

ANALISA KEKERASAN PADA BAJA ST 37

SKRIPSI

Oleh :

MUHAMMAD HATTA HARAHAHAP

NIM : 118130014



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)14/6/22

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA KEKERASAN PADA BAJA ST37

TUGAS AKHIR

Muhammad Hatta Harahap

11.813.0014

Disetujui Oleh

Pembimbing-I

(Ir. H. Amru Siregar MT)

Pembimbing-II

(Ir. H. Darianto MS.c)

Mengetahui :

Dekan

(Dr. Muhammad S. Kom, M. Kom)

Kaprodi Studi

(Bobby Umroh ST, MT)

LEMBAR PERYATAAN

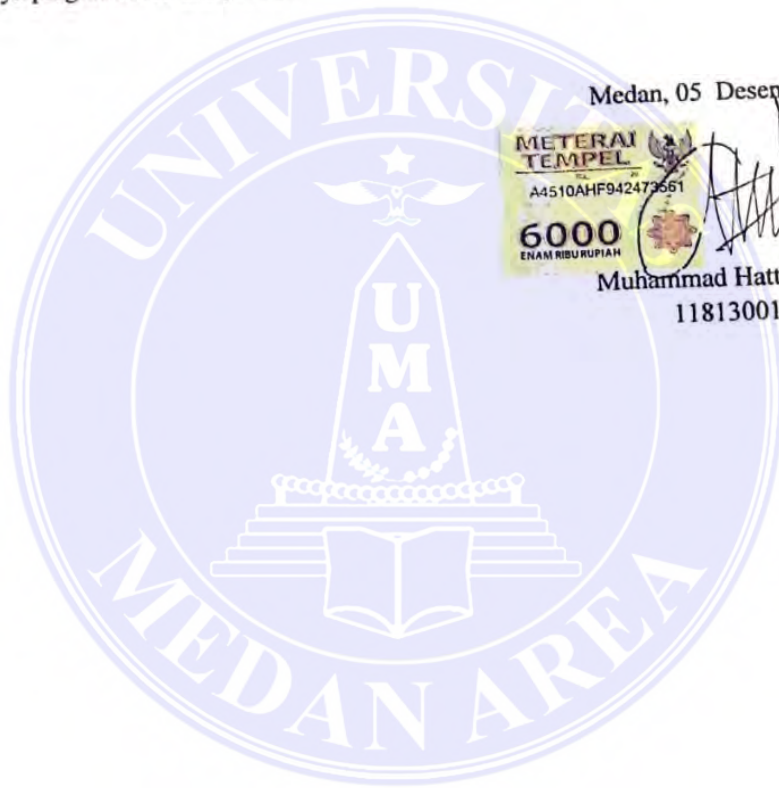
Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik Teknik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan pengatur yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 05 Desember 2018



Muhammad Hatta Harahap
118130014



**HALAM PERNYATAAN ATAS PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda Tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hatta Harahap
NPM : 118130014
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive royalty free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Analisa Kekerasan Pada Baja ST37**. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 15 Maret 2018

Yang Menyatakan

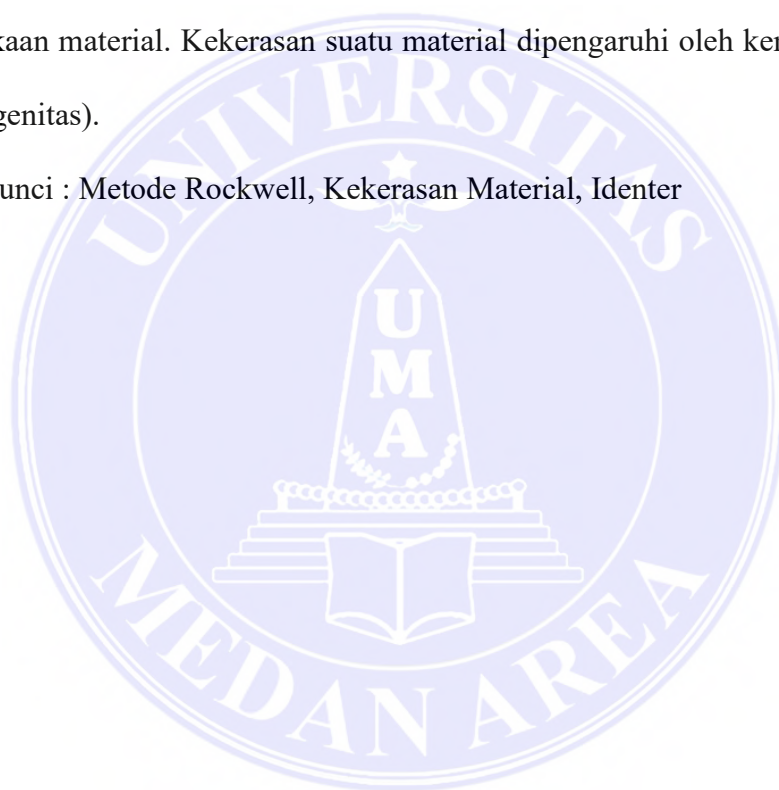


(Muhammad Hatta Harahap)

Abstrak

Setelah dilakukan eksperimen uji kekerasan material dengan metode Rockwell, dengan specimen yang digunakan adalah baja ST 37 dengan menggunakan ball indenter. Berdasarkan hasil analisis dari hasil eksperimen pada rata-rata specimen diperoleh nomor kekerasan rata-rata 88.906667. Nilai kekerasan tersebut dapat dilihat berdasarkan beda kedalaman yang ditimbulkan oleh tekanan pada permukaan material. Kekerasan suatu material dipengaruhi oleh kemurnian bahan (homogenitas).

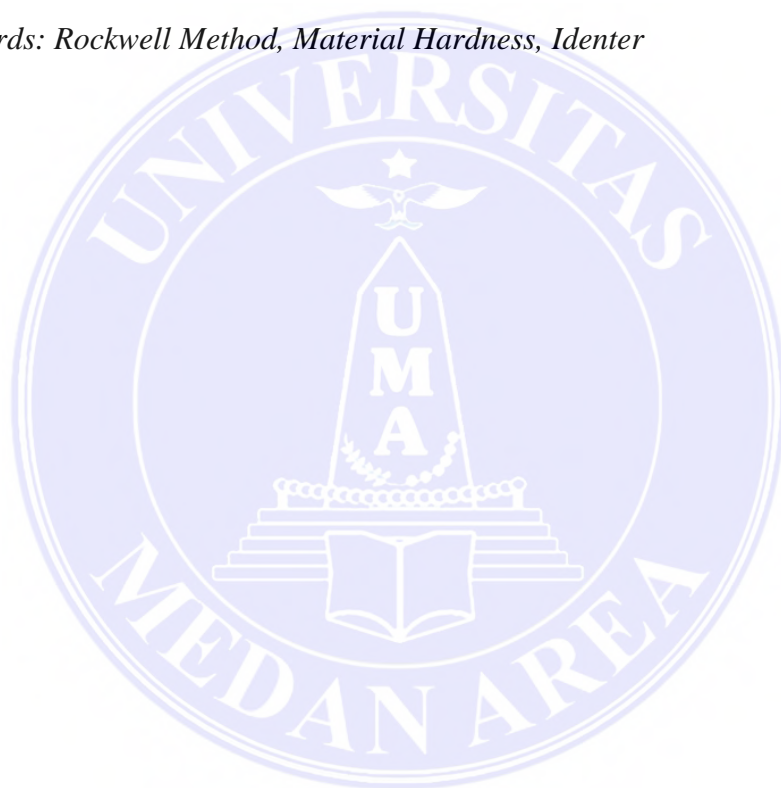
Kata Kunci : Metode Rockwell, Kekerasan Material, Identer



Abstract

After testing the hardness of the material using the Rockwell method, the specimen used was ST 37 steel using a ball indenter. Based on the results of the analysis of the experimental results on the average specimen obtained an average hardness number of 88.906667. The hardness value can be seen based on the depth difference caused by the pressure on the surface of the material. The hardness of a material is influenced by the purity of the material (homogeneity).

Keywords: Rockwell Method, Material Hardness, Identer



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir pada Universitas Medan Area Jurusan Teknik Mesin dengan judul “ANALISA KEKERASAN PADA BAJA ST 37.

Penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan guna menyelesaikan program sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area Jurusan Teknik Mesin. Dengan selesai nya penulisan tugas akhir ini penulis ingin mengucapkan terima kasih .

Penulis sangat mengharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Dan penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun kepada pembaca.

Medan, 15 Maret 2018

Penulis



(Muhammad Hatta)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I. PENDAHULUAN	
LATAR BELAKANG	1
TUJUAN	1
MANFAAT	2
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1 Baja ST 37	
2.2 Pengujian Bahan (Uji Kekerasan).....	5
2.2.1 Brinell (HB/HBN).....	6
2.2.2 Rockwell (HR/RHN).....	8
2.2.3 Vickers (HV/HVN).....	11
2.2.4 Micro Hardness (<i>knoop hardness</i>).....	11
2.3 Ikatan Dalam Bahan Padat	11
2. 4 Mikroskop Metalurgi	22
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu	
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2 .1 Bahan	

3.2.2 Alat-alat	
3.3 Pelaksanaan penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
BAB V. PENUTUP	
Kesimpulan	40
Saran.....	40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arti nilai kekerasan suatu material berbeda untuk tiap bidang ilmu yang berbeda. Bagi insinyur metalurgi nilai kekerasan adalah ketahanan material terhadap penetrasi sementara untuk para insinyur desain nilai tersebut adalah ukuran dari tegangan alir, untuk insinyur lubrikasi kekerasan berarti ketahanan terhadap mekanisme keausan, untuk para insinyur mineralogy nilai itu adalah ketahanan terhadap goresan, dan untuk para mekanik *workshop* lebih bermakna kepada ketahanan material terhadap pemotongan dari alat potong. Begitu banyak konsep kekerasan material yang dipahami oleh kelompok ilmu, walaupun demikian konsep-konsep tersebut dapat dihubungkan pada satu mekanisme yaitu tegangan alir plastis dari material yang diuji. Setiap material yang akan digunakan, maka sebelumnya perlu dilakukan pengujian/pengetesan material/logam, meliputi antara lain:

1. Uji tarik material
2. Uji kekerasan material
3. Uji metalografi dan lain-lain

Merencanakan suatu alat dibutuhkan penganalisaan terlebih dahulu sebelum alat dibuat dan kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan alat. Alat uji kekerasan logam adalah alat uji kekerasan material yang sangat diperlukan pada universitas-universitas untuk melaksanakan praktikum-praktikum teknik. Pengujian bahan logam saat ini semakin meluas baik dalam konstruksi, permesinan,

bangunan, maupun bidang lainnya. Hal ini disebabkan karena sifat logam yang bisa diubah, sehingga pengetahuan tentang metalurgi terus berkembang.

Dalam bidang teknik, terutama di teknik industri sangat penting mempelajari secara baik tentang bahan-bahan karena bahan tersebut digunakan untuk berbagai keperluan, salah satunya seperti sifat mekanik yaitu kekerasan. Pengujian kekerasan sangat dibutuhkan dalam hal ini Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan dan deformasi plastis. Maka dapat didefinisikan bahwa kekerasan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Oleh karena itu diperlukan adanya pengujian material yang akan digunakan sebelum diputuskan layak tidaknya material tersebut di pakai. Secara mekanik pengujian yang di pakai harus dapat melihat sifat mekanik pada material tersebut. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan.

Pengujian kekerasan ada berbagai macam dan salah satunya yaitu pengujian rockwell. Pengujian rockwell merupakan metode yang paling umum digunakan karena simple dan tidak menghendaki keahlian khusus. Digunakan kombinasi variasi indenter dan beban untuk bahan metal dan campuran mulai dari bahan lunak sampai keras. Pengujian kekerasan suatu material dipengaruhi oleh kemurnian bahan(homogenitas)(Efendi). Material kuningan tentunya lebih lunak jika dibandingkan dengan besi ST 37, jika dilakukan dengan pengujian kekerasan dengan alat yang sama(Hera). Ada juga peningkatan kekerasan permukaan menggunakan arang tempurung kelapa (Arif).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pengujian kekerasan rockwell ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui beban gaya yang bekerja pada alat uji kekerasan logam (bahan ST 37) sebagai ukuran ketahanan logam tersebut terhadap deformasi plastis.
2. Mengetahui kekerasan suatu material ST 37 dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (speciment) yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut.
3. Mampu membaca skala pada mesin uji.
4. Mampu mengoperasikan mesin uji kekerasan.

1.3 Manfaat

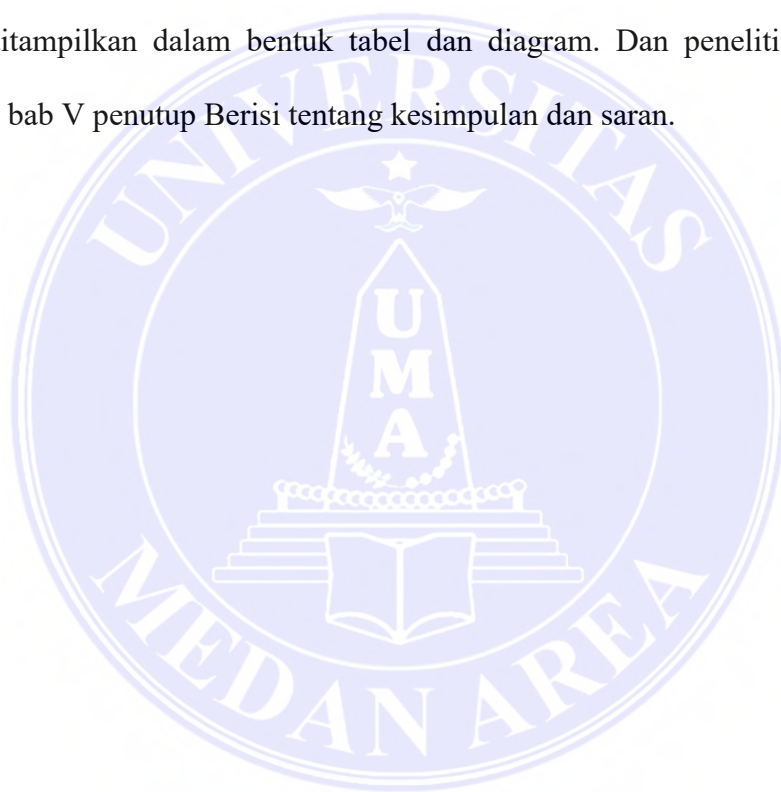
Manfaat pengujian kekerasan rockwell ini adalah sebagai berikut :

- 1.3.1.1 Memahami dan tahu terhadap cara kerja alat pengujian kekerasan.
- 1.3.1.2 Mengetahui pengaruh tekanan terhadap kekerasan bahan.
- 1.3.1.3 Mengetahui angka kekerasan suatu bahan.
- 1.3.1.4 Mengetahui perubahan kekerasan terhadap setiap perlakuan.

1.4 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut: Bagian pendahuluan berisi tentang halaman judul, halaman pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar lampiran. Bagian isi laporan penelitian terdiri dari: bab I pendahuluan berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan

dan manfaat, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan laporan. Bab II Tinjauan pustaka, Hukum Newton, gambaran umum alat uji kekerasan material, jenis alat uji kekerasan, pengujian kekerasan brinell. Bab III Metodologi penelitian, merupakan rangkaian pelaksanaan dengan menguraikan desain penelitian, bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian, pembuatan spesimen, diagram alir, teknik pengambilan data, analisa data dan tempat penelitian. Bab IV Analisa hasil dan pembahasan penelitian, berisi tentang data hasil penelitian, analisa dan pembahasan yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram. Dan penelitian ini ditutup dengan bab V penutup Berisi tentang kesimpulan dan saran.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Baja

Baja adalah merupakan suatu campuran dari besi(Fe) dan karbon (C), dimana unsur karbon[©] menjadi dasar. Disamping unsur Fe dan C, baja juga mengandung unsur campuran lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si) dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi.

Baja karbon sedang dan baja karbon tinggi mengandung banyak karbon dan unsur lain yang dapat memperkeras baja, karena itu daerah pengaruh panas atau HAZ pada baja ini mudah menjadi keras bila dibandingkan baja karbon rendah. Sifatnya yang mudah menjadi keras ditambah dengan adanya hydrogen difusi menyebabkan baja ini sangat peka terhadap retak akibat pengelasan dengan menggunakan elektroda yang sama kuat dengan logam lasnya dengan pemanasan mula dan suhu pemanasan tergantung dari kadar karbon.

Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon antara 0,1 % - 1,7 %, berdasarkan tingkatan banyaknya kadar karbon, baja digolongkan menjadi tiga tingkatan: baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Dan baja ST 37 termasuk kedalam golongan baja karbon rendah karena kandungan karbonnya kurang dari 0,30 %. Baja St 37 adalah baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1045, dengan komposisi kimia Karbon : 0.5 %, Mangan : 0.8 %, Silikon : 0.3 % ditambah unsur lainnya. Dengan kekerasan ± 170 HB dan kekuatan tarik 650 - 800 N/mm². Secara umum baja St 37 dapat digunakan langsung tanpa mengalami perlakuan panas, kecuali jika diperlukan pemakaian khusus.

2.2 Pengujian Bahan (Uji Kekerasan)

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Di dalam aplikasi manufaktur, material dilakukan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu. Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

2.2.1 Brinell (HB / BHN)

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500 - 3000 kgf. Identor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten.

Uji kekerasan Brinell dirumuskan dengan :

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

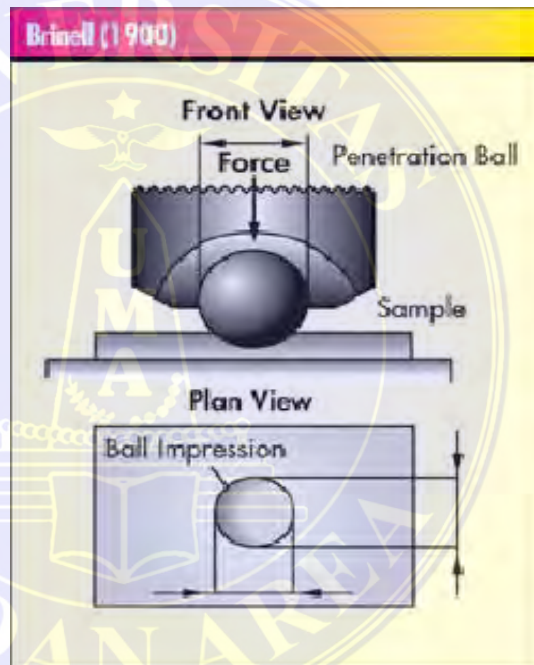
Dimana :

D =Diameter bola (mm)

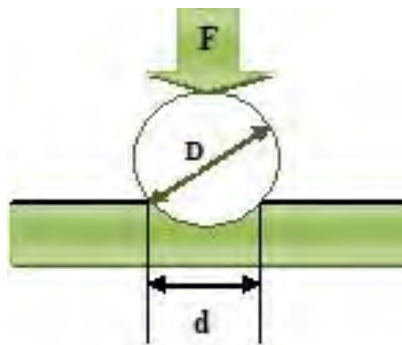
d = impression diameter (mm)

F = Load (beban) (kgf)

HB = Brinell result (HB)



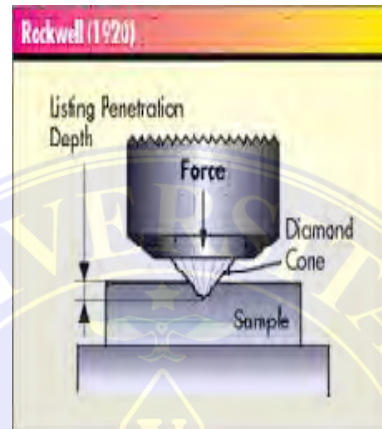
Gambar 2.1 Pengujian Brinell



Gambar 2.2 Perumusan Untuk Pengujian Brinell

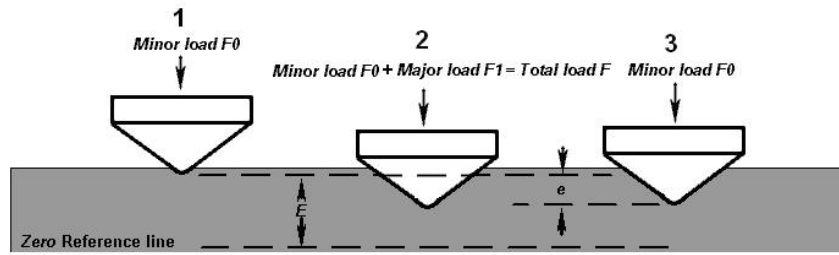
2.2.2 Rockwell (HR / RHN)

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut.



Gambar 2.3. Pengujian Rockwell

Untuk mencari besarnya nilai kekerasan dengan menggunakan metode Rockwell dijelaskan pada gambar 4, yaitu pada langkah 1 benda uji ditekan oleh indentor dengan beban minor (*Minor Load* F_0) setelah itu ditekan dengan beban mayor (*major Load* F_1) pada langkah 2, dan pada langkah 3 beban mayor diambil sehingga yang tersisa adalah minor load dimana pada kondisi 3 ini indentor ditahan seperti kondisi pada saat total load F yang terlihat pada Gambar 2.3. Besarnya *minorload* maupun *major load* tergantung dari jenis material yang akan di uji.



Gambar 2.4. Prinsip Kerja Metode Pengukuran Kekerasan Rockwell

Dibawah ini merupakan rumus yang digunakan untuk mencari besarnya kekerasan dengan metode Rockwell.

$$HR = E - e$$

Dimana :

F_0 = Beban Minor (*Minor Load*) (kgf)

F_1 = Beban Mayor (*Major Load*) (kgf)

F = Total beban (kgf)

e = Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 yang dibagi dengan 0.002 mm

E = Jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line yang untuk tiap jenis indenter berbeda-beda

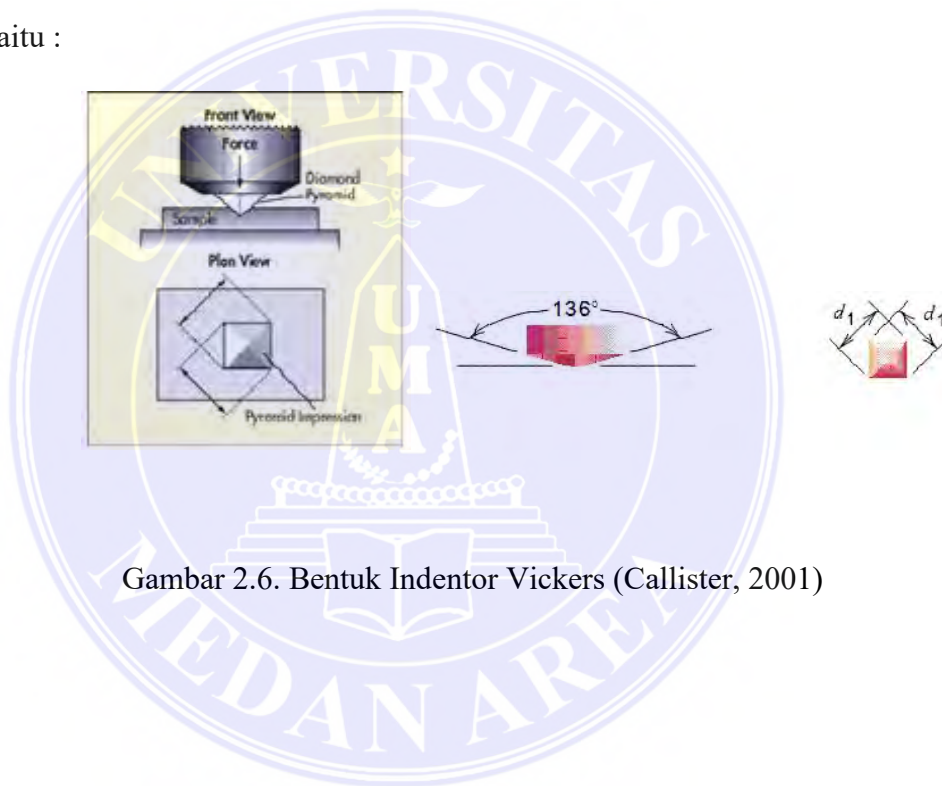
HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

2.2.3 Vickers (HV / VHN)

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid

seperti ditunjukkan pada gambar 3. Beban yang dikenakan juga jauh lebih kecil dibanding dengan pengujian rockwell dan brinell yaitu antara 1 sampai 1000 gram.

Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indenter(diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$. Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode vickers yaitu :



Gambar 2.6. Bentuk Indenter Vickers (Callister, 2001)

$$HV = \frac{F}{A} \times \sin \frac{136^\circ}{2} \dots\dots\dots(1)$$

$$HV = \frac{F \cdot \sin \frac{136^\circ}{2}}{\frac{d^2}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

$$HV = 1,854 \frac{F}{d^2} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

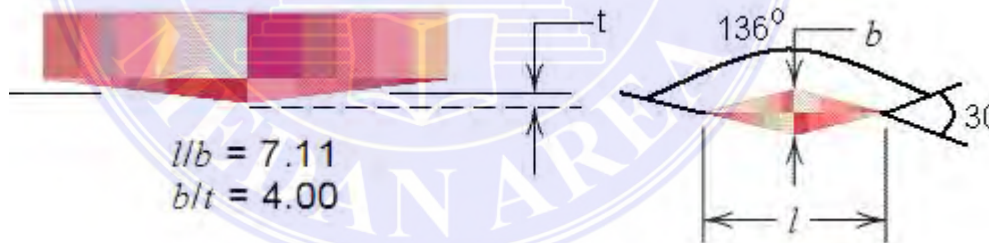
HV = Angka kekerasan Vickers

F = Beban (kgf)

d = diagonal (mm)

2.2.4 Micro Hardness (*knoop hardness*)

Mikrohardness test tahu sering disebut dengan *knoop hardness* testing merupakan pengujian yang cocok untuk pengujian material yang nilai kekerasannya rendah. Knoop biasanya digunakan untuk mengukur material yang getas seperti keramik.



Gambar 2.7 Bentuk Indentor Knoop (Callister, 2001)

2.3 Ikatan Dalam Bahan Padat

Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif yang dikelilingi oleh sejumlah elektron (yang dianggap tidak bermassa), jumlah muatan elektron sama dengan muatan inti sehingga secara keseluruhan atom itu netral, dan tidak bermuatan.

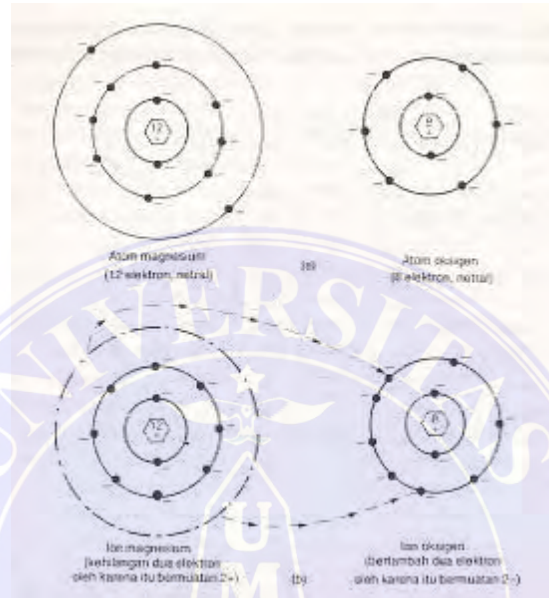
Elektron tersusun dalam beberapa tingkatan energi atau kulit energi. Kulit energi terluar mempunyai ikatan yang paling lemah dengan intinya. Gambar 1.1(a) memperlihatkan gambaran dua dimensi untuk magnesium, jenis atom logam yang memiliki dua elektron pada kulit terluar, dan oksigen, atom unsur bukan logam yang mempunyai enam elektron pada kulit paling luar. Keduanya mempunyai dua elektron pada kulit yang paling dekat dengan intinya.

Kemampuan interaksi antar atom berkurang bila kulit terluar diduduki oleh delapan elektron. Atom yang tidak memiliki konfigurasi ini selalu berusaha untuk membentuk ikatan sedemikian rupa sehingga mencapai konfigurasi ini. Karakteristik inilah yang mendorong terbentuknya tiga jenis ikatan atom yaitu ikatan ionik, ikatan kovalen, dan ikatan logam.

a. Ikatan Ionik

Ikatan ionik terjadi antara atom logam dan atom bukan logam dan merupakan ikatan yang sangat kuat. Bahan dengan ikatan ionik mempunyai ciri: temperatur lebur tinggi, keras, dan rapuh. Ikatan ionik terbentuk bila atom oksigen "menangkap" dua elektron terluar atom magnesium (Gambar 1.1(b)). Dengan demikian, atom oksigen bertambah dua muatan negatif dan atom magnesium kehilangan dua elektron terluarnya sehingga mempunyai kelebihan dua muatan positif. Baik oksigen maupun magnesium kini memiliki delapan elektron pada kulit terluarnya dan mencapai keseimbangan kimiawi seperti gas mulia. Akan tetapi, kedua atom yang

tadinya netral itu sekarang mempunyai muatan elektrostatis yang berlawanan dan inilah yang menghasilkan ikatan ionik, seperti tampak pada Gambar 1.2(a) yang merupakan gambar dua dimensi senyawa oksida magnesium (MgO).



Gambar 2.8 Konfigurasi ikatan atom

Atom bermuatan sejenis tolak menolak, sedangkan atom dengan muatan berlawanan tarik menarik. Jadi, pada bahan utuh yang terdiri atas atom yang berikatan ionik, terbentuk struktur kristal dengan pola teratur dalam tiga dimensi.

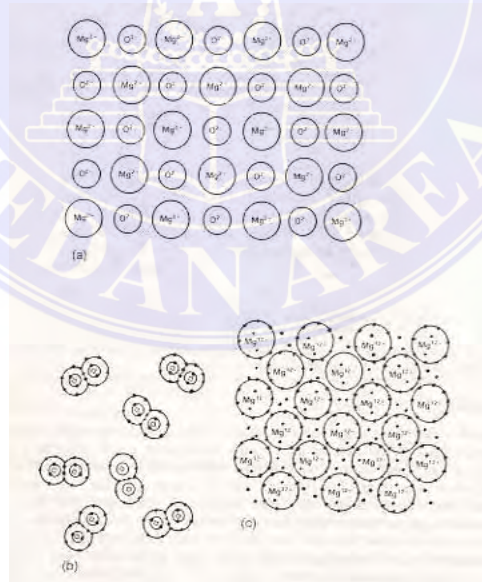
Tiap atom dikelilingi oleh atom dengan muatan yang berlawanan. Kekuatan senyawa seperti ini ditentukan oleh kekuatan ikatan

elektrostatik antar atom tak sejenis, dan kerapuhannya ditentukan oleh ketahanan atom bermuatan terhadap usaha yang memaksanya menduduki posisi dekat dengan atom yang bermuatan sama. Oksida magnesium menentang gaya yang

mendekatkan atom oksigen dan atom magnesium dengan atom sejenis. Bila gaya tersebut cukup besar, kristal akan retak.

b. Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen terjadi antara atom dengan empat elektron atau lebih pada kulit terluarnya, suatu kondisi yang dijumpai pada unsur bukan logam. Sebuah atom tak mungkin menampung semua elektron kulit terluar atom lain. Sekiranya hal itu terjadi, maka kulit elektron terluarnya akan kelebihan elektron (jumlah ideal adalah delapan elektron). Bila terdapat empat elektron atau lebih pada kulit terluar, atom sedemikian rupa sehingga mereka dapat berbagi elektron luar, tampak pada Gambar 1.2b.



Gambar 2.9 Konfigurasi ikatan atom

Pada gambar ini terlihat dua atom oksigen berbagi elektron sehingga setiap atom mempunyai delapan elektron. Ikatan antara bagian atom sangat kuat, tetapi ikatan antara pasangan lemah; demikian lemahnya sehingga oksigen tidak dapat beku dan membentuk kristal mencapai temperatur yang sangat rendah. Bahan yang mempunyai ikatan kovalen dapat berbentuk gas, cairan, atau padatan dan ikatan ini merupakan ikatan yang kuat. Untuk penerapan di bidang teknik, kita mengambil contoh yang relevan, misalnya karbon. Atom karbon mempunyai empat elektron pada kulit terluarnya. Agar jumlah elektron tersebut mencapai delapan, karbon dapat bersenyawa dengan atom karbon lainnya atau dengan empat buah atom berelektron tunggal (pada kulit terluar) seperti hidrogen. Dengan hidrogen, karbon akan membentuk metana (CH_4). Dengan dua atom yang mempunyai elektron ganda (pada kulit terluarnya) seperti oksigen, karbon membentuk dioksida karbon (CO_2). Dengan atom karbon lain, akan terbentuk dua jenis kristal karbon. Bentuk pertama adalah intan. Intan mempunyai struktur kubik dengan atom pada posisi rangkaian tetragonal, sedangkan bentuk kedua mempunyai atom karbon dalam rangkaian bidang heksagonal dan disebut grafit. Grafit dikenal dengan sifat pelumasnya akibat susunan bidangnya yang dapat saling bergeseran. Walaupun atom karbon dikelilingi oleh delapan elektron, jenis ikatannya agak berbeda. Jarak antar bidang lebih besar daripada jarak antar atom dalam bidang itu sendiri, sehingga gaya ikat antar bidang lemah. Selain itu, ikatan semacam ini menggunakan tiga elektron per

atom, sedangkan elektron keempat bebas atau dapat bergerak dalam bidang yang sejajar dengan kulit.

Atom karbon yang membentuk ikatan dengan atom lain seperti hydrogen sering kali membentuk rantai atau untai yang panjang. Ikatan antar atom yang seperti rantai ini (yang disebut struktur polimer) tidak selalu mencerminkan sifat ikatan kovalen karena, meskipun kuat, rantai juga fiksibel dan ikatan antar rantai yang berdekatan lemah.

c. Ikatan Logam

Dua pertiga dari unsur mempunyai kurang dari empat elektron pada kulit terluarnya. Meskipun jumlahnya memadai untuk mengimbangi muatan positif inti, bila dua jenis unsur ini membentuk ikatan, jumlah electron masih kurang untuk membentuk ikatan keseimbangan kimia dan tidak dapat membentuk ikatan ionik atau ikatan kovalen. Dalam keadaan padat, unsure logam membentuk jenis ikatan yang lain sekali, yang menjadi ciri khas logam. Elektron pada kulit terluar suatu logam bergerak sebagai awan melalui ruang antar inti yang bermuatan positif bersama kulit electron lainnya, lihat Gambar 2.9c.

Inti beserta kulit elektron di bagian dalam dianggap sebagai bola keras yang tersusun padat dengan pola teratur, membentuk apa yang disebut *susunan kristal*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.9.c. Susunan ion positif terikat menjadi satu oleh awan elektron bermuatan negatif membentuk ikatan khas yang disebut ikatan

logam. Oleh karena ion tidak memiliki kecenderungan khusus untuk menempati lokasi tertentu, ion dapat bergerak dalam kisi kristal tanpa mengganggu keteraturan pola. Selain itu, awan elektron dapat digerakkan ke arah tertentu oleh potensial listrik, dan menghasilkan *arus listrik*. Konduktivitas listrik merupakan karakteristik khas logam. Pada kristal dengan ikatan ion atau ikatan kovalen, elektron terikat dan tidak bebas bergerak. Hanya bila potensial cukup tinggi (potensial tembus), elektron dapat ditarik lepas.

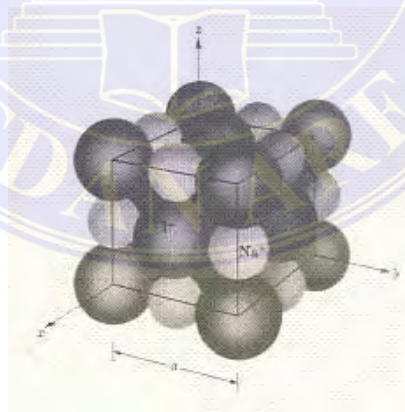
Ikatan dan Pengaruh Gaya Luar

Di samping kemampuan gerak elektron pada ikatan logam, perbedaan besar lain antara ikatan logam dan ikatan lainnya terletak pada perilakunya bila dipengaruhi oleh gaya luar. Gaya kecil tak seberapa pengaruhnya terhadap ketiga jenis ikatan tersebut. Regangan atau perpanjangan yang terjadi lenyap bila gaya ditiadakan. Sifat ini disebut *perpanjangan elastik* atau *kompresi elastik*. Bila gaya cukup besar, pada ikatan logam dapat terjadi pergelinciran ion logam membentuk pola sejenis yang tetap bertahan meski gaya ditiadakan. Ini dimungkinkan karena semua ion memiliki sifat yang sama dan elektron tidak terikat pada atom tertentu. Sebaliknya, atom dengan ikatan ion menentang gerak luncuran tersebut karena antara ion dan elektron terdapat ikatan kuat. Oleh karena itu, bahan dengan ikatan ion cenderung rapuh. Karena adanya kemampuan inti untuk saling meluncur, kristal dengan ikatan logam dapat dibentuk secara mekanik dan ikatan antar atomnya tetap

kuat. Sifat ini disebut *keuletan (ductility)* atau kenyal bentuk dan merupakan karakteristik keadaan logam.

Apa pun bentuk ikatannya, bahan umumnya membentuk susunan tiga dimensi (atau struktur kristal) yang teratur dalam ruang. Ada empat belas jenis struktur, tetapi hanya empat yang biasanya ditemukan pada logam yang digunakan dalam penerapan keteknikan. Sel tunggal sederhana mewakili jumlah atom yang tak terhingga dalam susunan tiga dimensi kristal utuh.

Semua logam, sebagian besar keramik dan beberapa polimer membentuk kristal ketika bahan tersebut membeku. Dengan ini dimaksudkan bahwa atom-atom mengatur diri secara teratur dan berulang dalam pola 3 dimensi. Struktur semacam ini disebut *kristal* (Gambar 1.3).



Gambar 2.10 Struktur Kristal

Pola teratur dalam jangkauan panjang yang menyangkut puluhan jarak atom dihasilkan oleh koordinasi atom dalam bahan. Disamping itu pola ini kadang-

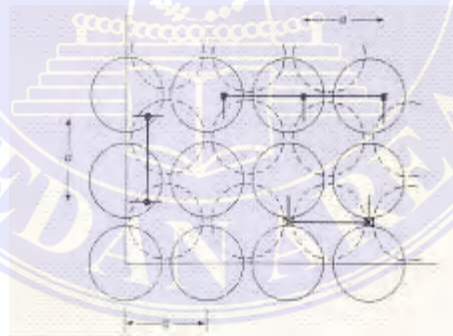
kadang menentukan pula bentuk luar dari kristal, contoh yang dapat dikemukakan adalah bentuk bintang enam bunga salju. Permukaan datar batu batuan mulia, kristal kwarsa (SiO_2) bahan garam meja biasa (NaCl) merupakan penampilan luar dari pengaturan di dalam kristal itu sendiri. Dalam setiap contoh yang dikemukakan tadi, pengaturan atom di dalam kristal tetap ada meskipun bentuk permukaan luarnya diubah. Struktur dalam kristal kwarsa tidak berubah meskipun permukaan luar tergesek sehingga membentuk butiran pasir pantai yang bulat-bulat. Hal yang sama kita jumpai pada pengaturan heksagonal molekul air dalam es atau bunga salju.

Tata jangkau panjang yang merupakan karakteristik kristal dapat dilihat pada Gambar 2.11 Model ini memperlihatkan beberapa pola atom kisi yang dapat terjadi bila terdapat satu jenis atom. Karena pola atom ini berulang secara tak terhingga, untuk mudahnya kisi kristal ini dibagi dalam *sel satuan*. Sel satuan ini yang mempunyai volum terbatas, masing-masing memiliki ciri yang sama, dengan kristal secara keseluruhan. Jarak yang selalu berulang, yang disebut *konstanta kisi*, dalam pola jangkau panjang kristal. menentukan ukuran sel satuan. jadi dimensi yang berulang atau a , (lihat Gambar 2.11.) juga merupakan dimensi sisi sel satuan. Karena pola kristal Gambar 2.11 identik dalam ketiga arah tegak lurus, sel satuan ini berbentuk kubik dan a adalah konstanta kisi dalam ketiga arah koordinat. Dalam kristal bukan kubik, konstanta kisi berbeda dalam ketiga arah koordinat.



Gambar 2.11 Sel satuan

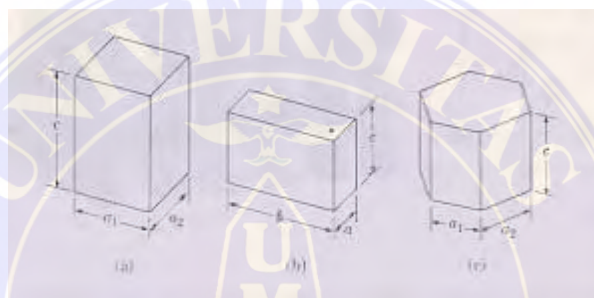
Titik sudut sel satuan dapat ditempatkan *dimana saja* dalam suatu kristal. jadi, sudut tersebut dapat berada dipusat atom, tempat lain dalam atom-atom atau diantara atom-atom, seperti titik pada Gambar 2.12. Dimanapun ia berada, volum yang kecil tadi dapat diduplikasikan dengan volum yang identik disebelahnya (asalkan sel tadi memiliki orientasi yang sama dengan pola kristal) Setiap sel mempunyai ciri-ciri geometrik, yang sama dengan kristal keseluruhan.



Gambar 2.12 Konstanta kisi

Kristal kubik memiliki pola yang sama sepanjang ketiga sumbu tegak lurus: $a_1 = a_2 = a_3$. Kebanyakan logam dan beberapa jenis keramik berbentuk kubik. Kristal bukan kubik terjadi bila pola ulangnya tidak sama dalam ketiga arah koordinatnya atau sudut antara ketiga *sumbu kristal* tidak sama dengan 90°. Ada tujuh *sistem*

kristal, dengan karakteristik geometriknya seperti tercantum dalam Tabel 1.1. Dalam pelajaran pengantar dasar ilmu logam ini perhatian kita tertuju pada bentuk kristal kubik yang lebih sederhana. Akan tetapi disamping itu kita perlu mengenal juga sistem heksagonal. Disamping itu, kristal tetragonal dan ortorombik dengan karakteristik sel satuan seperti Gambar. 2.12



Gambar 2.13 Kristal bukan kubik

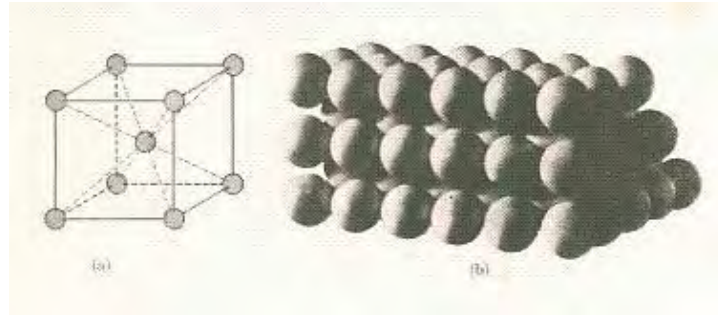
Tabel 1-1 : Sistem kristal.

Sistem	Sumbu	Sudut sumbu
Kubik	$a_1 = a_2 = a_3$	semua sudut = 90°
Tetragonal	$a_1 = a_2 \neq a_3$	semua sudut = 90°
Ortorombik	$a_1 \neq a_2 \neq a_3$	semua sudut = 90°
Monoklinik	$a_1 \neq a_2 \neq a_3$	dua sudut = 90° satunya $\neq 90^\circ$
Triklinik	$a_1 \neq a_2 \neq a_3$	semua sudut berbeda; tidak ada yang = 90°
Heksagonal	$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$	semua sudut 90° dan 120°
Rombohedral	$a_1 = a_2 = a_3$	semua sudut sama, tetapi tidak = 90°

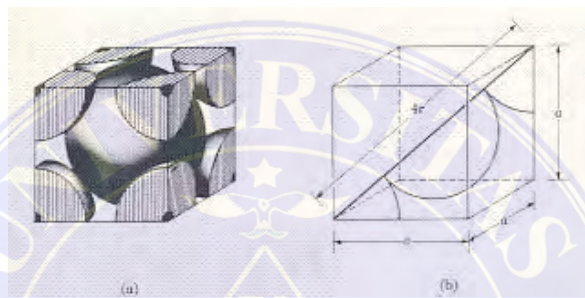
Kristal kubik terdiri dari tiga bentuk kisi, *kubik sederhana*, *kubik pemusatan ruang* dan *kubik pemusatan sisi*. Suatu kisi adalah Pola yang berulang dalam tiga dimensi yang terbentuk dalam kristal. Sebagian besar logam memiliki kisi kubik pemusatan ruang (kpr) atau kisi kubik pemusatan sisi (kps).

1.2.1. Kubik pemusatan ruang.

Besi mempunyai struktur kubik. Pada suhu ruang sel satuan besi mempunyai atom pada tiap titik sudut kubus dan satu atom pada Pusat kubus (Gambar 1.7.) Besi merupakan logam yang paling umum dengan struktur kubik pemusatan ruang, tetapi bukan satu-satunya. Krom, tungsten dan unsur lain juga memiliki susunan kubik pemusatan ruang.



Gambar 2.14 Struktur Kubik pemusatan ruang



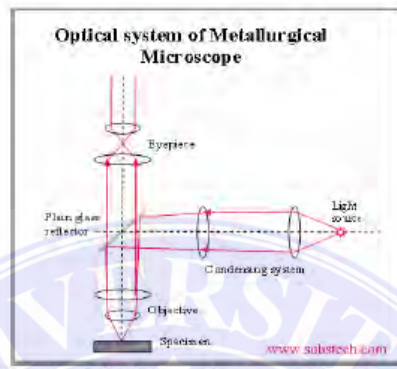
Gambar 2.15 Struktur Kubik pemusatan ruang

Tiap atom besi dalam struktur kubik pemusatan ruang (kpr) ini dikelilingi oleh delapan atom tetangga; hal ini berlaku untuk setiap atom, baik yang terletak pada titik sudut maupun atom dipusat sel satuan. Oleh karena itu setiap atom mempunyai lingkungan geometrik yang sama (Gambar 1.7). Sel satuan logam kpr mempunyai dua atom. Satu atom dipusat kubus dan delapan seperdelapan atom pada delapan titik sudutnya (Gambar 1.8).

2. 4 Mikroskop Metalurgi

Mikroskop metalurgi merupakan mikroskop optik yang berbeda dari yang lain yaitu dalam metode iluminasi specimen mikroskop. Metode ini menyebabkan

bahan logam harus diterangi oleh pencahayaan frontal, sehingga cahaya berada di dalam tabung mikroskop. Skema mikroskop metalurgi optik diperlihatkan pada gambar 2.16



Gambar 2.16 Sistem mikroskop optik metalurgi

Parameter yang penting dalam mikroskop metalurgi meliputi pembesaran dan resolusi. Umumnya perbesaran dari mikroskop metalurgi berada dalam kisaran 50 kali sampai 1000 kali sedangkan resolusi merupakan ketajaman gambar suatu objek oleh perangkat optik yang baik. Mikroskop metalurgi digunakan untuk berbagai aplikasi diantaranya manufaktur wafer semikonduktor silicon, inspeksi dan pengendalian mutu, kristalografi, analisis besi tuang dalam pengecoran logam dan juga dapat digunakan untuk analisis mikrostruktur.

2.5 Perubahan kekerasan permukaan

Secara sederhana dapat diartikan bahwa pengelasan dapat merubah kekerasan logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan

yang dilas.

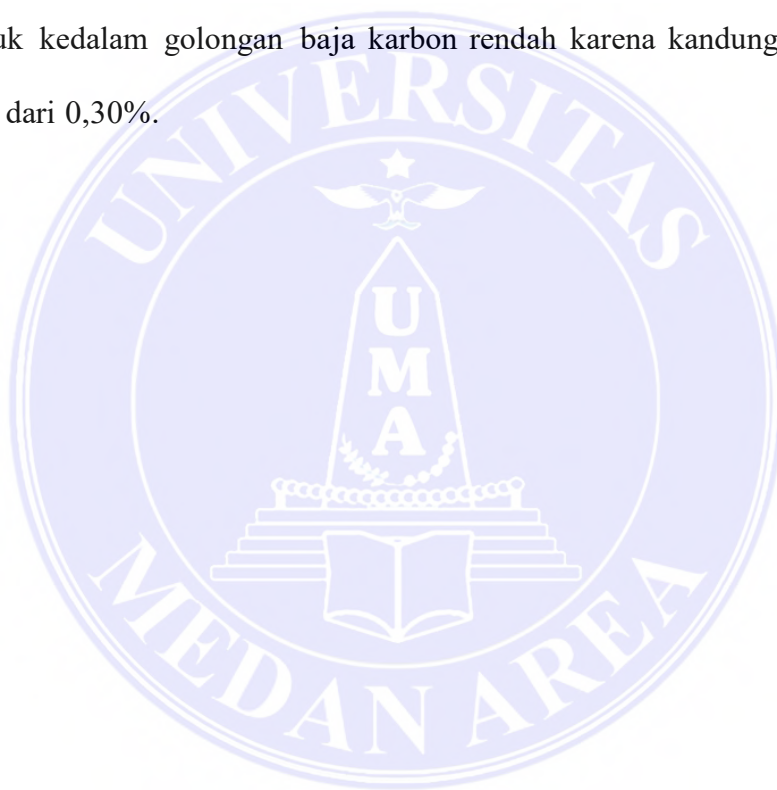
Pengertian pengelasan adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Wiryosumarto, Harsono dan Okumura [15] menyebutkan bahwa pengelasan adalah penyambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran, dimana kedua ujung logam yang akan disambung di buat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau panas yang didapat dari busur nyala listrik (gas pembakar) sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat dan tidak mudah dipisahkan. Paling tidak saat ini terdapat sekitar 40 jenis pengelasan. Dari seluruh jenis pengelasan tersebut hanya dua jenis yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik (Shielded metal arc welding/ SMAW) dan las karbit (Oxy acetylene welding/OAW).

Baja adalah merupakan suatu campuran dari besi (Fe) dan karbon (C), dimana unsur karbon (C) menjadi dasar. Disamping unsur Fe Dan C, baja juga mengandung unsur campuran lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi.

Baja karbon sedang dan baja karbon tinggi mengandung banyak karbon dan unsur lain dapat memperkeras baja, karena itu daerah pengaruh panas atau HAZ pada baja ini mudah menjadi keras bila dibandingkan baja karbon rendah.

Sifatnya yang mudah menjadi keras ditambah dengan adanya hydrogen difusi menyebabkan baja ini sangat peka terhadap retak las. Disamping itu pengelasan dengan menggunakan elektroda yang sama kuat dengan logam lasnya dengan pemanasan mula dan suhu pemanasan tergantung dari kadar karbon. Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon antara 0,1% -1,7%. Berdasarkan tingkatan banyaknya kadar karbon, baja digolongkan menjadi tiga tingkatan: Baja karbon rendah, Baja karbon sedang, Baja karbon tinggi. Dan baja ST 37 termasuk kedalam golongan baja karbon rendah karena kandungan karbonnya kurang dari 0,30%.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama sekitar 8 minggu. Tempat pelaksanaan penelitian adalah di laboratorium produksi Universitas Medan Area dan penentuan waktu penelitian seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Minggu)							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	Penelusuran literatur, penulisan proposal dan pemeriksaan kesedian alat, bahan	■	■						
2	Pengajuan proposal dan revisi			■					
3	Persiapan pengadaan bahan			■					
4	Persiapan alat uji				■				
5	Pengujian dan Pengukuran data				■				
6	Pengolahan dan analisis data						■		
7	Kesimpulan dan penyusunan Laporan						■		
8	Sidang sarjana							■	

3.4 Bahan dan Alat

3.4.1 Bahan

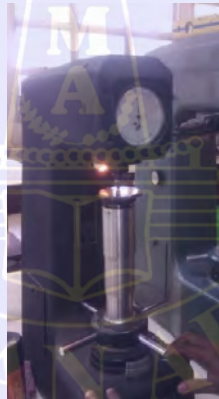
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ST 37 sebanyak 3 buah dengan diameter 7 cm dan tebal 0,5 cm. Bahan yang akan diuji terlebih dahulu dibersihkan agar tidak menghalangi penekanan.



Gambar 3.1 Material alat uji besi ST 37

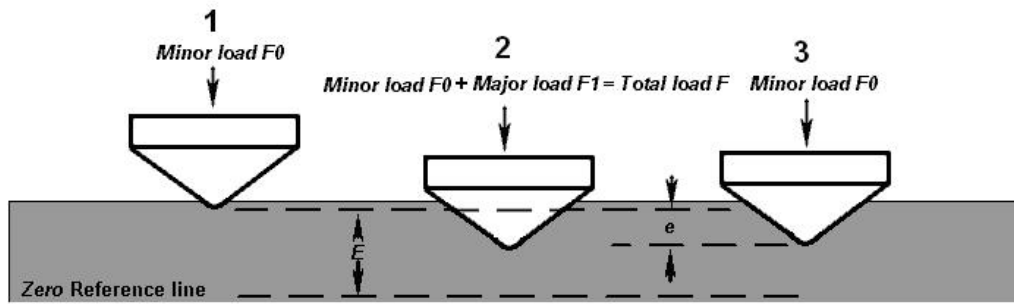
3.2.2 Alat-alat

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah bahan metal (logam). Bahan di letakkan pada alat uji secara bergantian dan diuji kekerasan menggunakan indentor berupa indentor bola (ball indentor) (THB) kemudian dihitung nilai kekerasannya menggunakan: $h_2 - h_0 = (130 - TH) 0,02$.



Gambar 3.1 Alat uji Rockwell

Pada langkah pertama benda uji ditekan oleh indentor dengan beban minor (Minor Load F_0) setelah itu ditekan dengan beban mayor (Major Load F_1) pada langkah kedua dan langkah ketiga beban mayor diambil sehingga yang tersisa adalah minor load, seperti pada ilustrasi gambar berikut:



Gambar 3.2 Ilustrasi Tekanan

Tabel 3.1 Skala, Indentor dan Material Sampel

Scale	Indenter	Test Force		Scale mark of hardness indicating gauge	Scale Range	Common Range	Application Material Example
		Initial test force	Total test force				
TH A	Diamond cone	98.1	588.4	C (Black)	0-100	20-88	Carbide, surface carburization hardened steel
TH B	Φ15.875mm Ball indenter	98.1	980.7	B (Red)	0-100	20-100	Soft steel, Al alloy, Cu alloy, malleable cast iron
TH C	Diamond cone indenter	98.1	1471	C (Black)	0-100	20-70	Hardened steel, quenched and tempered steel, alloys

Adapun peralatan tambahan yang di pergunakan selama penelitian ini adalah:

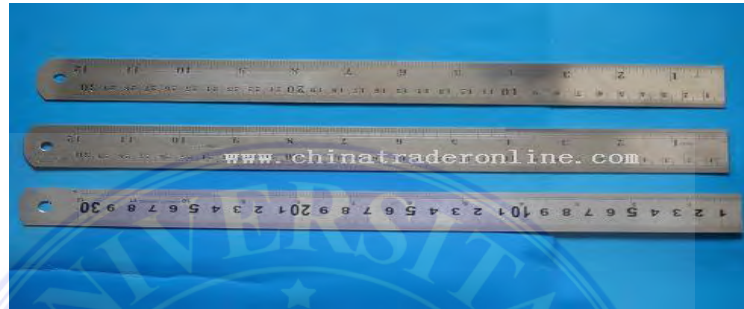
a. Laptop

Digunakan untuk menyimpan dan mengolah data. Laptop yang digunakan dalam penelitian ini, dengan spesifikasi:

- 1) Processor : Intel(R) Core i5 2.3 GHz
- 2) Memory : 4 GB RAM
- 3) Harddisk : 640 GB
- 4) Windows 7 Ultimate Edition

b. Mistar

Mistar adalah sebuah alat pengukur dan alat bantu gambar untuk menggambar garis lurus. Terdapat berbagai macam penggaris, dari mulai yang lurus sampai yang berbentuk segitiga (biasanya segitiga siku-siku sama kaki dan segitiga siku-siku 30° – 60°).



Gambar 3.3 Mistar

c. Kikir

Digunakan untuk membersihkan bahan terdiri dari kikir halus dan kasar.

d. Grinda tangan

Grinda diperlukan untuk memotong benda uji sesuai dengan bentuk yang diinginkan.



Gambar 3.4 Grinda tangan

e. Kertas pasir

Kertas pasir diperlukan untuk membersihkan permukaan dari benda uji(logam besi ST 37)



Gambar 3.5 Kertas pasir

3.5 Pelaksanaan penelitian

Cara *Rockwell* ini berdasarkan pada penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor, maka yang akan dijadikan dasar perhitungan untuk nilai kekerasan *Rockwell* bukanlah hasil pengukuran diameter atau diagonal bekas lekukan, tetapi justru dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu. Inilah perbedaan metode *Rockwell* dibandingkan dengan metode pengujian kekerasan lainnya. Pengujian *Rockwell* yang umumnya dipakai ada tiga jenis, yaitu HRA, HRB, dan HRC. HR itu sendiri merupakan suatu singkatan kekerasan *Rockwell* atau *Rockwell Hardness Number* dan kadang-kadang disingkat dengan huruf R saja.

Penggunaan mesin uji kekerasan *Rockwell* sipenguji harus memasang indentor terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indentor bola baja atau kerucut intan. Setelah indentor terpasang, penguji meletakkan *specimen* yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyatel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan. Untuk mengetahui nilai kekerasannya, penguji dapat melihat pada jarum yang terpasang pada alat ukur berupa dial *indicator pointer*.

Kesalahan dalam pengujian kekerasan disebabkan beberapa faktor yaitu :

1. Benda Uji
2. Operator
3. Mesin Uji Rockwell

Pengujian Kekerasan benda dengan metode Rockwell memiliki beberapa kelebihan antara lain :

1. Dapat digunakan untuk bahan yang sangat keras.
2. Dapat dipakai untuk batu gerinda sampai plastik.
3. Cocok untuk semua material yang keras dan lunak.

Selain memiliki kelebihan Pengujian kekerasan benda dengan metode Rockwell memiliki beberapa kekurangan antara lain :

1. Tingkat ketelitian rendah.
2. Tidak stabil apabila terkena guncangan.
3. Penekanan bebannya tidak praktis.

Dengan berjalannya waktu, teknologi sekarang ini semakin canggih. Terutama dalam pengujian kekerasan benda, baik logam, baja, besi, kayu, plastik dll. Meskipun kemajuan teknologi semakin canggih namun metode Rockwell masih digunakan bahkan diterapkan pada alat uji digital

Prosedur pengujian:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan
- b. Mengikir baja ST 37 agar menjadi bersih dari pengaruh karat.
- c. Memasang tatakan uji pada mesin uji rockwell



Gambar 3.5 Memasang bahan uji pada mesin uji rokwell

d. Mengatur indentor



Gambar 3.6 Mengatur bahan uji pada Alat uji

e. Menyalakan mesin



Gambar 3.7 Menyalakan mesin uji

f. Menguji bahan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai rata-rata kekerasan.

g. Pembebenan awal diberikan 100 Kgf

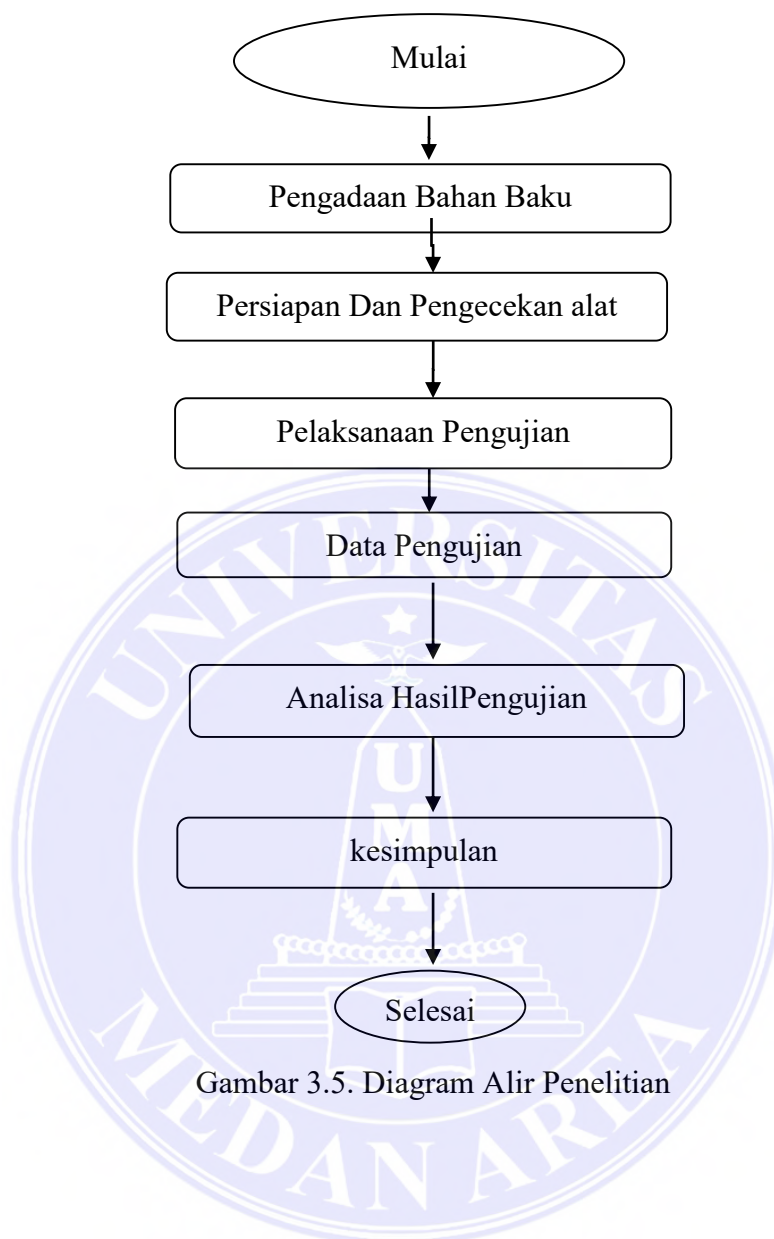
h. Mencatat hasil pengujian, setelah terjadi pelepasan beban mayor



Gambar 3.8 Mencatat hasil pengujian



3.4 Diagram alir penelitian



Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil eksperimen material baja ST 37 memiliki kekerasan yang hampir merata. Nilai kekerasan tersebut dapat dilihat berdasarkan beda kedalaman yang ditimbulkan oleh tekanan pada permukaan material.
2. Kekerasan suatu material dipengaruhi oleh kemurnian bahan (homogenitas).
3. Dari beberapa gambar hasil pengujian pada bab IV , terlihat fluktuasi nilai kekerasan pada material uji menunjukkan nilai kekerasan tidak sama pada setiap permukaan benda uji.
4. Keseragaman nilai kekerasan terjadi pada proses pembuatan material logam pada saat diproduksi dan bahan penyusun pada saat pengecoran serta bahan tambahannya.

5.2 Saran

1. Sebaiknya pengujian dilakukan lebih banyak lagi dan menggunakan sampel logam yang berbeda-beda.
2. Pengujian juga dilaksanakan dengan pengujian kekerasan material yang lain.
3. Dalam pengadaan material uji sebanyak dibuat variasi perlakuan

4. Pengujian sebaiknya dilanjutkan pada pengujian tarik atau metode kekerasan yang lainnya.
5. Untuk pengujian jenis logam lainnya perlu juga dilakukan sebagai perbandingan nilai kekerasan.



DAFTAR PUSTAKA

1. Arif eko Mulayanto dkk, Analisa Penggunaan Tempurung Kelapa Untuk Meningkatkan Kekerasan Bahan Pisau Timbangan Meja Dengan Proses Pack Carburazing, Universitas Muhammadiyah, Semarang.
2. Efendi, Zainal. Jurnal Kekerasan Material dengan Metode Rockwell. Fakultas Sains dan Teknologi UA, Surabaya. 2010.
3. Hera Setiawan, Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan, Jurnal Simetris, Vol. 3, 2013.
4. Ika Wahyuni dkk, Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell, Universitas Airlangga, Surabaya.
5. Wikha Fitria, Korelasi Nilai Kuat Tarik Dan Modulus Elastisitas Baja Dengan Kekerasan Pada Equotip Portable rokwell Hardness, Universitas Brawijaya, Malang, 2017.
6. Wiryosumarto, Harsono dan Toshie Okumura, Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: PT. Pradya Paramita. 2004