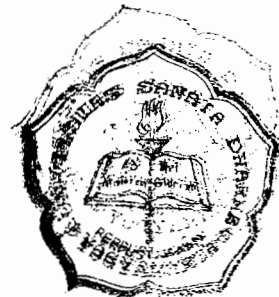


SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA LUNAK UNTUK KEPERLUAN CABINET PANEL

TUGAS AKHIR

No. Soal : 54 / FT. USD / TM / 2000

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



Oleh :

Valerianus Mirihantoso Madung

NIM : 935214021

NIRM : 930051123109120021

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA
2000**

TUGAS AKHIR

SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA LUNAK UNTUK KEPERLUAN CABINET PANEL

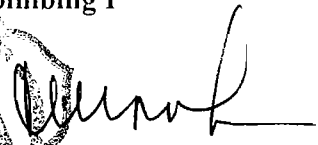

Oleh :

Valerianus Mirihantoso Madung

NIM : 935214021
NIRM : 930051123109120021

Telah disetujui oleh :

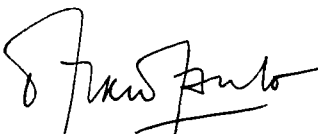
Pembimbing I

(Dr. Ir. Viktor Malau, DEA)

Tanggal : 2000

Pembimbing II


(D.Doddy Purwadianto, ST)

Tanggal :

TUGAS AKHIR


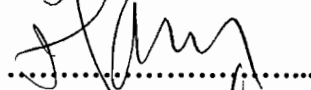
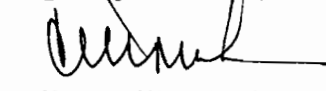
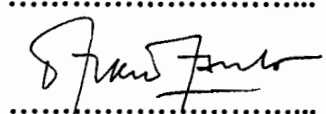
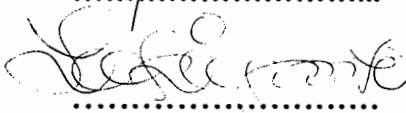
SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA LUNAK UNTUK KEPERLUAN CABINET PANEL

Dipersiapkan dan Ditulis Oleh :

Valerianus Mirihantoso Madung

NIM : 935214021
NIRM : 930051123109120021

Telah Dipertahankan di depan Panitia Penguji :
Pada tanggal : 18 Agustus 2000
Dan dinyatakan memenuhi syarat
Susunan Panitia Penguji :

	Nama lengkap	Tanda tangan
Ketua	Ir. P.J. Soedarjana	
Wakil Ketua	Ir. G. Harjanto	
Anggota	Dr. Ir. Viktor Malau, DEA	
Anggota	D. Doddy Purwadianto, ST	
Anggota	Ir. YB. Lukiyanto, MT	

Yogyakarta, 18 Agustus 2000
Fakultas Teknik
Universitas Sanata Dharma
Dekan,




(Ir. G. Harjanto)



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA

(Kampus III) Paingan Maguwoharjo, Sleman -DIY
Telp.(0274) 883037,883968, Fax. 0274562383

=====

TUGAS AKHIR PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK MESIN

Nomor : 54 / FT.LSD / TM / 2000

Diberikan kepada :

Nama Mahasiswa : Valerinus Mirihantoso Mading

Nomor Mahasiswa : 935214021

NIRM : 930051123109120021

Jurusan : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Mata kuliah : Bahan Teknik Manufaktur

Judul/ naskah soal : Sifat fisis dan mekanis Baja lunak untuk keperluan " CABINET PANEL ".

Tanggal dimulai : 10 Maret 2000

Dosen Pembimbing Kedua

Yogyakarta, 10 Maret 2000
Dosen Pembimbing Utama

(D. Doddy Purwadijanto, S.T.)

(Dr. Ir. Viktor Malau, DEA.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Adalah tidak mungkin mencapai keberhasilan tanpa perlawanan, kesukaran, dan kemunduran. Akan tetapi adalah mungkin menjalani hidup selanjutnya tanpa kekalahan.”

Tugas Akhir ini saya persembahkan buat:

1. Bapak, ibu tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan materil hingga terselesainya tugas Akhir ini.
2. Saudara-saudaraku tersayang Otto, Os, Wens, Timo yang banyak memberi motivasi demi terselesainya tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, atas terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan studi di jurusan teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, pada program strata-1. Penulis mengambil judul tugas akhir : “SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA LUNAK YANG DIPERGUNAKAN UNTUK KEPERLUAN CABINET PANEL”, data untuk analisa tugas akhir ini penulis peroleh dari serangkaian penelitian yang penulis lakukan di laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dan Laboratorium ilmu logam UGM Yogyakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyusun tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan di sana sini. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan masukan-masukan untuk lebih baiknya dari isi tugas akhir ini.

Dalam kesempatan ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Romo **Dr. M. Sastrapratedja,S.J.** selaku Rektor Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak **Ir. G. Harjanto**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak **Dr.Ir.Viktor Malau,DEA** selaku pembimbing utama.

4. Bapak **D.Doddy Purwadianto,S.T.** selaku pembimbing kedua
5. Bapak **Ir.G.Harjanto**,selku dosen pembimbing akademik
6. Bapak **Ir.YB.Lukiyanto,M.T.** selaku ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
7. Bapak **Budi Setiyandana,S.T.** selaku kepala laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
8. Bapak **Martono**, dan teman-teman yang telah membantu, mendorong dan memberikan masukan baik langsung maupun tak langsung saat pengujian.

Akhirnya semoga apa yang penulis sajikan sebagai bahan tugas akhir ini dapat memberikan sumber referensi bagi teman-teman dan peminat bahan teknik manufaktur serta pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, Agustus 2000
Penulis

DAFTAR ISI



Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Lembaran Ujian Pendadaran	iii
Lembar Soal Tugas Akhir	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Grafik	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang Penelitian	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Metode Penelitian	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Teori Baja	3
2.2 Jenis-Jenis Baja	4
2.2.1 Baja Konstruksi	5

2.2.2 Baja Perkakas	5
2.3 Diagram kesetimbangan Baja	6
2.4 Unsur Paduan Pada Baja.....	11
2.4.1 Pengaruh unsur Paduan.....	11
2.5 Sifat Mekanis Baja.....	13
2.5.1 Sifat terhadap Beban Tarik	13
2.5.1.1 Modulus Elastisitas	14
2.5.1.2 Batas Proporsional.....	15
2.5.1.3 Tegangan Luluh	15
2.5.1.4 Nilai Kekerasan	16
2.5.1.5 Pengukuran Keliatan.....	21
2.6 Perlakuan Panas.....	22
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	26
3.1 Persiapan Bahan	26
3.2 Pembuatan Sampel.....	26
3.3 Proses Perlakuan Panas	27
3.4 Tahapan Perlakuan Panas	27
3.4.1 Proses Austenisasi	27
3.4.2 Proses Pendinginan Kejut	27
3.4.3 Proses Pendinginan Udara	28
3.5 Pengujian	28
3.5.1 Pengujian Komposisi	28

3.5.2 Pengujian Kekerasan	28
3.5.3 Pengujian Tarik.....	28
3.5.4 Pengujian Struktur Mikro.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN	31
4.1 Pengujian Komposisi Kimia.....	31
4.2 Pengujian Kekerasan	31
4.2.1 Kondisi Setelah di-Anil.....	31
4.2.2 Kondisi Austenit Pendinginan Kejut	32
4.2.3 Kondisi Austenit Pendinginan Udara	32
4.3 Pengujian Tarik.....	33
4.3.1 Kondisi Setelah di-Anil.....	33
4.3.2 Kondisi Austenit Pendinginan Kejut	34
4.3.3 Kondisi Austenit Pendinginan Udara	34
4.4 Regangan	35
4.5 Pengujian Struktur Mikro.....	36
BAB V PEMBAHASAN	39
5.1 Kekerasan	39
5.2 Kekuatan Tarik	40
5.3 Elongasi (regangan)	40
5.4 Struktur Mikro	41
BAB VI KESIMPULAN	42
6.1 Kesimpulan	42

6.2 Saran 43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1. Diagram Kesetimbangan Besi – Karbon	9
2. Gambar 2. Struktur mikro Baja.....	10
3. Gambar 3. Tipe kurva tegangan – Regangan.....	14
4. Gambar 4 Prinsip Pengukuran Kekerasan Rockwell	18
5. Gambar 5 Mesin Uji Kekerasan	20
6. Gambar 6 Diagram transformasi terjadinya Martensit.....	23
7. Gambar 7 Kurva transformasi anil.....	25
8. Gambar 8 Profil benda kerja uji tarik	26
9. Gambar 9 Foto Struktur mikro baja yang dianil.....	37
10. Gambar 10 Foto Struktur mikro baja di-Quench	37
11. Gambar 11 Foto Struktur mikro baja Temper.....	38

DAFTAR TABEL

1. Tabel 4.1 Data hasil uji Komposisi Kimia	31
2. Tabel 4.2 Data hasil uji Kekerasan kondisi Anil.....	31
3. Tabel 4.3 Data uji kekerasan setelah di-Quench.....	32
4. Tabel 4.4 Data uji kekerasan setelah di-Temper.....	32
5. Tabel 4.5 Data uji Tarik setelah Anil	33
6. Tabel 4.6 Data uji Tarik setelah di-Quench.....	34
7. Tabel 4.7 Data uji Tarik setelah Temper	34
8. Tabel 4.8 Data uji Regangan	35

DAFTAR GRAFIK

1. Grafik 1. Grafik Kekerasan Baja Lunak	33
2. Grafik 2 Grafik Tegangan Tarik Baja Lunak.....	35
3. Grafik 3 Grafik Regangan Baja Lunak	36

BAB I

P E N D A H U L U A N

I.1. Latar Belakang Penelitian

Dengan perkembangan teknologi pada saat ini, maka industri penghasil bahan dituntut untuk menghasilkan suatu produk yang berkualitas tinggi sehingga mampu bersaing dengan produk dari luar negeri, sehingga dapat menghemat devisa negara sehingga dapat mengoptimalkan potensi sumber daya manusia.

Dalam penyediaan dan pembuatan komponen-komponen baja untuk cabinet panel dibutuhkan baja lunak yang memiliki sifat mekanis yang baik.

Untuk memenuhi tuntutan tersebut peneliti mencoba mengambil sampel yang diproduksi PT Krakatau Steel.

I.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro dari baja lunak yang digunakan untuk cabinet panel.

I.3. Pembatasan Masalah

Agar lebih jelas, maka penulis memberikan batasan-batasan agar dalam pelaksanaannya dapat terarah.

1. Pengujian tarik
2. Pengujian kekerasan
3. Pengujian struktur mikro

I.4. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai adalah melakukan penelitian di laboratorium dan menganalisa hasil-hasilnya. Penelitian meliputi pengujian tarik, pengujian kekerasan dan struktur mikro.

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan regangan benda uji. Penarikan dilakukan sampai sampel mengalami patah dan sehingga dapat diketahui beban maksimumnya.

Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekerasan bahan yang merupakan ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi plastis. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metoda Brinell di laboratorium ilmu logam Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma, dimana menggunakan penjejak bola dengan diameter 2,5 mm. bekas yang dilakukan penjejakan kemudian diukur diameter hasil penjejakannya. Dari hasil penjejakan tersebut dapat diketahui nilai kekerasan bahan.

Untuk pengujian struktur mikro pada sampel dilakukan photo struktur mikro (fasa – fasa). Dari sini dapat diketahui sifat fisis dan mekanis bahan dengan struktur mikro dari bahan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Teori Baja

Besi dan baja paling banyak dipakai sebagai bahan industri yang merupakan sumber sangat besar, di mana sebagian ditentukan oleh nilai ekonominya, tetapi yang paling penting karena sifat-sifat yang bervariasi, yaitu bahwa bahan tersebut mempunyai sifat dari yang paling lunak dan mudah dibuat sampai yang paling keras dan tajam pun untuk pisau pemotong dapat dibuat. Itulah sebabnya mengapa besi dan baja disebut bahan yang paling kaya dengan sifat-sifat.

Konstruksi baja biasanya dibuat dengan mengelas, untuk itu diperlukan lembaran baja yang agak tebal agar mempunyai kemampuan las yang baik. Tidak dapat dihindari bahwa bahan berubah sifatnya disebabkan karena panas waktu pengelasan.

Untuk mendapatkan baja dilakukan serangkaian proses. Pertama-tama bijih besi yang merupakan hasil tambang dilebur dalam dapur tinggi (*blast furnace*) untuk mendapatkan besi mentah (*pig iron*). Besi mentah hasil dapur tinggi masih mengandung unsur C, Si, Mn, P, dan S dalam jumlah cukup besar. Kandungan unsur-unsur tersebut perlu dikurangi agar diperoleh baja sesuai 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. Proses peleburan oksidasi dapat dilakukan dalam bermacam-macam dapur/tungku seperti:

a. Konverter (*Converter*) : Proses Bessemer

Proses Thomas

b. Dapur tungku terbuka (*Siemens Martin*)

c. Dapur listrik (*Electric Furnace*)

2.2. Jenis-Jenis Baja

Logam ferrous dapat digolongkan dalam beberapa kelompok berdasarkan komposisi kimia, khususnya kadar karbon, sifat-sifat mekanis/fisis (kekuatan, kekerasan, keuletan, kekenyalan, mampu diperkeras, mampu dilas, kemampuan dibentuk pada suhu rendah atau tinggi, daya tahan panas, daya tahan korosi) atau tujuan penggunaannya.

Jenis baja menurut penggunaannya dan kandungan karbonnya, dibagi dalam dua kelompok utama:

1. Baja Konstruksi, kandungan karbon : 0,06 – 0,55 %
2. Baja Perkakas, kandungan karbon : 0,50 – 1,70 %

Baja bukan paduan mengandung C sampai dengan 1,5 % dengan tambahan Mn dan Si. Baja paduan rendah mengandung unsur-unsur paduan Mn, Si, Cr, Ni, W, Mo sampai 5 %.

Baja paduan tinggi mengandung unsur-unsur lebih dari 5 %.

2.2. 1. Baja Konstruksi

Kelompok ini mencakup sekitar 90 % dari seluruh pembuatan baja. Baja konstruksi digunakan untuk pembuatan baja batangan, baja profil untuk segala jenis konstruksi (jembatan, menara, bangunan tinggi, pesawat angkat), baja beton, plat-plat, pipa, kawat, komponen mesin. Beban yang bekerja pada konstruksi dapat rendah sampai tinggi.

Baja konstruksi umum tidak dipadu dan distandarisasikan menurut kekuatan tarik terkecilnya. Ini dapat terlihat pada sebutan ST42, ialah baja konstruksi dengan kekuatan tarik minimal 42 kg/mm^2 dengan meningkatnya kandungan C, maka kekuatannya menjadi naik sedang regangan, keuletan, dan mampu lasnya turun.

2.2.2. Baja Perkakas

Baja perkakas dibagi menurut campuran :

- Baja bukan paduan
- Baja paduan rendah
- Baja paduan tinggi

a. Baja perkakas bukan paduan.

Mengandung karbon 0,5 – 1,5 % semakin besar kadar C baja semakin keras. Baja ini biasanya dikejutkan dengan air untuk memperoleh sifat kerasnya membutuhkan kecepatan pendinginan yang besar, peka terhadap retakan.

b. Baja perkakas paduan rendah.

Mengandung unsur C 0,8 – 1,7 % unsur pemadu W, Cr, V, Ni, Mn sampai seluruhnya berjumlah 5 %. Baja ini dikejutkan ke dalam minyak, mampu digunakan sampai 400 °C dapat dikeraskan secara keseluruhan dengan baik.

c. Baja perkakas paduan tinggi (HSS).

Mengandung unsur karbon 0,8 – 1,7 % dengan unsur pemadu W, Cr, V, Ni, Ti, Co, baja alat irisi/perkakas yang dapat digunakan sampai suhu 560 °C .

2.3. Diagram Kesetimbangan Baja

Baja, paduan besi dan karbon, menyajikan reaksi-reaksi dan struktur mikro yang dapat digunakan ahli teknik untuk merubah sifat bahan. Paduan besi-karbon merupakan bahan konstruksi yang terpenting. Baja, bahan yang serbaguna terdiri dari puluhan jenis. Di satu pihak ada baja lunak yang digunakan untuk pembentukan panel. Selain itu terdapat baja yang sangat keras dan tangguh untuk roda gigi dan lain-lain.

Diagram fasa dapat digunakan untuk menjelaskan tiap karakteristik baja-baja di atas.

Ferit atau besi- α

Modifikasi dari struktur besi murni pada suhu ruang disebut ferit. Ferit bersifat lunak dan ulet, dalam keadaan murni kekuatan tariknya kurang dari 310 Mpa. Bersifat feromagnetik pada suhu di bawah 770 °C. Berat jenis ferit 7,88 gr/cm³.

Karena ferit mempunyai struktur kubik pemusatan ruang, ruangan antar atom kecil dan rapat sehingga tidak dapat menampung atom karbon yang kecil sekalipun. Oleh karena itu daya larut karbon dalam ferit rendah yaitu kurang dari 1 karbon per 1000 atom besi. Atom karbon terlalu kecil untuk membentuk larutan padat substitusi dan terlalu besar untuk larutan padat intertisi.

Austenit atau besi- γ

Modifikasi besi dengan struktur pemusatan sisi disebut austenit. Bentuk besi murni ini stabil pada suhu antara 912°C dan 1394°C .

Perbandingan langsung antara sifat-sifat mekanis austenit dan ferit sulit karena harus dibandingkan pada suhu berlainan. Akan tetapi pada suhu stabilnya austenit lunak dan ulet sehingga mudah dibentuk. Penempaan baja dan pencairannya pada suhu 1100°C atau di atasnya.

Besi- δ

Di atas 1394°C , austenit bukan dalam bentuk besi yang paling stabil karena struktur berubah kembali menjadi fasa kubik pemusatan ruang atau besi- δ . Besi- δ sama dengan ferit kecuali daerah suhunya, oleh karena itu biasanya disebut ferit- δ . Daya larut dalam jenis besi ini kecil, akan tetapi lebih besar dari ferit- α , karena suhu yang lebih tinggi.

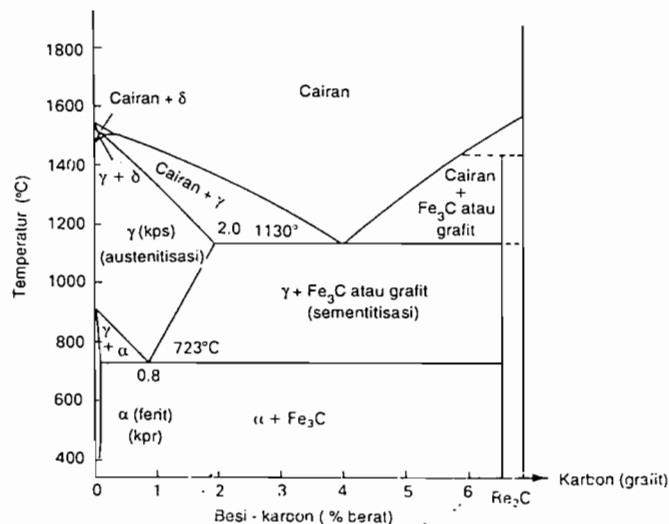
Karbida besi.

Pada paduan besi-karbon, karbon melebihi batas daya larut membentuk fasa kedua yang disebut karbida besi atau sementit. Karbida besi mempunyai komposisi kimia Fe_3C . Hal ini tidak berarti bahwa karbid besi membawa molekul-

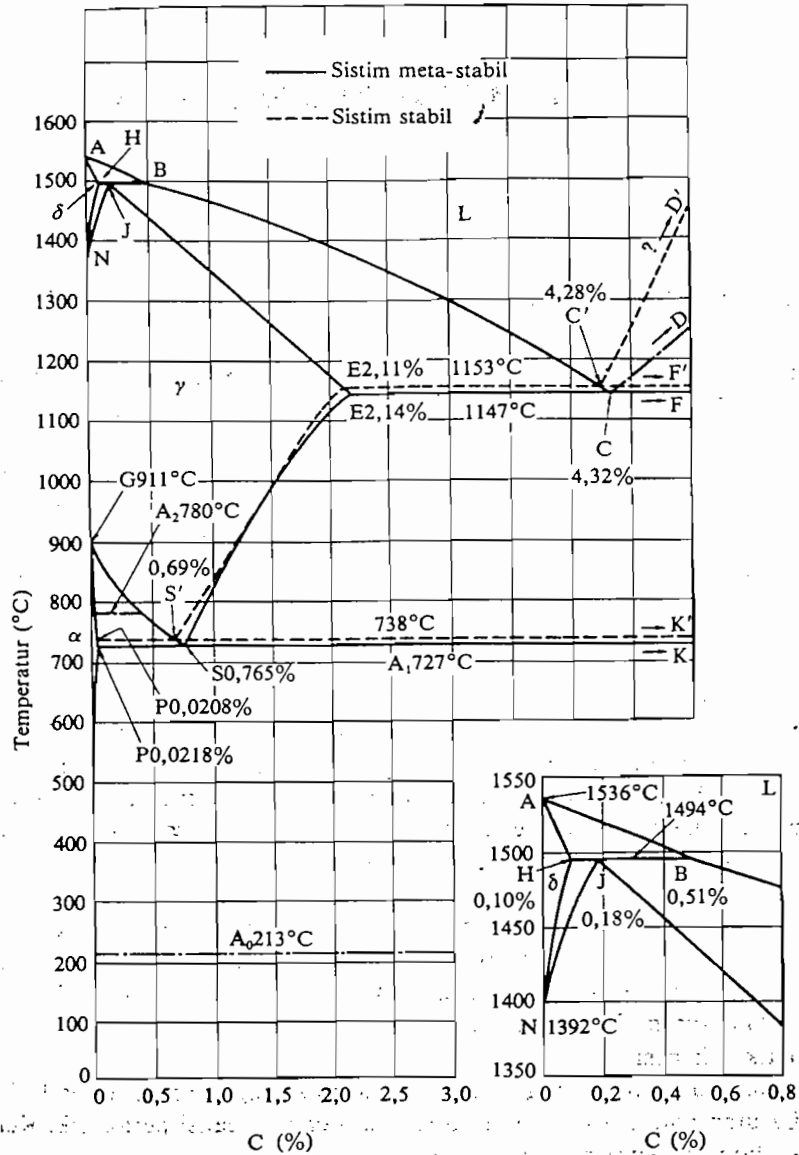
molekul Fe_3C , akan tetapi kisi kristal mengandung atom besi dan karbon dalam perbandingan tiga lawan satu. Jadi kandungan karbon 6,7% dengan berat jenis $7,6 \text{ g/cm}^3$.

Dibandingkan dengan austenit dan ferit, sementit sangat keras. Karbida besi dalam ferit meningkatkan kekerasan baja, akan tetapi karena karbida besi murni tidak ulet, karbida ini tidak dapat menyesuaikan diri dengan adanya konsentrasi tegangan, oleh karena itu kurang kuat.

Pada paduan besi karbon terdapat fasa karbida yang disebut sementit dan juga grafit, grafit lebih stabil daripada sementit. Pada gambar 1.a dan b menunjukkan diagram kesetimbangan besi karbon atau diagram $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C}$, sebagai dasar dari bahan yang berupa besi baja.

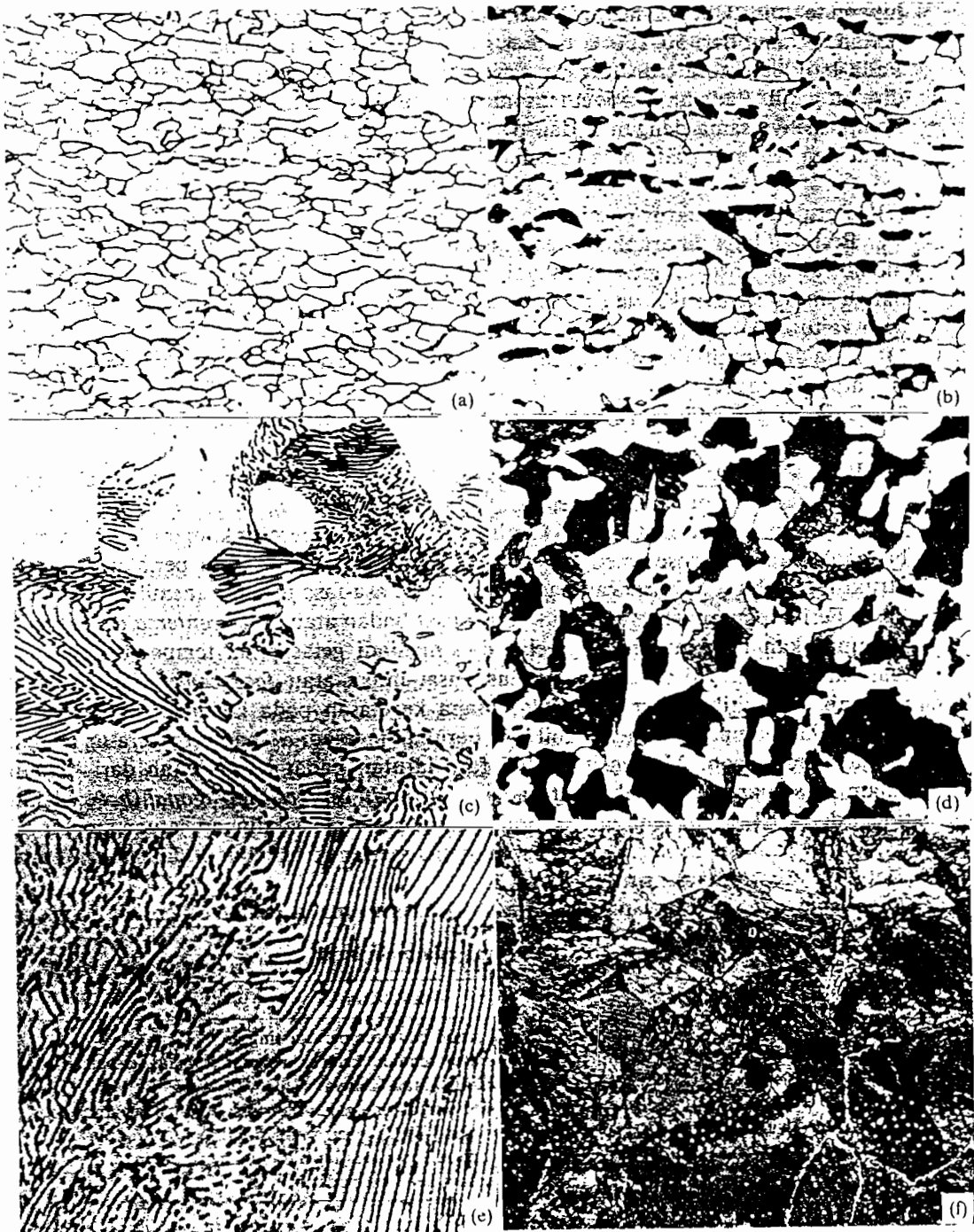


Gbr 1a. Diagram kesetimbangan Besi – Karbon
 Sumber: T.Surdia, Pengetahuan Bahan Teknik, 1985, hal.70



Gbr 1b. Diagram kesetimbangan Besi – Karbon
 Sumber: T. Surdia, *Pengetahuan Bahan Teknik*, 1985, hal. 70

Baja yang berkadar karbon sama dengan komposisi eutektoid dinamakan baja *eutektoid*, yang berkadar karbon kurang dari komposisi eutektoid dinamakan baja *hipoeutektoid*, dan yang berkadar karbon lebih dari komposisi eutektoid disebut baja *hipereutektoid*. Gambar 2. menunjukkan struktur mikro baja apabila didinginkan perlahan-lahan dari 50–100°C di atas garis GS (A₃) dan garis SE (A_{cm}).



Gbr 2. Struktur mikro baja
Sumber: T. Surdia, *Pengetahuan Bahan Teknik*, 1985, hal. 73

2.4. Unsur Paduan Pada Baja

Baja pada umumnya mengandung unsur-unsur paduan sebagai elemen tambahan pada Fe dan C . Unsur paduan tersebut dapat berupa : Mn (mangan), Ni (nikel), Cr (Khromium), Mo (Molibden), Si (Silikon), dan lain-lain.

Umumnya kandungan masing-masing unsur paduan lebih kecil dari 5 %. Baja ini pada umumnya telah mendapat perlakuan panas oleh pabrik pembuatnya.

Adapun maksud penambahan unsur-unsur paduan tersebut adalah:

- Meningkatkan kekerasan dan keuletan baja
- Memperbaiki sifat-sifat baja.

2.4.1 Pengaruh Unsur – Unsur Paduan

a. Sulfur (S) dan Phosfor (P)

Semua baja mengandung S dan P. Unsur-unsur 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 baja. Kadar S dalam jumlah besar menjadikan baja rapuh pada suhu tinggi, sedangkan unsur P menjadikan baja rapuh pada suhu rendah. Kadang-kadang unsur P perlu ditambahkan pada baja agar mudah dikerjakan dengan mesin perkakas .

b. Mangan (Mn)

Semua baja mengandung Mn karena diperlukan dalam proses pembuatan baja . Kadar Mn lebih kecil 0,6 % tidak dianggap sebagai unsur paduan karena tidak mempengaruhi sifat baja secara menyolok.

Unsur Mn dalam pembuatan baja berfungsi sebagai deoksider (pengikat O_2) sehingga proses peleburan dapat berlangsung dengan baik. Kadar Mn rendah dapat juga menurunkan kecepatan pendinginan kritis.

c. Nikel (Ni)

Unsur Ni memberi pengaruh sama seperti Mn, yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis. Kadar Ni cukup banyak menjadikan baja austenit pada suhu kamar. Nikel membuat struktur butiran halus dan menaikkan keuletan baja.

d. Silikon (Si)

Unsur Si selalu terdapat dalam baja. Unsur ini menurunkan laju perkembangan gas sehingga mengarang sifat berpori baja. Silikon akan menaikkan tegangan tarik, menurunkan kecepatan pendinginan kritis. Unsur Si harus selalu ada dalam baja walaupun dalam jumlah kecil untuk memberi sifat mampu las dan mampu tempa pada baja.

e. Chromium

Unsur Cr dapat memindahkan titik eutektik ke kiri. Unsur Chromium dan C akan membentuk karbide yang akan menaikkan kekerasan baja.

f. Cobalt (Co)

Biasanya unsur cobalt digunakan bersama-sama dengan paduan lainnya. Unsur Co menaikkan daya tahan aus dan menghalangi pertumbuhan butiran.

2.5. Sifat Mekanis Baja

Deformasi terjadi bila bahan mengalami suatu gaya . Selama deformasi bahan mengalami atau menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja sepanjang jarak deformasi.

Dalam sifat mekanis bahan terdapat istilah regangan, tegangan, kekuatan, keuletan serta ketangguhan. Regangan adalah besar deformasi per satuan panjang. Tegangan adalah gaya per satuan luas. Kekuatan adalah ukuran besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu bahan. Dan ketangguhan adalah jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi perpatahan.

2.5.1 Sifat Terhadap Beban Tarik

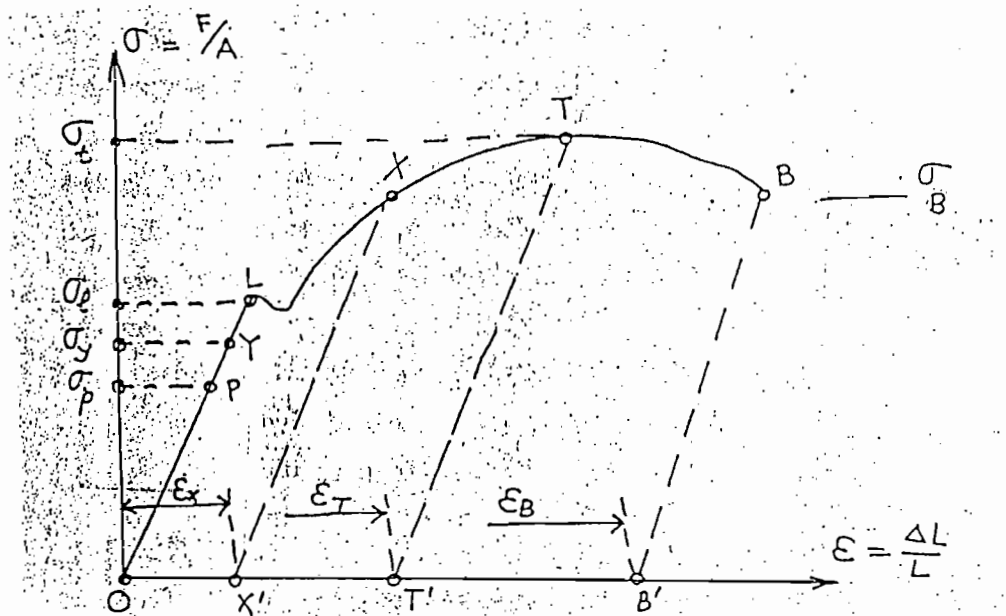
Suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula-mula. Dimensinya sama dengan tegangan yaitu kg/cm^2 . Kekuatan tarik ditetapkan berdasarkan luas penampang mula.

Untuk memahami sifat-sifat baja kiranya perlu mempelajari diagram tegangan-regangan. Diagram ini menyajikan informasi yang penting dalam baja pada berbagai tegangan. Perencanaan baja yang memuaskan baru dapat dikembangkan setelah tegangan dan regangan diketahui dengan baik. Untuk pembuatan diagram tegangan-regangan perlu diadakan pengujian bahan.

Pengambilan spesimen untuk pengujian bahan beserta bentuk dan ukurannya dilakukan berdasarkan suatu peraturan. Dalam penelitian ini saya mencoba mengambil peraturan standard ASTM.

Pengujian tarik spesimen baja dapat dilakukan memakai Universal Testing Machine (UTM). Dengan mesin ini spesimen ditarik dengan gaya yang berubah-ubah, dari nol diperbesar sedikit demi sedikit hingga batang putus. Pada saat spesimen ditarik, besar gaya atau tegangan dan perubahan panjang batang atau regangan dimonitor.

Suatu diagram tegangan- regangan dapat dilihat seperti pada gambar.



Gbr 3. Tipe kurva tegangan – regangan baja

2.5.1.1. Modulus Elastisitas

Pada tegangan tarik rendah terdapat hubungan linear antara tegangan dan regangan dan disebut daerah elastik. Pada daerah ini berlaku hukum Hook. Pada gambar di atas terlihat bahwa sifat tegangan-regangan baja karbon, sifat elastis

hingga mencapai titik luluh (*yield point*). Pada baja modulus elastisitasnya sebesar 205 GPa.

2.5.1.2. Batas Proporsional

Batas proporsional adalah tegangan maksimum elastis bahan, sehingga apabila tegangan-tegangan yang diberikan tidak melebihi batas proporsional, bahan tidak mengalami deformasi plastis dan akan kembali ke bentuk semula. Pada baja perubahan plastis-elastis terjadi secara perlahan, karena modulus elastisitasnya kira-kira 205 GPa.

Tegangan tarik maksimum adalah beban tarik maksimum yang dapat ditahan material sebelum putus. Tegangan tarik maksimum dari baja lunak berkisar dari 125 MPa sampai dengan 280 MPa.

2.5.1.3. Tegangan Luluh

Tegangan di mana deformasi plastis atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastis menjadi plastis yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik di mana deformasi plastis mulai terjadi sukar ditentukan secara teliti.

Kekuatan luluh adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan. Definisi yang tepat untuk masalah ini adalah kekuatan luluh offset ditentukan oleh tegangan yang berkaitan

dengan perpotongan antara kurva tegangan-regangan dengan garis yang sejajar dengan elastis offset kurva oleh tegangan tertentu.

Di Amerika Serikat offset biasanya ditentukan sebagai regangan 0.2 atau 0.1 persen ($\epsilon=0.002$ atau 0.001).

Cara yang baik untuk mengamati kekuatan luluh offset adalah setelah benda uji diberi pembebanan hingga 0,2 % kekuatan luluh offset dan pada saat beban ditiadakan maka benda ujinya bertambah panjang sampai dengan 0,2 %, lebih panjang daripada keadaan sebelum dilakukan pengujian.

2.5.1.4 Nilai Kekerasan

Nilai kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekerasan bahan yang merupakan ukuran kekuatan dari deformasi plastis. Ada beberapa pengujian kekerasan yaitu:

1. Pengujian kekerasan Brinell
2. Pengujian kekerasan Vickers
3. Pengujian kekerasan Rockwell

1. Uji kekerasan Brinell

Sebagai dasar pengukuran uji kekerasan digunakan deformasi yang terjadi oleh penetrator ke dalam benda uji. Dalam hal ini digunakan penetrator bola baja yang telah dikeraskan dan ditekan masuk ke dalam benda uji dengan beban dan waktu tertentu. Kekerasan brinell disingkat dengan HB atau BHN (Brinell Hardness Number) yang besarnya dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$HB = \frac{\text{Gaya yang bekerja pada penetrator}}{\text{Luas penampang bekas injakan}} \text{ kg/mm}^2$$

Besar beban yang bekerja pada penetrator tergantung pada :

- a. Diameter penetrator
- b. Jenis logam benda uji

Diameter penetrator yang digunakan tergantung pada tebal benda uji seperti pada tabel berikut:

Tebal benda uji (mm)	Diameter Penetrator (mm)
1 – 3	D = 2,5
3 – 6	D = 5
> 6	D = 10

2. Pengujian Vickers

Pengujian Vickers menggunakan penetrator piramida intan. Kekerasan benda uji Vickers ini tergantung pada panjang diagonal bekas injakan diukur dengan mikroskop optik. Sudut antara dua bidang sisi piramida adalah kekerasan Vickers:

$$H = \frac{1,854F}{D^2} \text{ kg/mm}^2$$

Di mana :

F = Beban yang bekerja pada penetrator (Kg)

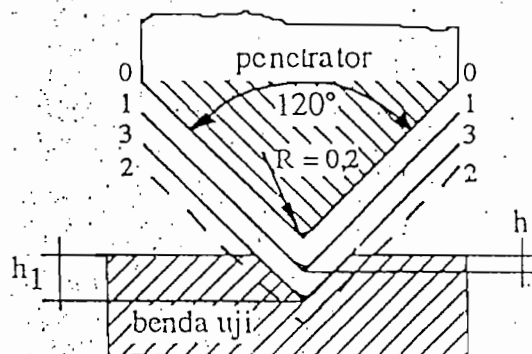
D = Diameter (mm)

3. Pengujian Kekerasan Rocwell

Sebagai penetrator digunakan:

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

Pada pengujian rockwell ini yang diukur adalah dalamnya penetrator masuk ke dalam benda uji (bukan luas penampang injakan). Digunakan beban awal dan beban utama . Pengukuran kekerasan benda uji dimulai saat penggunaan beban utama. Pada benda uji bahan lunak, penetrator masuk lebih dalam dibandingkan dengan bahan keras.



Gambar 4 Prinsip pengukuran kekerasan Rockwell

Keterangan:

1 – 1 : Penekan penetrator saat beban awal

2 – 2 : Penekan penetrator saat beban utama

3 – 3 : Bekas penekanan beban utama

Kekerasan Rockwell (R) adalah : $R = \frac{K - (h_1 - h)}{C}$

Di mana :

K = Suatu konstanta

K = 0,26 untuk penetrator bola baja

= 0,20 untuk penetrator kerucut intan

C : Harga penunjukan pembagian skala dial indikator

untuk penekan penetrator = 0,002 mm

Keuntungan penggunaan pengujian rockwell bila dibandingkan dengan uji brinell dapat disebutkan sebagai berikut:

- a. Bekas injakan penetratur lebih kecil, demikian juga beban yang digunakan
- b. Pembacaan harga kekerasan lebih cepat.
- c. Dapat digunakan untuk pengujian logam-logam yang lebih keras.

Kelemahan penggunaan ini adalah:

- a. Penunjukkan harga kekerasan benda uji kurang tepat karena adanya sedikit debu antara benda uji dan penetrator.
- b. Ukuran bekas injakan relatif lebih kecil, karena itu perlu diketahui lebih dahulu berapa kira-kira kekerasan bahan yang

dapat diuji untuk memilih dengan tepat penetrator yang akan digunakan.

Dari bahan yang telah dilakukan penjejakan kemudian dilakukan pengujian hasil penjejakannya. Hasil penjejakan dapat menunjukkan nilai kekerasan dengan menggunakan rumus :

$$BHN = \frac{P}{1/2 \times 3,14 \times D^2 (D - (\sqrt{D^2 - d^2}))}$$

Dengan,

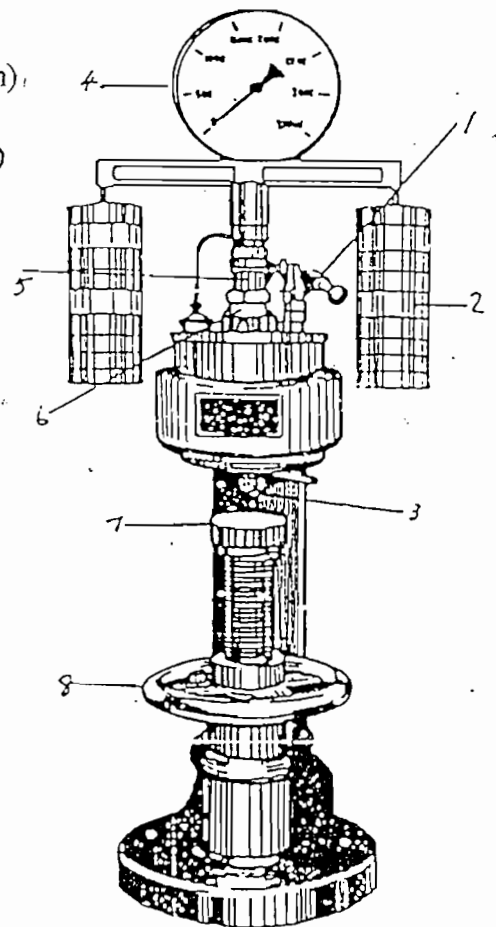
P = Beban (kg)

D = Diameter bola baja (mm),

d = Diameter jejak (mm)

Keterangan gambar :

1. pompa tangan
2. beban
3. bola baja (penetrator)
4. skala beban
5. silinder piston
6. katup pembuka
7. landasan
8. pemutar (naik-turunkan landasan)



Gambar 5 Mesin uji kekerasan

2.5.1.5 Pengukuran Keliatan

Pengukuran keliatan suatu bahan adalah suatu besaran kualitatif, sifat subyektif suatu bahan secara umum. Pengukuran dilakukan untuk memenuhi kepentingan 3 buah hal:

1. Untuk menunjukkan perpanjangan di mana satu logam dapat berdeformasi tanpa terjadi patah dalam satu proses pembentukan logam, misalnya pengerolan dan ekstrusi.
2. Untuk memberi petunjuk secara umum kepada perancang mengenai kemampuan logam untuk mengalir secara plastis sebelum patah. Keliatan yang tinggi menunjukkan bahwa bahaan mudah memberi maaf, dan mempunyai kemungkinan besar untuk berdeformasi secara lokal tanpa patah.
3. Ukuran keliatan dapat digunakan untuk memperkirakan kualitas bahan, walaupun tidak ada hubungan langsung antara ukuran keliatan dan tingka laku dalam pemakaian.

Cara yang lazim untuk mengukur keliatan yang diperoleh dari uji tarik adalah regangan pada saat patah e_f (biasanya dinamakan perpanjangan) dan pengukuran luas penampang pada patahan Q . Kedua sifat ini didapatkan setelah terjadi patah, dengan cara menaruh bendah uji kembali dan mengukur L_f dan A_f .

$$E_f = \frac{L_f - L_0}{L_0}$$

$$Q = \frac{A_0 - A_f}{A_0}$$

2.6. Perlakuan Panas

Besi baja agar dapat digunakan dengan baik maka diperlukan perlakuan tambahan yaitu perlakuan panas. Baja yang mengalami perlakuan panas akan mempunyai sifat mekanis yang spesifik.

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan potong meningkat, atau baja dapat dilunakan untuk memudahkan pemesinan lebih lanjut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir dapat diperbesar atau diperkecil, ketangguhan dapat ditingkatkan.

Macam-macam perlakuan panas antara lain :

- Pengerasan (*Hardening*)
- Temper (*Tempering*)
- Annealing

a. Pengerasan

Pengerasan adalah proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan cepat. Bila kadar karbon diketahui, suhu pemanasannya dapat dibaca dari diagram fasa besi-karbida besi.

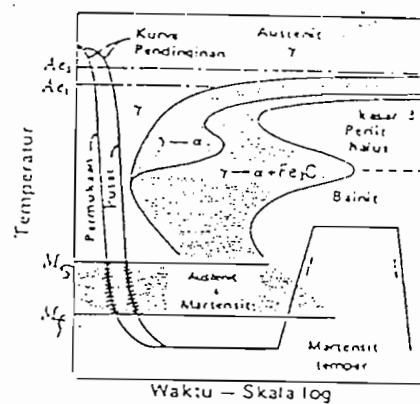
Kekerasan yang dicapai tergantung pada laju pendinginan, kadar karbon, akan mempengaruhi pengerasan. Untuk baja karbon rendah lazim digunakan pendinginan dengan dicelupkan ke dalam air. Laju pendinginannya cukup cepat sehingga terbentuk martensit.

Bila baja hypoeutektoid didinginkan secara perlahan-lahan austenit bertransformasi menjadi ferit dan perlit. Baja dengan susunan demikian adalah lunak dan ulet. Bila baja didinginkan dengan cepat, akan dihasilkan susunan baja lebih keras tetapi kurang ulet.

Pendinginan cepat seperti dicelupkan dalam air akan menghasilkan struktur martensit. Martensit adalah struktur yang paling keras. Martensit dibawah mikroskop akan terlihat seperti jarum-jarum.

b. Temper (*Tempering*)

Baja yang telah dikeraskan bersifat getas dan tidak cocok untuk digunakan. Melalui temper, kekerasan dan kegetasan dapat diturunkan sampai memenuhi persyaratan penggunaan. Kekerasan turun, kekuatan tarik akan turun pula sedangkan keuletan dan ketangguhan baja akan meningkat.



Gambar 6. Diagram transformasi yang menggambarkan terjadinya martensit.

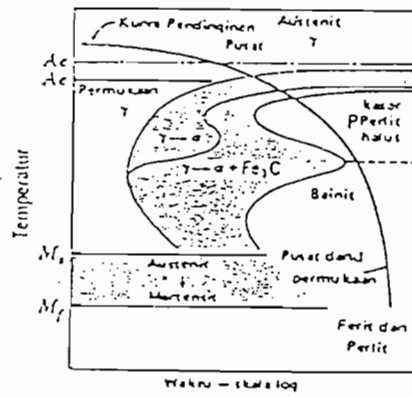
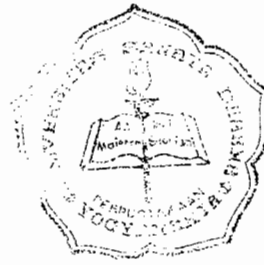
Struktur akhir baja hasil temper disebut baja martensit temper. Temper dapat dimungkinkan oleh karena struktur martensit tidak stabil. Temper pada suhu rendah antara $150 - 230^{\circ} \text{C}$ tidak menghasilkan penurunan pengerasan yang berarti, karena pemanasan akan menghilangkan tegangan dalam terlebih dahulu bila suhu temper meningkat, martensit terurai lebih cepat sekitar suhu 315°C perubahan fasa menjadi martensit temper berlangsung dengan cepat.

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

c. Annealing

Tujuan utama dari proses annealing adalah pelunakan sehingga baja yang keras dapat dikerjakan melalui pemesinan atau pengerjaan dingin. Hal ini dilakukan dengan melakukan pemanasan sedikit di atas suhu kritis, dan dibiarkan sampai suhu merata dan disusul dengan pendinginan secara perlahan-lahan. Proses ini juga dapat menghilangkan tegangan dalam. Logam yang telah dikeraskan dipanaskan di atas daerah kritis, struktur kembali menjadi austenit dan pendinginan perlahan-lahan memungkinkan terjadinya transformasi dari austenit ke struktur yang lebih lunak. Baja hipoeutektoid akan bertransformasi menjadi perlit dan ferit.

Suhu pemanasan proses anil tergantung pada komposisi dan untuk baja karbon dapat terlihat pada diagram besi-karbida besi. Baja yang dilakukan penelitian ini merupakan baja yang telah diannealing di PT. Krakatau Steel.



Gambar 7. Kurva Transformasi anil

BAB III

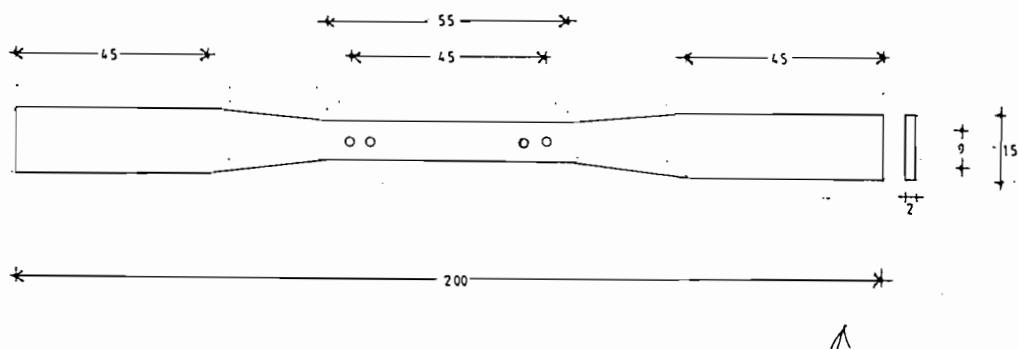
PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Persiapan Bahan

Sampel yang digunakan adalah plat baja lunak yang telah dianil dengan ketebalan 2 mm.

3.2. Pembuatan Sampel

Sampel baja lunak ini dalam bentuk plat dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 9 mm, dan tebal 2 mm. Untuk pengujian struktur mikro sampel dipotong dengan ukuran 15 mm x 25 mm. Pemotongan dilakukan di bengkel Pirus Jl. Simanjuntak Yogyakarta.



Gambar 8. Profil benda kerja untuk uji tarik

3.3. Tahap Perlakuan Panas

3.4. Proses Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas dilakukan di laboratorium ilmu logam Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Proses perlakuan panas ini dilakukan dalam beberapa tahap:

1. Proses perlakuan pemanasan austenisasi
2. Proses pendinginan kejut dengan media air
3. Proses pendinginan dengan udara setelah di temper

Tahap perlakuan panas:

3.4.1. Proses Austenisasi

Pada proses austenisasi ini pemanasan dilakukan sampai suhu 850°C . Pada proses ini dilakukan penahanan temperatur selama 60 menit. Tetapi supaya benda kerja tidak retak, maka pada suhu 600°C di tahan dulu selama 30 menit sebelum mencapai suhu 850°C . Pemanasan dilakukan dalam dapur pemanas di laboratorium ilmu logam Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma.

3.4.2. Proses pendinginan kejut dengan media air

Setelah proses austenisasi selesai maka sampel di angkat dan didinginkan kejut ke dalam air. Bahan siap dilakukan pengujian.

3.4.3. Pendinginan udara setelah di temper

Setelah proses austenisasi selesai dilakukan maka sampel di angkat dan didinginkan pada udara luar(temperatur ruang) setelah di temper pada suhu 300⁰C. Bahan siap diujikan.

3.5 Pengujian

3.5.1 Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi kimia dari sampel dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur dari sampel. Pengujian ini dilakukan di PT. Krakatau Steel.

3.5.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan bahan yang merupakan ukuran kekuatan dari deformasi plastis.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan pengujian kekerasan Brinell di laboratorium ilmu logam Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta,dengan menggunakan bola penjejak dengan diameter 2, 5 mm.

3.5.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah penarikan bahan uji/batang uji secara terus menerus dengan gaya yang bertambah besar sampai batang putus. Tujuan

dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui/menentukan nilai-nilai (kekuatan tarik bahan, regangan dan ketangguhan bahan) dari baja lunak. Gambar sampel uji tarik dapat dilihat pada lampiran.

Pada pengujian tarik ini bahan sesuai dengan ukuran pada gambar di atas (ASTM). Pada saat patah maka beban maksimum bahan diketahui. Kekuatan tarik bahan dapat diukur berdasarkan rumus:

$$\tau = \frac{P}{A} \text{ kg/mm}^2$$

Keterangan,

τ = Kekuatan tarik (kg/mm^2)

P = Beban maksimum, kg

A = Luas penampang, mm^2

Penelitian ini dapat juga mengetahui nilai regangan. Pada baja lunak sebelum patah terjadi penyusutan (pengecilan lebar dan tebal) dari bahan yang dilakukan pengujian tarik. Nilai regangan terbesar terjadi pada tempat patahan sedangkan pada kedua ujung benda uji paling kecil nilai regangannya.

Regangan diketahui dengan:

$$\varepsilon\% = \frac{\text{Panjang batang setelah patah} - \text{panjang awal}}{\text{Luas penampang awal}} \times 100\%$$

3.5.4 Pengujian Struktur Mikro

Untuk pelaksanaan uji struktur mikro saya perlu menyediakan bahan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Memotong bahan dengan ukuran kira-kira 15 X 15 mm.
- b. Amplas permukaan logam mulai dari yang paling kasar sampai yang paling halus.
- c. Poles permukaan dengan autosol sampai goresan akibat pengamplasan hilang dan mengkilap.
- d. Lakukan pengetesan dengan nital, dengan memasukan ke dalam cairan nital selama 30 detik sambil digoyang-goyangkan dan masukkan dalam cairan alkohol.
- e. Amati permukaan yang telah dietsa di bawah mikroskop logam dan lakukan pemotretan dengan pembesaran 50,100,200,dan 500 kali.
- f. Photo hasil pemotretan diidentifikasi dan dilakukan perhitungan besar butir.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengujian Komposisi Kimia

Tabel 4.1 Data komposisi kimia

% C	% Mn	% P	% S	% Al	% Cr	% Ni	% Co
0.04	0.24	0.015	0.01	0.038	0.01	0.01	0.02

4.2 Pengujian Kekerasan

4.2.1 Kondisi Setelah Perlakuan Panas dan di-Anil

Tabel 4.2 Data hasil uji kekeraan kondisi dianil

No	Diameter (mm)	BHN(kg/ mm ²)
1.	1.45	41.29
2.	1.40	44.54
3.	1.46	40.67
4.	1.46	40.67
5.	1.49	38.82
6.	1.46	40.67
7.	1.47	40.02
8.	1.40	41.29
9.	1.48	39.39
10.	1.45	41.29
Rata-rata		40.86
Standar deviasi		40,86 ± 1,2266 %

4.2.2 Kondisi Setelah Perlakuan Panas dan di-Quench

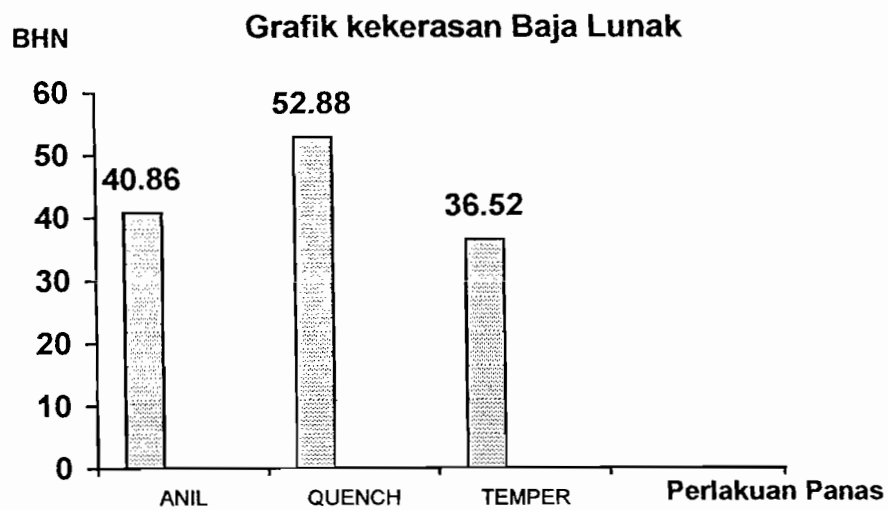
Tabel 4.3 Data uji kekerasan setelah di-Quench

No	Diameter (mm)	BHN (kg/ mm ²)
1.	1.42	43.40
2.	1.39	45.50
3.	1.29	53.12
4.	1.26	56.14
5.	1.34	53.88
6.	1.24	57.87
7.	1.31	51.65
8.	1.30	51.65
9.	1.20	61.67
10.	1.33	53.88
Rata-rata		52.88
Standar deviasi		52,88± 3,2287 %

4.2.3 Kondisi Setelah Perlakuan Panas dan ditemper

Tabel 4.4 data hasil uji kekerasan setelah ditemper

No	Diameter (mm)	BHN (kg/mm^2)
1.	1.52	36.37
2.	1.51	37.50
3.	1.54	36.06
4.	1.54	36.06
5.	1.57	34.78
6.	1.55	35.44
7.	1.52	36.76
8.	1.49	38.98
9.	1.53	36.76
10.	1.54	36.06
Rata-rata		36.52
Standar deviasi		$36,52 \pm 1,0014 \%$



Grafik 1. Grafik Kekerasan Baja Lunak

4.3 Pengujian Tarik

4.3.1 Kondisi setelah dianil

Tabel 4.5 data hasil uji tarik setelah dianil

No	UTS (kg/mm ²)
1.	31.8
2.	33.36
3.	32.47
4.	32.33
Rata-rata	32.49
Standar deviasi	32,49 ± 0,9966 %

4.3.2. Kondisi Setelah Perlakuan Panas dan diquenching

Tabel 4.6 Data uji tarik setelah diquench

No	UTS (kg/mm ²)
1.	39,82
2.	35,53
3.	41,2
4.	35,83
Rata-rata	38,10
Standar deviasi	38,10 ± 3,7370 %

4.3 Pengujian Tarik

4.3.1 Kondisi setelah dianil

Tabel 4.5 data hasil uji tarik setelah dianil

No	UTS (kg/mm ²)
1.	31.8
2.	33.36
3.	32.47
4.	32.33
Rata-rata	32.49
Standar deviasi	32,49 ± 0,9966 %

4.3.2. Kondisi Setelah Perlakuan Panas dan diquenching

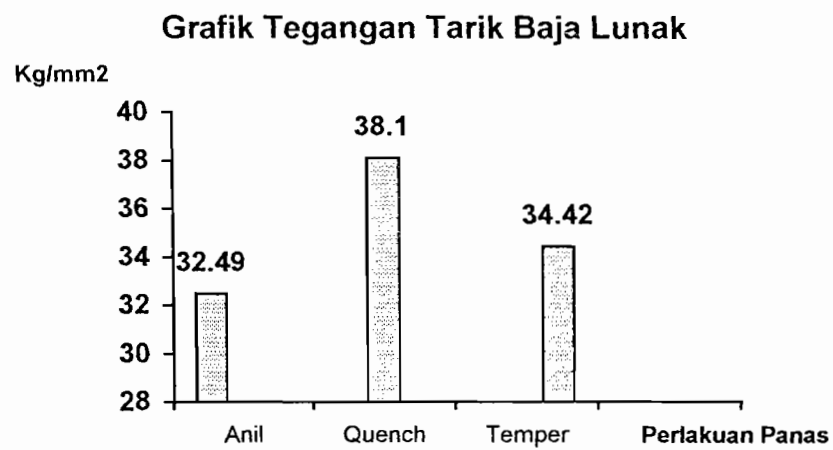
Tabel 4.6 Data uji tarik setelah diquench

No	UTS (kg/mm ²)
1.	39,82
2.	35,53
3.	41,2
4.	35,83
Rata-rata	38,10
Standar deviasi	38,10 ± 3,7370 %

4.3.3 Kondisi setelah perlakuan panas dan ditemper

Tabel 4.7 Data uji tarik setelah ditemper

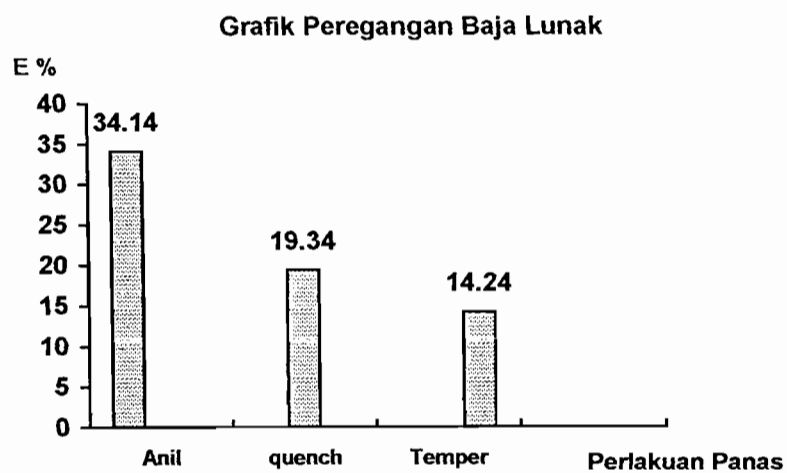
No.	UTS (kg/mm ²)
1.	32,16
2.	31,43
3.	33,69
Rata-rata	34,42
Standar deviasi	34,42 ± 4,5291%



Grafik 2. Grafik Tegangan tarik baja lunak

4.4 Elongasi (Regangan)

No.	Anealing ϵ (%)	Austenit 850 °C	
		Quenching ϵ (%)	Temper ϵ (%)
1.	33,46	18,98	14,2
2.	32,94	19,48	14,42
3.	35,34	19,58	14,1
4.	34,8	19,33	
Rata-rata	34,14	19,34	14,24
Standar deviasi	34,14 \pm 1,6435%	19,34 \pm 0,6789%	14,24 \pm 0,6564 %

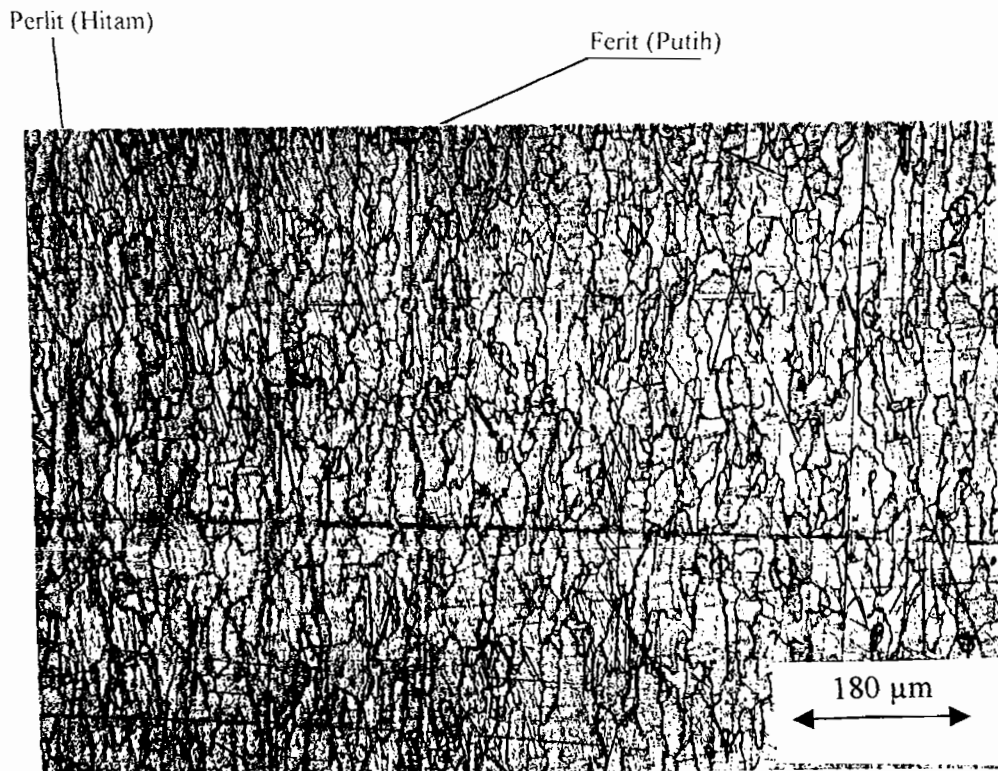


Grafik 3. Grafik Peregangan Baja Lunak

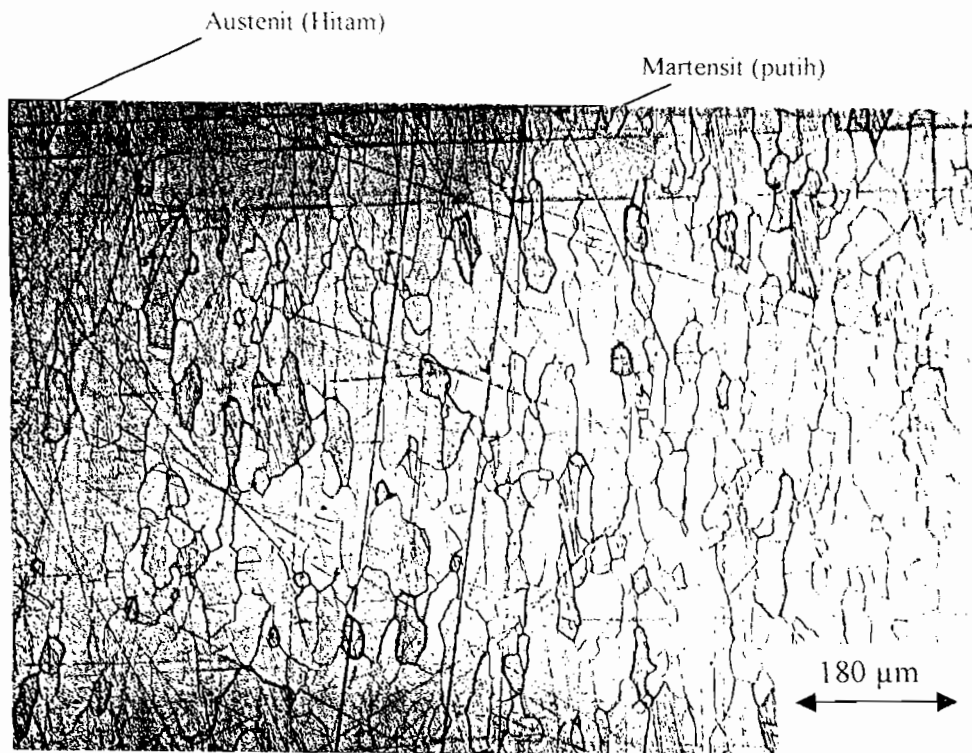
4.5 Pengujian Struktur Mikro

Hasil foto struktur mikro jelas terlihat adanya perbedaan pengaruh antara austenisasi 850°C yang dilanjutkan dengan quenching (air) dengan austenisasi 850°C yang dilanjutkan dengan temper 300°C . Pada austenisasi 850°C yang diquench terbentuk fasa martensit yang sifatnya keras.

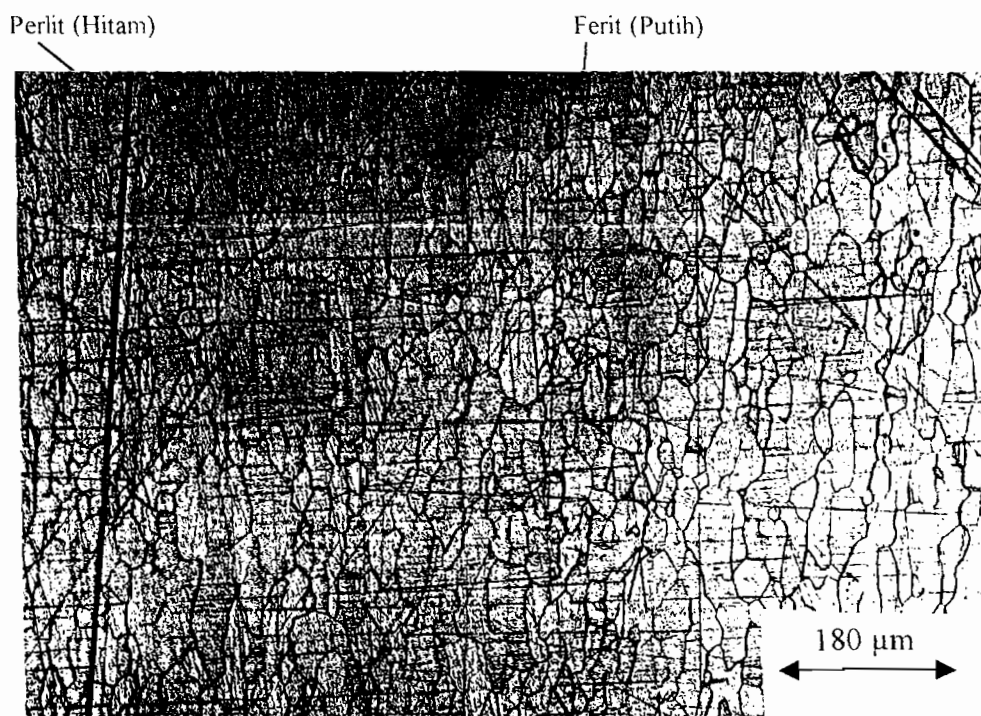
Pada kondisi awal (baja anil) terdapat komposisi ferit dan perlit. Seperti dalam gambar ferit merupakan latarbelakang dari semuanya itu.



Gambar 9. Foto struktur mikrobaja yang dianil



Gambar 10. Foto struktur mikro austenisasi 850⁰C diquench



Gambar 11. Foto struktur mikro austenisasi 850⁰C temper 300⁰C

BAB V

PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis dari pengaruh austenisasi pada temperatur 850°C diquench dan dan di temper 300°C .

Untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis dari baja lunak ini dilakukan pengujian pendukung antara lain, pengujian komposisi kimia, kekerasan, kekuatan tarik, regangan, dan struktur mikro.

5.1. Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan memberi nilai kekerasan rata-rata dari baja lunak pada kondisi awal (anil), kondisi austenisasi 850°C diquench, dan austenisasi 850°C temper 300°C .

Nilai kekerasan untuk kondisi awal (anil) adalah sebesar 40,86 BHN. Untuk kondisi austenisasi 850°C diquench nilai kekerasannya sebesar 52,88 BHN. Sedangkan nilai kekerasan untuk kondisi setelah austenisasi temper 300°C adalah sebesar 36,52 BHN.

Dengan ini menunjukkan bahwa semakin meningkat temperatur austenisasi yang diteruskan dengan quench nilai kekerasannya tinggi. Hal ini terjadi karena pada proses pencelupan kejut terbentuk martensit yang sifatnya sangat keras. Sifat keras ini dipengaruhi oleh distorsi kisi akibat terperangkapnya atom karbon pada daerah intertisi.

5.2 Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik memberi nilai kekuatan tarik untuk kondisi awal (anil) sebesar $32,49 \text{ kg/mm}^2$. Untuk kondisi austenisasi 850°C diquench diperoleh nilai kekuatan tarik sebesar $38,40 \text{ kg/mm}^2$. Sedangkan kekuatan tarik untuk baja lunak setelah ditemper sebesar $32,42 \text{ kg/mm}^2$.

Hal tersebut di atas menunjukkan bahwa baja kalau dipanaskan sampai suhu tertentu dan dilanjutkan dengan proses pencelupan maka akan terjadi kenaikan nilai tegangan tariknya. Hal tersebut terjadi karena baja yang dipanaskan menjadi kuat.

5.3 Elongasi (Regangan)

Hasil pengujian tarik memberi nilai regangan rata-rata dari baja lunak adalah:

Untuk kondisi awal (anil) $= 34,14 \%$

Untuk kondisi austenisasi 850°C diquench $= 19,34 \%$

Untuk kondisi austenisasi 850°C temper $300^{\circ}\text{C} = 14,24 \%$

Dengan melihat data di atas ternyata semakin meningkatnya suhu austenisasi maka regangan akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya austenit sisa.

5.4 Struktur Mikro

- Untuk austenisasi 850°C diquench

Seperti terlihat pada foto struktur mikro bahwa telah terjadi martensit, namun tidak semua austenit berubah menjadi martensit. Karena proses austenit berubah menjadi martensit adalah transformasi geser tanpa difusi dan berlangsung dengan cepat sehingga akan timbul austenit sisa.

- Untuk austenisasi 850°C temper 300°C

Di sini terlihat martensit telah berkurang karena dipengaruhi oleh suhu temper yang menghilangkan tegangan sisa.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Hasil penelitian perlakuan panas baja lunak yang dilaksanakan di laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma dan Laboratorium ilmu logam UGM Yogyakarta dapat ditarik beberapa buah kesimpulan sebagai berikut:

1. Baja lunak dengan proses austenisasi 850°C dicelup kejut dalam air nilai kekerasannya 52,88 BHN, sedang nilai kekerasan austenisasi 850°C temper 300°C nilai kekerasannya 36,52 BHN. Dengan ini mau menunjukkan bahwa baja lunak diquench nilai kekerasannya lebih baik.
2. Untuk kekuatan tarik ternyata pada kondisi austenisasi 850°C di quench ternyata mendapat nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 38,40 kg/mm^2 . Dan pada kondisi austenisasi 850°C temper 300°C nilai kekuatan tariknya terendah yaitu 32,42 kg/mm^2 .
3. Struktur mikro bahan dengan proses austenisasi dilanjutkan dengan quench maka akan berubah menjadi struktur martensit. Karena dengan pendinginan kejut maka tidak semua austenit berubah menjadi martensit, maka timbul austenit sisa, dan adanya unsur karbon yang merupakan penstabil fasa ferit.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan ada beberapa saran dan permasalahan yang timbul:

1. Agar diperoleh hasil yang maksimal perlu ketelitian pada langkah kerja, proses kerja, dan ketekunan dalam mengerjakannya.
2. Untuk mendukung proses dan penelitian alangkah baiknya jika peralatan di laboratorium Universitas Sanata Dharma ditambah atau diperbaiki dengan demikian bisa diperoleh hasil yang akurat dan cermat.
3. Karena pentingnya literatur dalam suatu penelitian, maka dengan tersedianya bacaan di perpustakaan USD sangat membantu mahasiswa dalam proses penyelesaian tugas belajarnya.

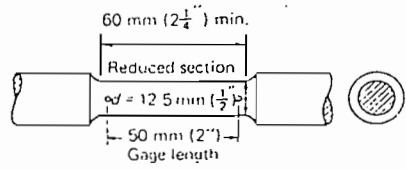
DAFTAR PUSTAKA

1. Avner, 1974, *Introduction to Physical Metallurgy*, Mc.Graw Hill Book Company, New York.
2. Doan, 1952, *Principle of Physical Metallurgy*, International Student Edition
3. Smallman, 1991, *Metalurgi fisik Modern*, Gramedia, Jakarta.
4. Surdia Tata, 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.
5. Sularso, 1991, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.
6. Van Vlack, 1991, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Erlangga, Jakarta

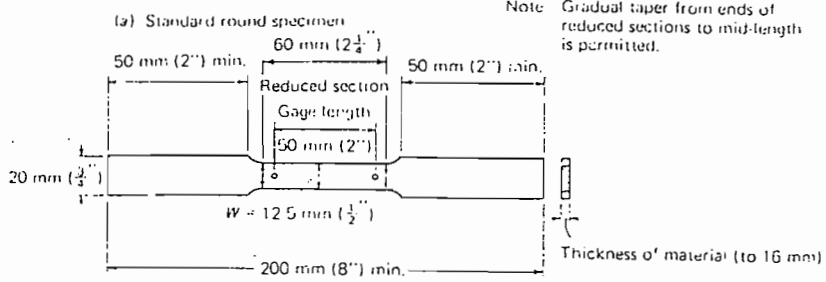
LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

1. Standarisasi spesimen uji tarik
2. Macam-macam baja
3. Data baja lunak dari PT. Krakatau Steel

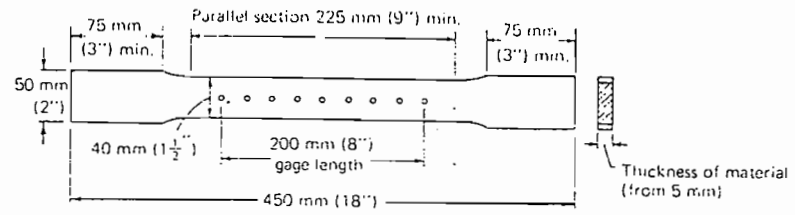


Note: The ends may be of any shape to fit the holders of the testing machine in such a way that the load is axial.



Note: Gradual taper from ends of reduced sections to mid-length is permitted.

(b) Standard rectangular specimen for testing metals in form of plate, sheet, etc. having thickness to 6.25 mm



(c) Standard rectangular specimen for testing metals in form of plate, sheet, etc.

Standarisasi spesimen uji tarik logam
Sumber: ASTM E

Nama	Standar Jepang (JIS)	Standar Amerika (AISI), Inggris (BS), dan Jerman (DIN)
Baja karbon konstruksi mesin	S25C S30C S35C S40C S45C S50C S55C	AISI 1025, BS060A25 AISI 1030, BS060A30 AISI 1035, BS060A35, DIN C35 AISI 1040, BS060A40 AISI 1045, BS060A45, DIN C45, CK45 AISI 1050, BS060A50, DIN St 50.11 AISI 1055, BS060A55
Baja tempa	SF 40,45 50,55	ASTM A105-73
Baja nikel khrom	SNC SNC22	BS 653M31 BS En36
Baja nikel khrom molibden	SNCM 1 SNCM 2 SNCM 7 SNCM 8 SNCM22 SNCM23 SNCM25	AISI 4337 BS830M31 AISI 8645, BS En100D AISI 4340, BS817M40, 816M40 AISI 4315 AISI 4320, BS En325 BS En39B
Baja khrom	SCr 3 SCr 4 SCr 5 SCr21 SCr22	AISI 5135, BS530A36 AISI 5140, BS530A40 AISI 5145 AISI 5115 AISI 5120
Baja khrom molibden	SCM2 SCM3 SCM4 SCM5	AISI 4130, DIN 34CrMo4 AISI 4135, BS708A37, DIN34CrMo4 AISI 4140, BS708M40, DIN42CrMo4 AISI 4145, DIN50CrMo4

Macam-macam Baja

Sumber: Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 1991, hal. 5.

Macam baja	Tegangan leleh		Tegangan dasar	
	σ_s		$\bar{\sigma}$	
	kg/cm ²	mPa	kg/cm ²	mPa
Bj 34	2100	210	1400	140
Bj 37	2400	240	1600	160
Bj 41	2500	250	1666	166,6
Bj 44	2800	280	1867	186,7
Bj 50	2900	290	1933	193,3
Bj 52	3600	360	2400	240

MPa = mega Pascal-satuan sistem Internasional.

1 MPa = 10 kg/cm²

Macam-macam baja

Sumber: DPMD, Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Perencanaan Baja Indonesia, 1983, hal. 5

Coil No. : N0841	FT Min. : 880	CT Min. : 550
Orig.Coil: X0441430	FT Max. : 880	CT Max. : 600
Heat No. : X19711	FT Avg. : 870	CT Avg. : 550
Grade : 1A0803	Quality : 092	Source : XS
End Use : CABINET, PANELS & ST	CRC Size: 1.750 x 1218	HB Size : 4.500 x 1235
Customer : OKURA & CO, LTD	SPEC : J/S G 3/4/ SPCC	

Mechanical Properties :

	HEAD			MIDDLE			TAIL		
	R	C	L	R	C	L	R	C	L
Hardness :	48	49	48	0	0	0	0	0	0
YS :		212			0			0	
TS :		315			0			0	
EL :		49			0			0	

Chemical Composition :

-100 : 4.0	S-1000 : 10.0	Ni-100 : 1.0	Mo-1000 : 0.0
Si-100 : 0.0	Al-1000 : 28.0	Cr-100 : 2.0	Ti-1000 : 0.0
Mn-100 : 24.0	N-10000 : 0.0	Nb-1000 : 0.0	Sn-1000 : 0.0
C-1000 : 15.0	Cr-1000 : 10.0	V-1000 : 0.0	E-10000 : 0.0

Annealing Process Detail :

	Date	Time
Charge No. : 51597		
Gas Temp. : 710	Time : 30: 0	Charge : 03/12/97 12:00
Bottom Temp. : 820	Time : 6	Burner On : 03/12/97 15:10
Actual Heat Temp. : 670	Time : 30: 0	Burner Off : 04/12/97 21:10
Heat Control Temp. : 400	Rate : 508.1	Furnace Split : 04/12/97 21:15

Rolling Hood No. : 1	Unloading Date : 08/12/97
Roll Min.Time : 0: 0	Time : 01:10
Roller Cover No. : 0	Temp : 80
Position : 1	Base No. : 47

Visual Comment : BRIGHT
 Mark : 3 EC2 / 85100

