahat potong.
- 2) Baja karbon mengandung 1 % - 1,5 % karbon dapat dipergunakan untuk pembuatan kikir, daun gergaji peluru, peluru, dan bantalan.

Baja karbon ini mempunyai sifat-sifat yang kurang baik yaitu makin tinggi mengandung karbon, maka sifat baja karbon ini makin getas. Merupakan jenis baja karbon yang paling keras, kuat, namun memiliki keuletan yang paling rendah dibandingkan dengan baja karbon lain.

Tabel 2. Klasifikasi Baja Karbon

Jenis	kelas	Kadar karbon (%)	Kekuatan lulu (kg/mm^2)	Kekuatan tarik (kg/mm^2)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	Plat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang,
	Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	kawat
	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	Konstruksi umum
Baja karbon sedang	Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	Alat-alat mesin
Baja karbon tinggi	Baja keras	0,04-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Perkakas Rel, pegas, dan kawat piano
	Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	

2. Baja Paduan (*Alloyed steel*)

Amanto dan Daryanto (2003: 34), mendefinisikan

“Baja paduan adalah sebagai salah satu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran seperti *nikel, kromium, molibden, vanadium, dan wolfran* yang dikehendaki (keras, kuat, dan liat), tetapi unsur karbon tidak dianggap sebagai salah satu unsur campuran”.

Baja paduan dihasilkan dengan biaya yang lebih mahal dari pada baja karbon karena bertambahnya biaya untuk penambahan pengerjaan yang khusus yang dilakukan didalam industri, namun demikian baja padu digunakan karena keterbatasan baja karbon sewaktu dibutuhkan sifat-sifat yang spesial daripada baja, keterbatasan dari baja karbon adalah reaksi terhadap panas dan kondisinya. Baja paduan terdiri dari:

- a) Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*), merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah yakni kurang dari 10 %. Mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi dari baja karbon dengan kadar yang sama. Kekerasan dan sifat tahan korosi pada umumnya lebih baik sehingga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin.
- b) Baja paduan tinggi (*High Alloy Steel*), merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan yang tinggi, mempunyai sifat khusus tertentu seperti baja tahan karat (*stainless steel*), baja perkakas (*tools steel*), misalnya *high speed steel* (HSS), baja tahan panas (*heat resisting steel*) dan lain-lain.

3. Unsur campuran dasar pada baja

Maksud campuran dasar pada baja adalah untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, keuletan, ketangguhan tahan haus dan lain-lain pada produk akhir seperti yang diinginkan. Dikutip dari Direktorat Pendidikan menengah kejuruan (2003: 33), unsur campuran dasar pada baja adalah:

a) Silisium (Si)

Dapat menambah sifat elastis dan mengurangi perkembangan gas di dalam cairan baja, sehingga persenyawaan lebih homogen. Makin besar unsur Si semakin sukar ditempat atau di las. Baja dengan paduan *silisium* biasanya digunakan untuk membuat pegas.

b) Nikel (Ni)

Dapat mempertinggi kekuatan dan regangannya sehingga baja paduan ini menjadi liat dan tahan tarikan. Penambahan unsur *nikel* di dalam baja karbon berpengaruh pula terhadap ketahanan korosi. Oleh karena itu baja paduan ini biasanya digunakan untuk bahan membuat sudu-sudu turbin, roda gigi, bagian-bagian mobil dan sebagainya.

c) Chromium (Cr)

Dapat memberikan kekuatan dan kekerasan baja lebih meningkat, tahan korosi dan tahan aus. Dengan sifat-sifat itu membuat baja paduan ini baik untuk bahan poros, dan roda gigi. Penambahan unsur *chromium* biasanya diikuti dengan penambahan *nikel*.

d) Molibdenum (Mo)

Dengan penambahan *molibdenum* akan memperbaiki baja karbon menjadi tahan terhadap suhu yang tinggi, liat, dan kuat. Baja paduan ini digunakan sebagai bahan untuk membuat alat-alat potong, misalnya pahat.

e) Wolfam (W)

Dengan penambahan unsur ini memberikan pengaruh yang sama seperti pada penambahan *molibdenum* dan biasanya juga dicampur dengan unsur *nikel* (Ni) dan *chromium* (Cr). Baja paduan ini memiliki sifat tahan terhadap suhu yang tinggi, karenanya banyak digunakan

untuk bahan membuat pahat potong yang lebih dikenal dengan nama baja potong cepat (HSS /*hight Speed Steel*).

f) Vanadium

Dengan penambahan unsur ini akan memperbaiki sifat kristal baja menjadi halus dan tahan aus, terlebih bila dicampur dengan *chromium*. Baja paduan ini digunakan untuk membuat roda gigi, batang penggerak, dan sebagainya.

g) Kobalt (Co)

Dengan penambahan unsur ini akan memperbaiki sifat kekerasan baja meningkatkan dan tahan aus serta tetap keras pada suhu yang tinggi. Baja paduan ini banyak digunakan untuk konstruksi pesawat terbang atau konstruksi yang harus tahan panas dan tahan aus.

h) Tembaga (Cu)

Baja paduan yang memiliki ketahanan korosi yang besar diperoleh dengan penambahan tembaga berkisaran 0,5 – 1,5 % tembaga pada 99,95 – 99,85 % Fe. Baja paduan ini disebut baja *Armco* yang digunakan untuk membuat konstruksi jembatan, menara-menara, dan lain-lain.

4. Unsur campuran lain pada baja

Disamping unsur karbon sebagai bahan campuran dasar dalam besi, juga terdapat unsur-unsur campuran lainnya yang jumlah persentasenya dikontrol. Menurut Amanto dan Daryanto (2003: 23) unsur-unsur tersebut yaitu:

a) Unsur Fosfor (P)

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

b) Unsur Sulfur (S)

Unsur *sulfur* membahayakan larutan besi *sulfida* (besi balerang) yang mempunyai titik cair rendah dan rapuh. Besi *sulfida* terkumpul pada batas butir-butirnya yang membuat baja hanya didinginkan secara singkat, karena kerapuhannya. Hal 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 %.

c) Unsur silikon (Si)

Silikon membuat baja tidak stabil, tetapi unsur ini tetap menghasilkan lapisan *grafis* dan menyebabkan baja menjadi tidak kuat. Baja mengandung *silikon* sekitar 0.1 – 0,3 %.

d) 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 lebih dari 1 %.

B. Sprocket

Sproket adalah sejenis roda gigi pada sepeda motor yang berfungsi sebagai penerus tenaga dari ruang bakar kemudian diteruskan ke trasmisi. Melalui sproket inilah tenaga kemudian diteruskan ke roda belakang. Dari sini roda belakang dapat bergerak (berputar) dan membuat sepeda motor itu berjalan (Gunawan Ade Firman 2011: 20)

Sesuai dengan fungsinya, sproket mengalami berbagai pembebanan saat proses kerjanya, melalui dari gesekan dengan rantai penerus, maupun puntiran saat kendaraan berjalan. Oleh karena itu sproket harus dibuat keras dan tangguh. Karena sproket terbuat dari baja, maka bahan ini dapat ditingkatkan kualitasnya melalui perlakuan panas (*heat treatment*).

Sproket atau roda gigi terbuat dari baja karbon sedang yang mengandung sedikit Si, P, S yang kandungan karbonnya sekitar 0,3 – 0,8 %. Secara teoritis kandungan karbon ini memungkinkan baja untuk diberi perlakuan panas (Amanto dan Daryanto, 1999: 3).

Sprocket yang dibahas dalam penelitian ini adalah sprocket dengan mengambil *sampel* yaitu: *After Market* dan *Orisinil*. Adapun untuk penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. Sprocket *After Market*.

Dalam penelitian ini, yang dimaksud dengan sprocket *after market* adalah berbagai jenis dan merk sprocket yang beredar dipasaran, tersedia diluar bengkel resmi tiap-tiap ATPM sepeda motor, kemudian lebih jauh lagi sprocket jenis ini jika dilihat dari segi harga jauh dibawah harga yang ditawarkan. Hal inilah yang menyebabkan sprocket jenis ini dikatakan sprocket *after market*.

Dalam hal melaksanakan penelitian yang penulis jalani, penulis menjadikan sprocket dengan merek Mokita sebagai sampel untuk mewakili jenis sprocket *after market*.



Gambar 1. Sprocket *After Market* (Merek Mokita)

(sumber: dokumentasi)

2. Sprocket Orisinil

Sama halnya dengan sprocket *after market*. Sprocket Orisinil pun tersedia diluar bengkel-bengkel resmi tiap ATPM sepeda motor. Yang membedakannya adalah jenis ini menjelaskan bahan apa yang terkandung didalam sprocket, diproduksi oleh industri besar, bahkan dijadikan sebagai komoditi ekspor, harganya relatif lebih mahal dibandingkan dengan *after market*. Penulis menjadikan sprocket dengan merek Honda genuine parts sebagai sampel untuk mewakili jenis sprocket Orisinil



Gambar 2. Sprocket Orisinil (Merek Honda)

(sumber: dokumentasi)

C. Struktur Mikro Baja

1. Baja Karbon

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

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

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

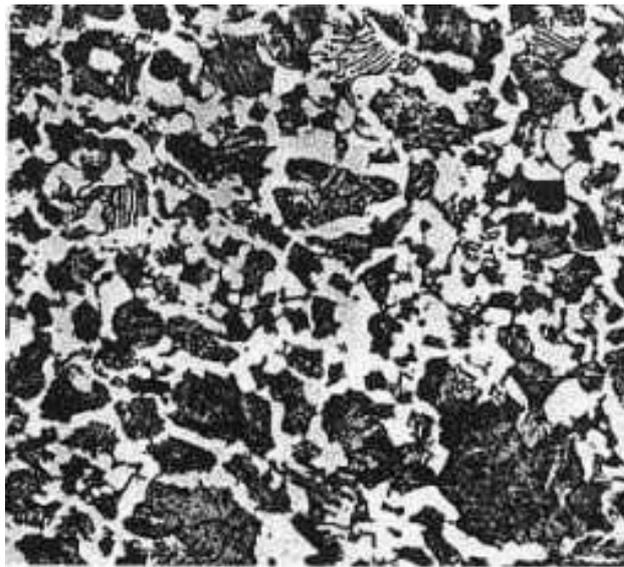


Gambar 3. Struktur Mikro Baja Karbon Rendah

Dibandingkan dengan baja karbon lainnya baja karbon rendah paling banyak diproduksi dalam jumlah besar dengan bentuk lembaran, plat, profil dan batangan.

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

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



Gambar 4. Struktur Mikro Baja Karbon Sedang

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

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



Gambar 5. Struktur Mikro Baja Karbon Tinggi

2. Perubahan Fasa Besi Karbon (Fe-C)

Dalam diagram fasa Fe-C terjadi beberapa perubahan fasa yaitu perubahan fasa *ferrite* (α -Fe), *austenite* (γ -Fe), sementit, perlit dan martensit.

a. Ferrite atau Besi Alpha (α -Fe)

Ferrite merupakan suatu larutan padat karbon dalam struktur besi murni yang memiliki struktur BCC dengan sifat lunak dan ulet.

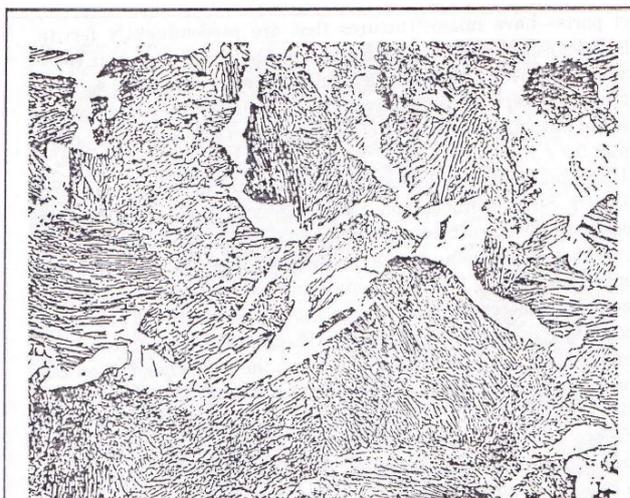


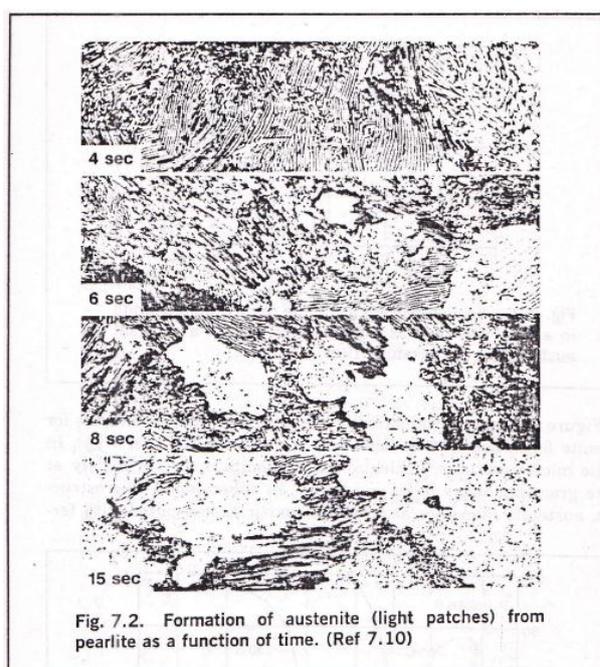
Fig. 2.13. Proeutectoid ferrite (white network) and pearlite in an Fe-0.4C alloy air cooled from the austenite field. Nital etch. Magnification, 500 \times . Courtesy of A.R. Marder and A. Benscoter, Bethlehem Steel Corp., Bethlehem, PA

Gambar 6. Struktur Mikro Baja pada Fasa Ferrite atau Besi Alpha (α -Fe)(George Krauss, 1989: 35)

Fasa ferrite mulai terbentuk pada temperatur antara 300 °C hingga mencapai temperatur 727 °C. Kelarutan karbon pada fasa larutan padat lainnya. Saat fasa ferrite terbentuk, kelarutan karbon dalam besi *alpha* hanyalah sekitar 0,02% C.

b. Austenite atau Besi Gamma (γ -Fe)

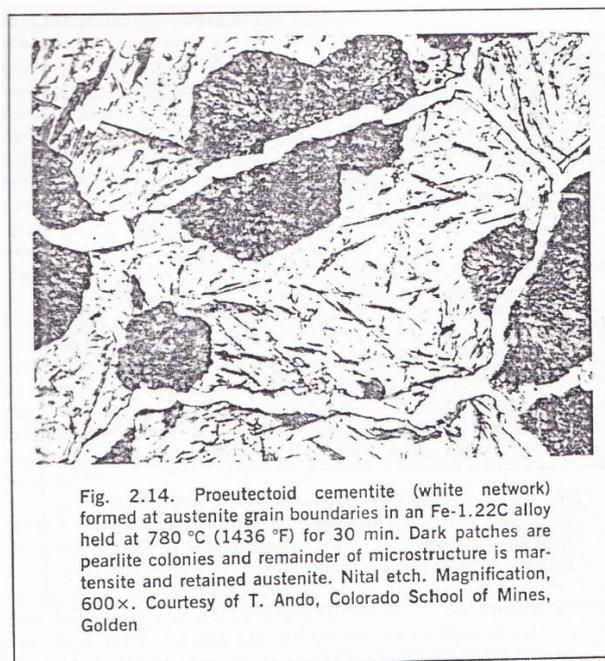
Fasa austenite merupakan larutan padat antara karbon dan besi yang memiliki struktur FCC. Fasa austenite terbentuk antara temperatur 912 °C sampai dengan temperatur 1394 °C. kelarutan karbon pada saat berada pada fasa austenite lebih besar hingga mencapai kelarutan karbon sekitar 2,14% C. keadaan struktur mikro besi pada fasa austenite dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Struktur Mikro Baja pada Fasa Austenite atau Besi Gamma (γ -Fe)(George Krauss, 1989: 183)

c. Sementit atau Besi Karbida

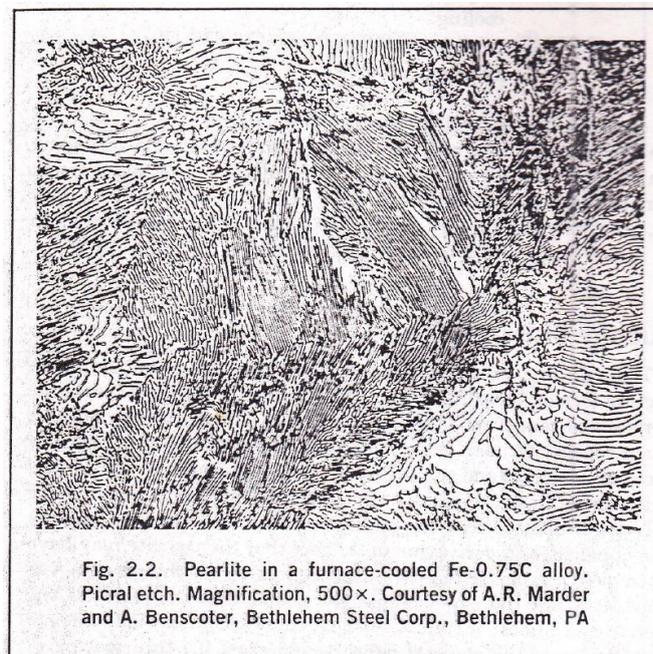
Besi karbida adalah paduan besi karbon dimana pada kondisi ini karbon melebihi batas larutan sehingga membentuk fasa kedua atau karbida besi yang memiliki komposisi Fe_3C dan memiliki struktur kristal BCT. Karbida pada ferit akan meningkatkan kekerasan pada baja, hal ini dikarenakan sementit memiliki sifat dasar yang sangat keras. Di fasa ini kelarutan karbon bisa mencapai 6.70% C pada temperatur dibawah 1400°C , akan tetapi baja ini bersifat getas. Keadaan struktur mikro besi pada fasa sementit dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Struktur Mikro Baja pada Fasa Sementit atau Besi Karbida (George Krauss, 1989: 37)

d. Perlit

Perlit merupakan campuran antara ferit dan sementit yang berbentuk seperti pelat-pelat yang disusun secara bergantian antara sementit dan ferit. Fasa perlit ini terbentuk pada saat kandungan karbon mencapai 0.76% C, besi pada fasa perlit akan memiliki sifat yang keras, ulet dan kuat. Keadaan struktur mikro besi pada fasa perlit dapat dilihat pada gambar 9.

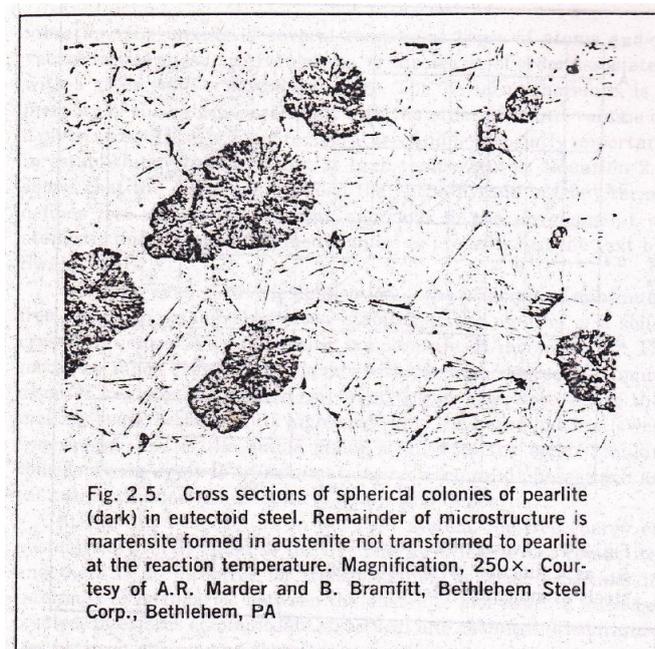


Gambar 9. Struktur Mikro Baja pada Fasa Perlit
(George Krauss, 1989: 2)

e. Martensit

Martensit adalah suatu fasa yang terjadi karena pendinginan yang sangat cepat sekali. Jenis fasa martensit tergolong ke dalam bentuk struktur kristal BCT. Pada fasa ini tidak terjadi proses difusi hal ini dikarenakan terjadinya pergerakan atom secara serentak dalam

waktu yang sangat cepat sehingga atom yang tertinggal pada saat terjadi pergeseran akan tetap berada pada larutan padat. Besi yang berada pada fasa martensit akan memiliki sifat yang kuat dan keras, akan tetapi besi ini juga bersifat getas dan rapuh. Keadaan struktur mikro besi pada fasa martensit dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Struktur Mikro Baja pada Fasa Martensit
(George Krauss, 1989: 26)

Metalografi merupakan ilmu yang mempelajari karakteristik struktur dari logam atau paduan. Mikroskop merupakan peralatan yang paling penting untuk mempelajari struktur mikro suatu logam. Mikroskop memungkinkan untuk menghitung ukuran butir, distribusi dari fasa-fasanya dan inklusi yang memiliki efek yang besar terhadap sifat logam. Fasa adalah suatu kondisi dimana komponen kimianya sama. Struktur mikro adalah suatu struktur yang hanya bisa dilihat dengan bantuan alat, dalam hal ini mikroskop optik yang

dijadikan sebagai alat dalam pengujian ini, sedangkan struktur makro adalah suatu struktur yang hanya bisa dilihat dengan cara visual/kasat mata.

Pengamatan metalografi dibagi menjadi dua, yaitu

- a. metalografi makro, yaitu penyelidikan struktur logam dengan pembesaran 10 - 1000 kali, dan
- b. metalografi mikro, yaitu penyelidikan struktur logam dengan pembesaran 1000 kali.

Pada analisa mikro digunakan mikroskop optik untuk menganalisa strukturnya. Berhasil tidaknya analisa ini ditentukan oleh preparasi benda uji, semakin sempurna preparasi benda uji, semakin jelas gambar struktur yang diperoleh.

Pada dasarnya pengujian metalografi mencakup dua spesimen pengujian, antara lain : pengujian merusak atau Destructive Test (DT) yang mencakup pengujian tarik dan tekan, pengujian kekerasan, pengujian impak, uji *charpy* dan relaksasi tegangan, uji kelelahan dan pengujian keausan. Yang kedua adalah pengujian yang tidak merusak atau Non Destructive Test (NDT) yang menggunakan metode ultrasonik, metode magnetik, metode akustik, metode radiografi dan yang terakhir adalah pemeriksaan visual.

Metalografi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur suatu logam dan paduannya serta hubungannya dengan sifat-sifat logam dan paduannya tersebut. Ada beberapa metode yang dipakai yaitu: mikroskop (optik maupun elektron), difraksi (sinar-X, elektron dan neutron),

analisis (X-ray fluorescence, elektron mikroprobe) dan juga stereometric metalografi. Pada praktikum ini digunakan metode mikroskop optik, sehingga pemahaman akan cara kerja mikroskop optik perlu diketahui.

Pengamatan metalografi dengan mikroskop umumnya dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Metalografi makro, yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran 10 – 100 kali,
- b. Metalografi mikro, yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran diatas 100 kali.

3. Perhitungan Besar Butir

Ada tiga metode untuk menghitung besar butir yang direkomendasikan oleh ASTM, yaitu:

1) Planimetri (Jefferies)

Metode ini menggunakan lingkaran yang umumnya memiliki luas 5000 mm^2 . Perbesaran dipilih sedemikian sehingga ada sedikitnya 75 butir yang berada di dalam lingkaran. Kemudian hitung jumlah total semua butir dalam lingkaran di tambah setengah dari jumlah butir yang berpotongan dengan lingkaran. Besar butir dihitung dengan mengalikan jumlah butir dengan pengali Jefferies (f) pada tabel 3 .

Rumus Empiris : $G = [3,322 \text{ Log } (Na) - 2,95]$ dan $Na = f(n_1 + n_2/2)$

Dengan:

G = besar butir dirujuk ke table ASTM E-112 untuk mencari nilai diameter butir

N_a = jumlah butir

n_1 = jumlah butir dalam lingkaran

n_2 = jumlah butir yang bersinggungan dengan garis lingkaran

f = factor pengali pada table Jefferies

Tabel 3. Pengali Jefferies

Perbesaran	F
1	0,002
25	0,125
50	0,5
75	1,125
100	2,0
200	8,0
300	18,0
500	50,0
1000	200,0

TABEL 4. PENGUKURAN BESAR BUTIR ASTM E112

ASTM micro- grain- size number <i>G</i>	"Diameter" of average grain section†		Average intercept distance‡ <i>L₃</i> , mm	Intercept count per mm, <i>N_L</i>	Area of av- erage grain section, <i>A</i> , mm ²	Calculated no. of grains per mm ³ , <i>N_V</i> §	Average	
	Nominal <i>d_n</i> , mm	Feret's <i>d_f</i> , mm					Grains per mm ² at 1X¶, <i>N_A</i>	Grains per in ² at 100X, <i>N_A</i>
00††	0.51	0.570	0.453	2.210	0.258	6.11	3.88	0.250
0	0.36	0.403	0.320	3.125	0.129	17.3	7.75	0.500
0.5	0.30	0.339	0.269	3.716	0.0912	29.0	11.0	0.707
1.0	0.25	0.285	0.226	4.42	0.0645	48.8	15.50	1.000
1.5	0.21	0.240	0.190	5.26	0.0456	82	21.9	1.414
1.7	0.200	0.226	0.177	5.64	0.0400	100	25.0	1.613
2.0	0.18	0.202	0.160	6.25	0.0323	138	31.0	2.000
2.5	0.15	0.170	0.135	7.43	0.0228	232	43.8	2.828
3.0	0.125	0.143	0.113	8.84	0.0161	391	62.0	4.000
3.2	0.120	0.135	0.106	9.41	0.0144	463	69.4	4.480
3.5	0.105	0.120	0.095	10.51	0.0114	657	87.7	5.657
3.7	0.100	0.113	0.089	11.29	0.0100	800	100	6.452
	μm	μm	μm		mm ² × 10 ⁻³			
4.0	90	101	80.0	12.5	8.07	1105	124	8.000
4.5	75	85	67.3	14.9	5.70	1859	175	11.31
4.7	70	79	62.0	16.1	4.90	2331	204	13.17
5.0	65	71	56.6	17.7	4.03	3126	248	16.00
5.2	60	68	53.2	18.8	3.60	3708	278	17.92
5.5	55	60	47.6	21.0	2.85	5258	351	22.63
5.7	50	56	44.3	22.6	2.50	6400	400	25.81
6.0	45	50	40.0	25.0	2.02	8842	496	32.00
6.3	40	45	35.4	28.2	1.60	12 500	625	40.32
6.5	38	42	33.6	29.7	1.43	14 871	701	45.25
6.7	35	39	31.0	32.2	1.23	18 659	816	52.67
7.0	32	36	28.3	35.4	1.008	25 010	992	64.00

2) Intercep (*Henry*)

Plastik transparan dengan grid (bergaris kotak-kotak)

diletakkan di atas foto atau sampel. Kemudian dihitung semua butir yang berpotongan dengan satu atau dua garis, sedangkan butir yang hanya berpotongan pada akhir garis dianggap setengah.

Penghitungan dilakukan pada tiga daerah agar mewakili. Nilai diameter rata-rata ditentukan dengan membagi jumlah butir yang berpotongan dengan panjang garis. Metode ini cocok untuk butir-butir yang tidak beraturan.

$$PL = P / LT / M$$

Panjang garis Perpotongan ;

$$L3 = 1 / PL$$

P = Jml titik potong batas butir dengan lingkaran

LT = Panjang Garis Total

M = Perbesaran

Dari PLatau L3 , pat dilihat di tabel besar butir ASTM

Empiris ; $G = (6,646 \log (L3) - 3,298)$

3) Metode Perbandingan

Foto mikrostruktur bahan dengan perbesaran 100X dapat dibandingkan dengan grafik ASTM E112-63, dapat ditentukan besar butir. Nomor besar butir ditentukan oleh rumus ;

$$N - 2^{n-1}$$

Dimana N adalah jumlah butir per inch² dengan perbesaran 100x.

Metode ini cocok untuk sampel dengan butir beraturan.

4. Mikroskop

Mikroskop cahaya atau dikenal juga dengan nama "Compound light microscope" adalah sebuah mikroskop yang menggunakan cahaya lampu sebagai pengganti cahaya matahari sebagaimana yang digunakan pada mikroskop konvensional. Pada mikroskop konvensional, sumber cahaya masih berasal dari sinar matahari yang dipantulkan dengan suatu cermin datar ataupun cekung yang terdapat dibawah kondensor. Cermin ini akan mengarahkan cahaya dari luar kedalam kondensor.

Mikroskop cahaya menggunakan tiga jenis lensa, yaitu lensa obyektif, lensa okuler, dan kondensor. Lensa obyektif dan lensa okuler terletak pada kedua ujung tabung mikroskop sedangkan penggunaan lensa okuler terletak pada mikroskop bisa berbentuk lensa tunggal (monokuler) atau ganda (binokuler). Pada ujung bawah mikroskop terdapat tempat dudukan lensa obyektif yang bisa dipasang tiga lensa atau lebih. Di bawah tabung mikroskop terdapat meja mikroskop yang merupakan tempat preparat.



Gambar 11 . Mikroskop optik
(Sumber: dokumentasi)

D. Pengujian Kekerasan

Menurut Tata Surdian (2005: 31) :

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

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

Menurut Hareon (1984: 46) menyatakan, “kekerasan adalah tahanan yang dilakukan oleh bahan terhadap desakan ke dalam yang tetap, disebabkan oleh sebuah alat pendesak dengan bentuk tertentu di bawah pengaruh gaya tertentu, suatu desakan kecil menunjukkan kekerasan yang besar”.

Jenis indenter pada masing-masing metode pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar berikut:

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number*
		Side View	Top View		
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			P	$HB = \frac{2P}{\pi D[D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers microhardness	Diamond pyramid			P	$HV = 1.854P/d^2$
Knoop microhardness	Diamond pyramid			P	$HK = 14.2P/l^2$
Rockwell and Superficial Rockwell	<ul style="list-style-type: none"> ⎧ Diamond cone ⎩ $\frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}$ in. diameter steel spheres 	 	 	<ul style="list-style-type: none"> 60 kg 100 kg 150 kg 15 kg 30 kg 45 kg 	<ul style="list-style-type: none"> Rockwell Superficial Rockwell

Gambar 12. Macam-macam Teknik Pengujian Kekerasan (William D. Calister, Jr: 2001)

1) Pengujian Kekerasan Brinell

B. J. M. Beumer (1994: 25) mengatakan, “Pada pengukuran kekerasan menurut *Brinell* peluru baja yang disepuh dengan garis tengah D yang ditentukan dengan gaya tertentu F . Selama beberapa waktu, ditekan ke dalam bahan. Setelah menyisihkan peluru garis tengah D dari bekas-tetap diukur”. Benda uji itu harus didukung secara merata oleh bidang pendukung yang cukup tebal, sebab kalau tidak demikian, kekerasan bidang pendukung akan ikut terukur. Hareon (1984: 47) mengemukakan, ”Diameter pendesakannya diukur dan kekerasan (HB) dihitung dari perbandingan antara gaya F dan luas A dari segmen bola dari pendesakan yang dihitung”.

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan bahan suatu material / logam terhadap perubahan bentuk plastis / tetap yang diakibatkan oleh

gaya luar yang bekerja melalui benda lain yang lebih keras. Pengujian kekerasan dengan sistem Brinell adalah salah satu sistem pengujian dengan cara penekananan suatu indentor bola baja terhadap benda uji. Pada sistem Brinell, angka kekerasan Brinell (BHN= Brinell Hardness Number) didefinisikan sebagai perbandingan antara besar gaya penekanan F dengan luas tekan A, atau :

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

Ket: P = Gaya / beban penekanan (Kg)

D = Diameter bola baja dengan indentor (2,5 mm)

d = Diameter tapak tekan indentor pada benda uji (mm)

Pada pengujian kekerasan dengan system *Brinell*, gaya penekanan merupakan gaya pukulan yang diberikan melalui alat Poldi, sehingga bola penekan memberikan bekas tarik pada benda uji maupun pada batang standar yang telah diketahui kekerasannya.

Jika diameter bola baja 10 mm maka beban yang digunakan (pada mesin uji) adalah 3000 kg, sedangkan jika diameter bola bajanya 5 mm maka beban yang digunakan pada mesin uji adalah 750 kg, sedangkan untuk pengujian yang dilakukan dengan menggunakan bola baja berdiameter 2,5 mm dengan beban sebesar 187,5 kg. Diameter bola dengan gaya yang di berikan mempunyai ketentuan, yaitu:

- a. Jika diameter bola terlalu besar dan gaya yang diberikan terlalu kecil maka akan mengakibatkan bekas lekukan yang terjadi akan terlalu

kecil dan mengakibatkan sukar diukur sehingga memberikan informasi yang salah.

- b. Jika diameter bola terlalu kecil dan gaya yang diberikan terlalu besar maka dapat mengakibatkan diameter bola pada benda yang diuji besar (ambusnya bola) sehingga mengakibatkan harga kekerasan menjadi salah.

Pengujian *Brinell* biasa dinyatakan dalam HB. Lamanya waktu pengujian, tergantung pada material yang akan diuji. Untuk semua jenis baja lama pengujian adalah 15 detik sedangkan untuk material bukan baja lama pengujian adalah 30 detik. Pengujian *brinell* diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan *brinell* sampai 400 HB, jika lebih dari nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian *Rockwell* atau *Vickers*

2) Pengujian Kekerasan Vickers

Metode uji kekerasan lain harus digunakan untuk material dengan kekerasan tinggi yang tidak dapat diukur dengan metode Brinell (maksimal 450 HRB [48 HRC]), yaitu metode Vickers. Indentornya adalah piramid intan yang memiliki dasar berbentuk kotak dengan beban 1-120 kgf. Beban diberikan selama 10-15 detik dan jejak berbentuk intan yang diukur kedua diameternya dalam mm. nilai kekerasan Vickers dihitung menggunakan persamaan berikut;

$$HV = \frac{[2P \sin(136^\circ / 2)]}{2}$$

$$HV = \frac{[1,8544 P]}{d^2} \dots\dots\dots$$

Dimana P = beban indentasi (kgf), dan d = rata-rata diameter jejak (mm).
kekerasan Vickers dinyatakan dalam nomor Vickers dengan symbol
“HV” diikuti dengan sufiks yang menyatakan beban (Bondan T. Sofyan,
2010).

3) Pengujian Kekerasan Rockwell

Metode Rockwell merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam industri karena sangat sederhana dan tidak memerlukan keahlian khusus untuk melakukannya. Peralatan pengujian sudah teratomisasi sehingga tidak diperlukan pengukuran jejak. Nilai kekerasan langsung ditampilkan dimesin uji ketika penjejakan telah selesai dilakukan. Berbagai macam kekerasan Rockwell tersedia, dengan mengkombinasikan bentuk indentor dan beban. Berikut adalah dua jenis indentor Rockwell:

- a. Intan berbentuk kerucut dengan sudut 120° (dikenal dengan *indentor brale*). Intan digunakan untuk menguji material yang keras (> 100 HRB dan $> 83,1$ HR30T).
- b. Bola baja yang dikeraskan dengan diameter $1/16$, $1/8$, $1/4$, dan $1/2$ inci. Jenis identor ini digunakan untuk menguji material yang lunak.
Ada dua jenis pengujian Rockwell, antara laian sebagai berikut;
- c. Rockwell; jenis pengujian yang menggunakan beban minor 10 kgf, dan beban mayor 60, 100, atau 150 kgf.

- d. Superficial Rockwell; jenis pengujian yang menggunakan beban minor 3 kgf, dan beban mayor 15, 30, atau 45kgf (Bondan T. Sofyan, 2010).

Metode pengukuran kekerasan yang dilakukan menggunakan pengujian Rockwell C, melalui penekanan pada permukaan benda uji dengan pembebanan diberikan secara perlahan tanpa adanya beban kejut (G.Groenendijk: 1984), ditahan selama 10-15 detik. Pengujian ini mengacu kepada ASTM Standar E10-01 Volume 03 01 (2003).

- a) Mesin uji kekerasan



Gambar 13. Universal Hardness Test.

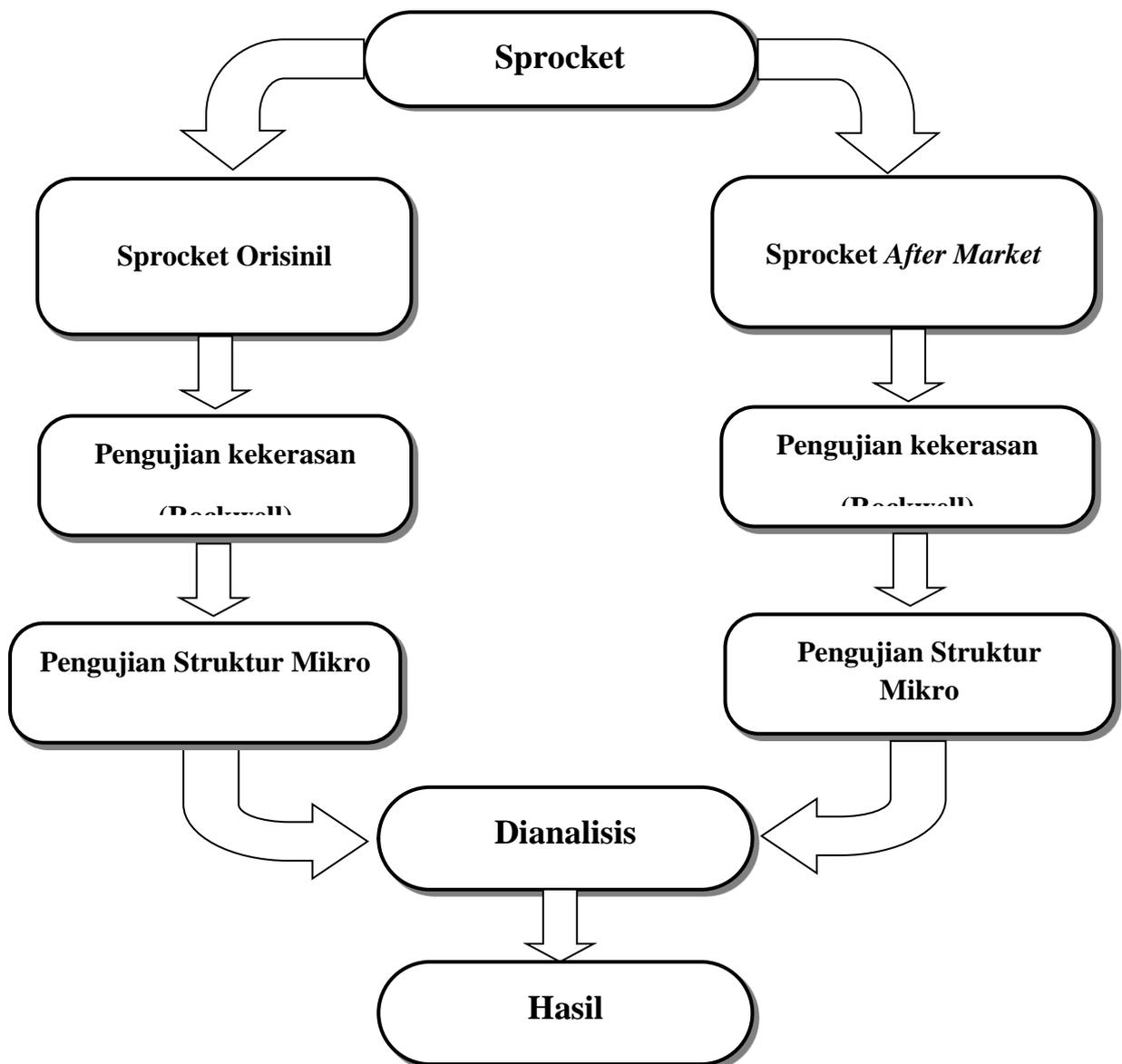
E. Penelitian yang relevan

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. Gunawan Firman Ade (2007) *Pengaruh Tempering Dengan Variasi Quenching Oli SAE 10, SAE 40 Dan SAE 90 Terhadap Kekerasan Permungkaan Sprocket Imitasi Sepeda Motor*. Fakultas Teknik UNP. Menyatakan bahwa variasi temperatur tempering dapat meningkatkan kekerasan baja karbon sedang.

F. Kerangka Konseptual.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar perbandingan kekerasan dan struktur mikro sprocket Orisinil dengan sprocket *After Market*.



Gambar 14. Kerangka Konseptual

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan data telah dilakukan pencarian, maka dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata kekerasan sprocket Orisinil 60,6 HRc sedangkan rata-rata kekerasan sprocket *after market* 42,6 HRc, terdapat selisih 30% lebih keras sprocket Orisinil dibandingkan sprocket *after market*.
2. Pada struktur mikronya terdapat perbedaan struktur, struktur mikro pada sprocket Orisinil lebih didominasi oleh unsur-unsur perlit sedangkan pada sprocket *after market* lebih didominasi oleh unsur ferrite.

B. Saran

1. Bagi pengguna kendaraan khususnya sepeda motor roda dua agar selalu menggunakan standar penggunaan suku cadang yang telah direkomendasikan oleh perusahaan.
2. Karena keterbatasan waktu, biaya dan tempat penelitian, peneliti hanya meneliti kekerasan dan struktur mikro. Untuk penelitian lebih lanjut peneliti menyarankan untuk meneliti perbandingan keuletan

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, W.O. dkk (eds) (1991). *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasawan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Baumer ing, B.j.M. (1994) *Ilmu Bahan Logam Jilid 1*. Jakarta: Bhratara Niaga Media.
- Bondan, T. Sofyan. (2010). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Daswarman. (2012). *Serial Material Teknik dasar-dasar Pemilihan Bahan*. Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- Eddy D . Hardjapamekas. (1994). *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*. (Schonmetz. Terjemahan). Bandung: Percetakan angkasa.
- Gunawan Firman Ade (2007) *Pengaruh Tempering Dengan Variasi Quenching Oli SAE 10, SAE 40 Dan SAE 90 Terhadap Kekerasan Permungkaan Sprocket Imitasi Sepeda Motor*. Fakultas Teknik UNP.
- Hari Amanto, Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kramer, Hans dan Schamagl, Johann. (1997). *Pengetahuan Bahan Untuk Industri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Krauss, George (1989) *Steels : Heat Treatment and Processing Principles*. Materials Park, Ohio : ASM International, 1989.
- Smallman R.E. dan Bishop. R.J. (1999). *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Edisi Keenam. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sumadi, (2013). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sriati Djapre,(1992). *Ilmu Teknologi Bahan (logam dan non logam)*. Erlangga Jakarta.
- Tata surdian, dan Shinroku Saito. (2000) *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT Pradya Pramita Jakarta.
- Tim Penyusun. (2010). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Depdiknas UNP.