

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Uji Kekerasan

Secara umum semua sifat mekanik dapat terwakili oleh sifat kekerasan bahan, orang berasumsi bahwa yang keras itu pasti kuat, sehingga “jika dibutuhkan bahan yang kuat, maka pilih bahan yang keras” ini merupakan pernyataan yang keliru, bahwa ada suatu bahan yang memiliki kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan itu benar tetapi ada juga sifat yang justru perbandingannya terbalik bahwa bahan yang keras akan rapuh. Oleh karena itu diperlukan definisi yang spesifik antara kekerasan dengan kekuatan kendati masing-masing memiliki korelasi (askeland1996).

Pada dasarnya semua jenis bahan memiliki perilaku dan reaksi yang sama dalam menerima pembebanan atau sebuah gaya, apapun bentuk gayanya, dimana gaya merupakan sebuah aksi terhadap suatu benda yang mengakibatkan sebuah reaksi bagi benda itu sendiri. Kekerasan merupakan sebuah reaksi dari suatu material atau bahan sampai batas mana bahan itu dapat mempertahankannya, akan tetapi gaya macam apa yang bekerja sehingga kekerasan tersebut dapat didefinisikan.

Jika kita melihat kembali reaksi suatu bahan dalam menerima pembebanan atau gaya tertentu perilaku idealnya terdiri dari “melawan, bertahan, dan kalah”. Sebenarnya dalam pemilihan bahan yang memenuhi syarat sebagai bahan produk ialah bahan yang pada posisi “melawan” walaupun harus diketahui batas kalahnya.

Pada bahan produk perilaku ini ditandai dengan adanya phase-phase perubahan bentuk atau deformasi, misalnya batang lurus menjadi bengkok saat pembebanan yang kembali lurus jika beban dilepaskan, bahan yang pendek menjadi panjang pada saat

pada saat dibebani dan kembali rata setelah beban dilepaskan dan sebagainya, phase ini yang disebut deformasi Elastis, namun ada pula bahan yang lurus menjadi bengkok pada saat dibebani dan tetap bengkok walaupun beban dilepaskan, bahan yang pendek menjadi panjang pada saat dibebani dan masih tetap panjang walaupun beban itu dihilangkan, demikian pula pada bahan yang rata menjadi cekung saat dibebani dan tetap cekung walaupun bebantelah dilepaskan ini yang disebut deformasi Plastis. Tetapi terjadi pula sebuah bahan dibebani menjadi putus atau menjadi pecah.

Phase-phase ini sebenarnya terjadi pada bahan yang mengalami pembebanan akan tetapi tingkat pembebanan ini akan mengakibatkan reeaksi phase yang berbeda. Oleh karena itu dalam penentuan kekerasan logam ada juga yang mendefinisikan kekerasan ini berdasarkan tahapan (phase) perubahan bentuk atau deformasi yang terjadi pada bahan akibat pembebanan ini, bahwa :“Kekerasan ialah kekuatan bahan dalam menerima pembebanan hingga terjadi perubahan tetap”.

2.1.2 Prosedur proses pengujian kekerasan

Dengan definisi tersebut maka kekerasan ini identik dengan kekuatan terhadap pembebanan, sehingga pada baja karbon diketahui bahwa ada kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan tariknya.

Beberapa ahli melakukan analisis terhadap kekerasan ini dimana kekerasan diukur dengan membandingkan ketahanan terhadap gesekan antara bahan yang satu dengan bahan lainnya dengan melihat goresan sebagai akibat dari gesekan tersebut. Disamping itu ada pula yang melihat reaksi pantulan sebuah bola yang dijatuhkan pada permukaan benda uji, yang ternyata dari ketiga cara tersebut dianggap memenuhi syarat pengujian yang digunakan sebagai alat ukur itu harus :

- Dapat didefinisikan secara fisik

- Jelas tidak berubah karena waktu
- Dapat digunakan sebagai pembanding dimana pun didunia ini.

Berdasarkan pada persyaratan tersebut maka ketiga metoda tersebut pengujian kekerasan yang dibakukan pemakaiannya adalah :

1. Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*)
2. Pengujian kekerasan dengan cara goresan (*Scratch Test*)
3. Pengujian kekerasan dengan cara Dinamik (*Dynamic Test*)

Proses pengujian terhadap kekerasan logam harus dilakukan sesuai dengan metoda serta prosedur pengujian yang telah ditentukan sehingga hasil pengujian dapat diterima digunakan sebagai acuan dalam pemilihan bahan teknik sebagai bahan baku produk, atau menjadi petunjuk perubahan sifat bahan (kekerasan) sebelum atau setelah proses perlakuan panas dilakukan.

2.1.3 Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*)

Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*) ialah pengujian kekerasan terhadap bahan (logam), dimana dalam menentukan kekerasannya dilakukan dengan menganalisis indentasi atau bekas penekanan pada benda uji (*Test piece*) sebagai reaksi dari pembebanan tekan. Proses ini dilakukan antara lain dengan sistem Rockwell, Vickers, Brinell, dan Brinell palu poldy.

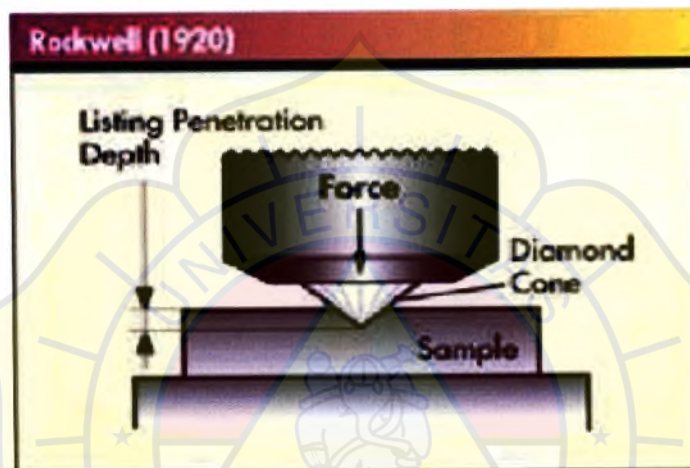
(1) Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indentor yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indentor dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955).

Indentor atau “*penetrator*” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut “*brale*”). Diameter bola baja umumnya 1/16 inchi, tetapi terdapat juga indentor dengan diameter lebih besar, yaitu 1/8, 1/4, atau 1/2 inchi untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indentor bola baja dan 150 kg untuk indentor *brale*. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indentor sesuai kondisi pengujian.

Karena pada pengujian *rockwell*, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indentor yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan. Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon medium dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). Range kekerasannya dari 0–100.

Bila indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indenter dapat terdefomasi dan berubah bentuk. Selain itu, karena bentuknya, bola baja tidak sesensitif brale untuk membedakan kekerasan bahan-bahan yang keras. Tetapi jika indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indenter mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indenter dapat rusak.



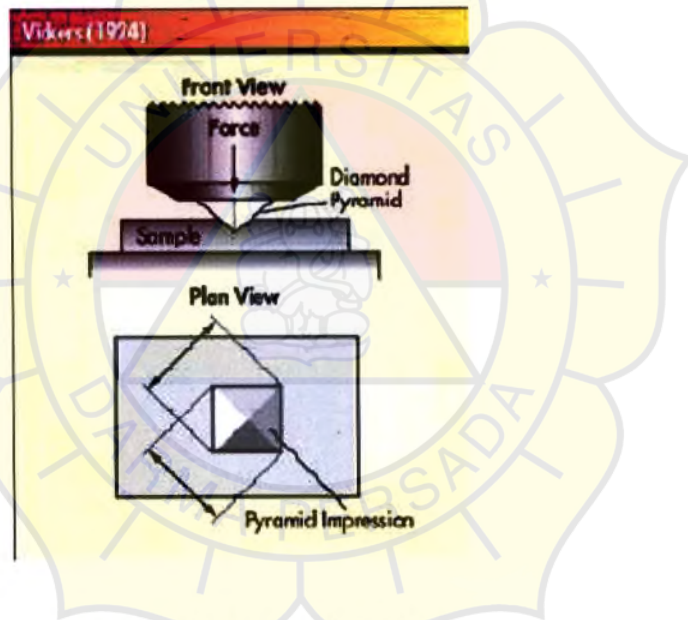
Gambar 2.1 pengujian rockwell.

Tabel 2.1 Skala kekerasan Rockwelldan huruf awalnya (Davis, Troxell, dan wiskocil,1955)

Simbol skala dan huruf awalan	Indenter	Beban penekanan (kg)	Warna dial	
B	Kelompok 1: Bola baja $\frac{1}{16}$ -inchi	100	Merah	
C		150	Hitam	
A	Kelompok 2: Brale	60	Hitam	
D		100	Hitam	
E		Bola baja $\frac{1}{8}$ -inchi	100	Merah
F		Bola baja $\frac{1}{16}$ -inchi	60	Merah
G		Bola baja $\frac{1}{16}$ -inchi	150	Merah
H		Bola baja $\frac{1}{8}$ -inchi	60	Merah
K		Bola baja $\frac{1}{8}$ -inchi	150	Merah
L		Kelompok 3: Bola baja $\frac{1}{4}$ -inchi	60	Merah
M	Bola baja $\frac{1}{4}$ -inchi		100	Merah
P	Bola baja $\frac{1}{4}$ -inchi		150	Merah
R	Bola baja $\frac{1}{2}$ -inchi		60	Merah
S	Bola baja $\frac{1}{2}$ -inchi		100	Merah
V	Bola baja $\frac{1}{2}$ -inchi		150	Merah

(2) Uji Kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136°. Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell (Dieter, 1987). Angka kekerasan vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak.



Gambar 2.2 pengujian vikers

VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{2P \sin(\theta/2)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan:

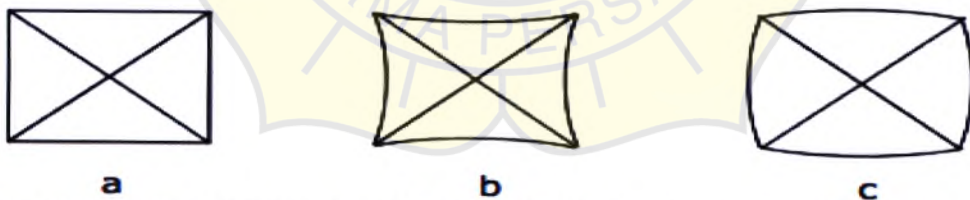
P = beban yang digunakan (kg)

$d =$ panjang diagonal rata-rata (mm)

$\theta =$ sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 1360

Karena jejak yang dibuat dengan penekan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukurannya, maka VHN tidak tergantung kepada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji *vickers* berkisar antara 1 hingga 120 kg. tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Hal-hal yang menghalangi keuntungan pemakaian metode *vickers* adalah:

- (1) Uji ini tidak dapat digunakan untuk pengujian rutin karena pengujian ini sangat lamban,
- (2) Memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati-hati, dan
- (3) Terdapat pengaruh kesalahan manusia yang besar pada penentuan panjang diagonal.



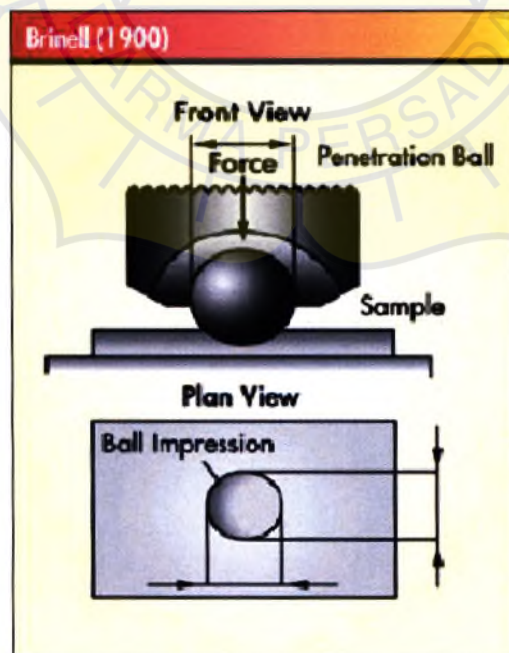
Gambar 2.3 Tipe-tipe lekukan piramid intan, (a) lekukan sempurna, (b) lekukan bantal jarum, (c) lekukan berbentuk tong.

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penekan piramida intan harus berbentuk bujur sangkar (gambar 3a). Lekukan bantal jarum (gambar 3b) adalah akibat terjadinya penurunan logam di sekitar permukaan piramida yang datar.

Keadaan demikian terjadi pada logam-logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan. Lekukan berbentuk tong (gambar 3c) akibat penimbunan ke atas logam-logam di sekitar permukaan penekan tedapat pada logam-logam yang mengalami proses pengerjaan dingin.

(3)Pengujian Kekerasan Brinell

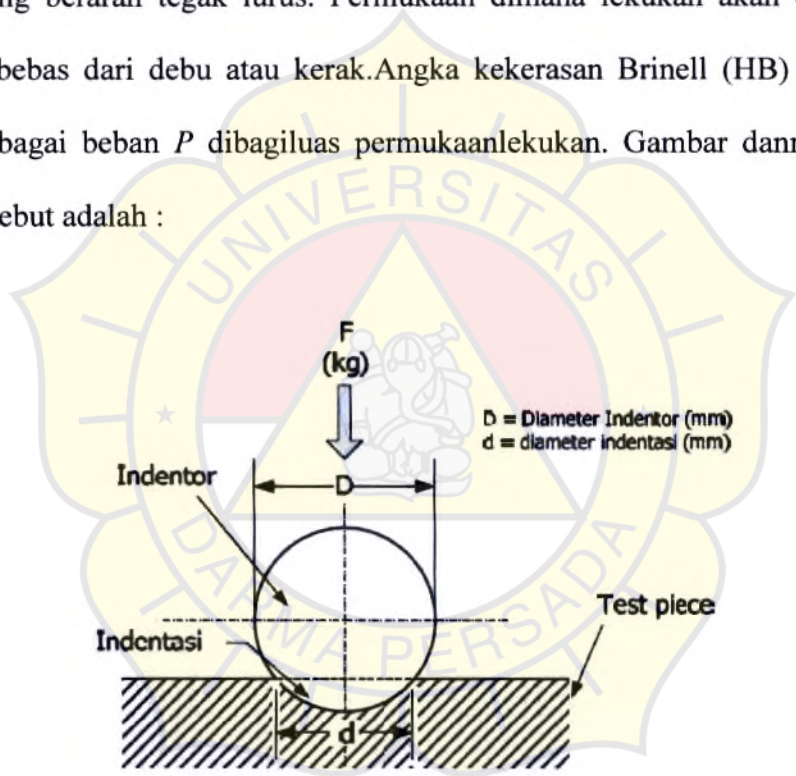
Uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak di gunakan serta disusun pembakuannya adalah metode yang di ajukan oleh J.A Brinell pada tahun1900 (Dieter1987).Uji kekerasan Brinell berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam dengan memakai bola baja berdiameter 10 mm dan di beri beban 3000 kg.



Gambar 2.4 pengujian brinell

Untuk logam lunak, beban di kurangi hingga tinggal 500 kg, untuk menghindari jejak yang dalam, dan untuk bahan yang sangat keras, digunakan paduan karbida tungsten, untuk memperkecil terjadinya distorsi idendor. Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop gaya rendah/jangka sorong, setengah beban tersebut di hilangkan.

Kemudian di cari harga rata-rata dari 2 sampai 3 buah pengukuran diameter pada jejak yang berarah tegak lurus. Permukaan dimana lekukan akan dibuat harus relatif halus, bebas dari debu atau kerak. Angka kekerasan Brinell (HB) atau (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagiluas permukaanlekukan. Gambar danrumus angka kekerasan tersebut adalah :



Gambar 2.5 kerja indendor

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(2.2)$$

HBN = Angka kekerasan brinell (kg/mm²).

F = Beban (kgf).

D = Diameter Bola (mm).

d = Diameter rata-rata indentasi (mm).

Contoh penulisan Hasilnya ditulis :HBN 10/3000/15 = 300

Artinya:

BHN = Brinell Hardness Number

10 = Diameter Bola Baja Identor 10 mm

3000 = Beban 3000 Kg

15 = Penahanan Beban 15 detik

• Indentor

Indentor atau bola kecil untuk pengujian Brinell ini dibuat dari baja biasa atau baja yang disepuh atau dari karbit wolfram, dimana pemakainya tergantung kepada kekerasan benda yang akan diselidiki. Diameter bola tersebut bervariasi yaitu 1,25 mm, 2,5 mm, 5 mm dan 10 mm dengan tujuan pemakaian tertentu. Waktu yang dipakai untuk menekan indentor ke material benda uji akan mempengaruhi hasil uji. Untuk material yang mempunyai titik lebur $T_s > 600^\circ\text{C}$. Waktu yang dibutuhkan harus 10 detik dan untuk material dengan $T_s < 600^\circ\text{C}$, waktu yang dibutuhkan minimum 30 detik.



Gambar 2.6 Indentor berdiameter 10mm



Gambar 2.7 dudukan indenter.



Gambar 2.8 Indentor berdiameter 10mm jenis baja.

(4) Pengujian kekerasan brinell palu poldy

Metode pengujian kekerasan ini dibuat untuk pemakaian praktis dilapangan atau industri. Dengan metode pengujian ini benda kerja yang hendak diuji kekerasannya tidak perlu dipotong atau dibawa ke laboratorium, karena peralatan pengujian ini dapat dibawa keluar dari laboratorium.

Dengandemikian untuk benda kerja berukuran besar yang tidak mungkin dibawa ke dalam laboratorium dapat diuji kekerasannya dengan metode ini. Pada pengujian kekerasan brinell palu poldy digunakan benda uji standar yang telah diketahui harga kekerasannya sebagai referensi. Maka berdasarkan persamaan (1) kekerasan benda uji standar adalah:

$$HB_1 = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d_1^2})} \text{ KG/mm}^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

dan kekerasan benda kerja yang hendak diukur kekerasannya adalah:

$$HB_2 = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d_2^2})} \text{ KG/mm}^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan:

D = diameter indentor = 10 mm

d1 = diameter indentasi pada benda uji standar (mm)

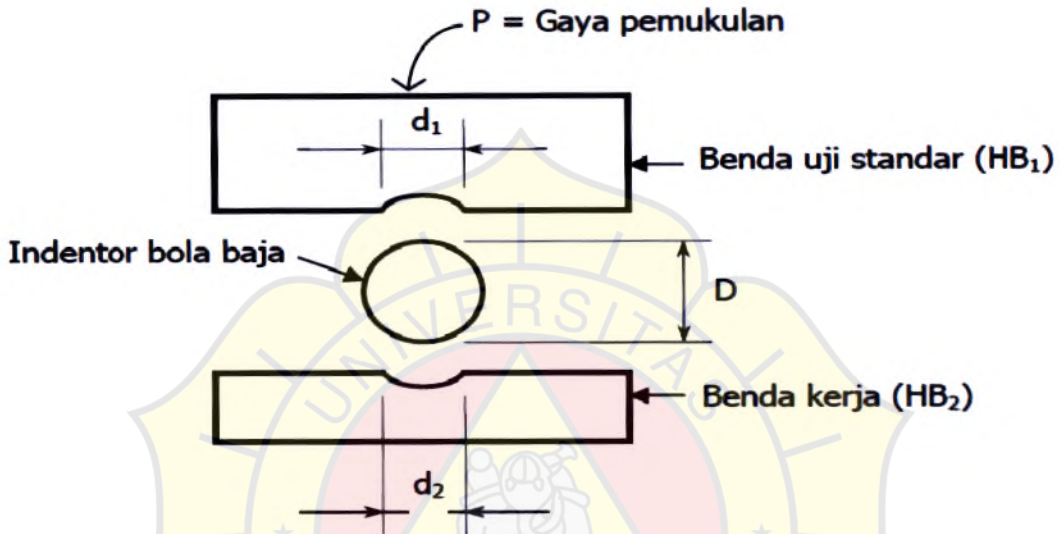
d2 = diameter indentasi pada benda kerja (mm)

HB₁ = kekerasan benda uji standar yang sudah diketahui (kg/mm²)

HB_2 = kekerasan benda kerja yang hendak diukur (kg/mm^2)

P = Gaya pemukulan (kg)

Dengan substitusi, dari persamaan (3) dan (4) dapat dihitung harga kekerasan benda kerja.



Gambar 2.9 Skema pengujian brinell palu poldy

2.1.3 Pengujian dengan cara goresan (*Scratch Test*)

Pengujian dengan cara goresan (*scratch test*) ialah pengujian kekerasan terhadap bahan (logam), dimana dalam penentuan kekerasannya dilakukan dengan mencari kesebandingan dari bahan yang dijadikan standar pengujian, yakni bahan-bahan yang teruji dan memenuhi syarat pengujian sebagaimana disebutkan di atas, yang disusun pada skala kekerasan yang disebut Skala Mohs yakni susunan dari 10 macam bahan mineral disusun dari skala 1 sampai skala 10 dari yang terluak sampai yang terkeras. Pada skala mana dari 10 jenis bahan ini yang dianggap sebanding bekas goresannya, maka inilah angka kekerasan logam tersebut, misalnya angka kekerasannya

7 pada skala Mohs, artinya kekerasannya sebanding dengan bahan ke 7 yang digoreskan pada permukaan bahan tersebut. Hasil pengujian ini memang kurang akurat karena hasil pengujian hanya merupakan hasil pengamatan secara Visual, namun pengujian ini sangat bermanfaat digunakan pada benda atau konstruksi besar yang tidak mungkin di bawa untuk diuji pada Laboratorium.

Mohs telah menetapkan urutan skala kekerasan beberapa bahan sebb:

Bahan	Skala kekerasan
Grafit	0,5 – 1
Talk	1
Kapur Batu	2
Kapur	3
Spaat lumer	4
Apatit	5
Baja Lunak	Kira-kira 6
Spaat	6
Kwarsa	7
Topaz	8
Baja dikeraskan	Kira-kira 8
Korundum	9
Intan	10

Tabel 2.2 kekerasan mohs.

Daftar diatas menunjukkan bahwa Intan merupakan bahan paling keras dengan skala kekerasan 10, artinya intan mampu melukai/menggores bahan lainya secara permanen. Jadi bahan dengan skla kekerasan tinggi mampu melakukan penetrasi terhadap bahan lainya dengan skala kekerasan lebih rendah.

2.1.4 Pengujian dengan cara dinamik (*Dynamic Test*)

Pengujian dengan cara dinamik (*Dynamic Test*) ialah pengujian kekerasan dengan mengukur tinggi pantulan dari bola baja atau intan (*hammer*) yang dijatuhkan

dari ketinggian tertentu. Tinggi pantulan memberikan indikasi kekerasan bahan tersebut, dimana semakin tinggi pantulan artinya bahan ini memiliki kekerasan yang tinggi pengukuran kekerasan dengan cara ini disebut sistem *Shore Scleroscope*.

Dalam proses ini "*small diamond-tipped hammer*" dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 250 mm didalam gelas pengukur (*Graduated Glass Tube*) diatas permukaan test piece.

2.1.5 PENGUJIAN LOGAM

•Syarat-syarat kualitas logam sebagai bahan teknik.

Logam merupakan salah satu bahan yang sangat penting dan paling banyak digunakan dalam memenuhi berbagai kebutuhan bahan teknik. Hal ini dikarenakan berbagai keunggulan dari sifat logam yang hampir semua sifat bahan produk dapat dipenuhi oleh sifat logam, disamping logam yang dapat diperbaiki sifat-sifatnya sesuai dengan kebutuhan sifat produk yang diinginkan. Keberagaman sifat dan karakteristik produk itulah maka logam dibentuk sedemikian rupa sebagai bahan baku (*raw materials*).

dengan berbagai spesifikasi dan komposisi serta cara perbaikan sifatnya yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya bahwa kualitas suatu produk ditentukan oleh terpenuhinya berbagai sifat yang disyarat oleh produk itu sendiri, dan diantara syarat kualitas tersebut antara lain , syarat fungsional dan syarat mekanis. Syarat fungsional akan didukung oleh syarat dimensional geometris,serta syarat estetis, sedangkan syarat mekanis akan didukung oleh kualitas physic.

2.1.5 Kualitas fungsional

Kualitas fungsional merupakan syarat kegunaan apakah suatu produk itu dapat memenuhi syarat dalam fungsi dan kegunaannya, apakah sebagai komponen, atau sebagai konstruksi rakitan. Kesesuaian ini akan ditentukan oleh kesesuaian bentuk serta ukuran sesuai dengan syarat ukuran atau syarat dimensional geometris yang direncanakan, jika produk itu berupa komponen, maka komponen ini akan dirakit sesuai dengan komponen lain sebagai pasangannya. Dan sudah barang tentu dalam perencanaan sebuah produk factor estetika juga menjadi pertimbangan, sehingga ada perpaduan yang serasi antara seni dan Teknologi.

2.1.6 Kualitas Mekanik

Kualitas mekanis merupakan syarat kualitas produk yang berhubungan dengan kekuatan atau ketahanan produk tersebut, apakah sebagai komponen atau sebuah konstruksi rakitan dari berbagai komponen, untuk menerima pembebanan pada beban dengan besar dan arah tertentu, kadang-kadang Kualitas Mekanis menjadi syarat utama karena sifat mekanis bahan ini akan mendukung pula kepada sifat fungsional dari produk yang telah disebutkan.

Keragaman fungsi dan dimensional produk ini menjadikan beragam pula syarat mekanik yang harus dipenuhi karena akan beragam pula gaya dan arah gaya yang harus ditopang oleh produk tersebut, seperti : tarik, geser, puntir, lengkung dan lain-lain dengan kondisi physic yang baik, artinya tidak terdapat cacat, baik cacat luar seperti keretakan ataupun cacat dalam seperti keropos dan lain-lain.

Berbagai persyaratan kualifikasi produk tersebut merupakan faktor-faktor penting yang harus diperhatikan dalam pelayanannya dan harus dilakukan sebelum, selama dan

setelah proses produksi itu dilakukan untuk memberikan jaminan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi kualitas persyaratan yang telah ditentukan.

Pada Industri manufaktur biasanya terdapat sebuah departemen tertentu yang menangani hal ini yakni Dept. *Quality Assurance* (QA) didalamnya terdapat pengendalian mutu yang disebut *Quality Control* (QC), dengan lingkup kerja antara lain pengendalian mutu bahan baku yang dilakukan sejak bahan tersebut diterima (*incoming materials*) apakah material yang diterima sesuai dan memenuhi syarat yang ditentukan dan lain-lain, pengendalian proses produksi yakni pemeriksaan selama proses produksi, untuk memeriksa apakah proses produksi sudah sesuai dengan standard operasional prosedur (SOP) yang telah ditentukan, termasuk diantaranya penanganan alat ukur dan kalibrasi alat-alat ukur yang digunakan untuk pengendalian kualitas dimensional geometris memastikan bahwa alat ukur yang digunakan tersebut memenuhi standar pengukuran yang berlaku, sehingga hasil ukur dari produk yang dihasilkan berada pada ukuran yang dikehendaki.

Proses ini merupakan rangkaian proses produksi yang tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya dan merupakan upaya pelayanan dan pengendalian mutu produk sesuai dengan kebutuhan konsumen.

2.1.7 Sifat mekanik (*Mechanical properties*)

Sifat mekanik bahan ialah sifat yang berhubungan dengan kekuatan suatu bahan dalam menerima berbagai aspek pembebanan, sifat-sifat ini antara lain meliputi kekerasan.

tegangan terhadap penarikan (tegangan tarik), tegangan puntir, tegangan geser, tegangan lengkung, kerapuhan (keuletan), rambat (*creep*), lelah (*fatigue*). Sifat-sifat

inilah yang dimiliki oleh bahan dalam pemakaiannya, namun demikian seberapa besar dan seberapa lama bahan tersebut dapat mempertahankan sifat-sifat yang dimiliki oleh bahan yang akan digunakan sebagai bahan teknik ini, harus diketahui terlebih dahulu agar bahan yang dipilih dapat kualitas serta mutu yang disyaratkan.

Berbagai sifat mekanik seperti yang disebutkan, untuk sebuah produk sebenarnya tidak ada yang berdiri sendiri bahkan dengan sifat yang lain seperti sifat physic, sifat kimia. Tidak diperlukan alasan suatu produk tidak mampu menerima pembebanan yang disyaratkan, tetapi bagaimana upaya maximal agar produk mampu menerima pembebanan yang disyaratkan, oleh karena itu berbagai aspek *Quality Assurance* harus diterapkan dalam proses produksi.

2.1.8 Korosi (karat)

Korosi adalah proses alami yang terjadi pada material logam yang berakibat menurunnya kekuatan dari material logam tersebut. Proses korosi yang terjadi secara alami ini sangat sulit dihindari, usaha yang dilakukan hanyalah menghambat laju korosi yang terjadi dengan cara melakukan pencegahannya.

Korosi adalah proses pengoksidasian logam dengan lingkungan yang korosif, sehingga menimbulkan kerusakan atau pengdegradasi. Korosi dapat terjadi hampir pada semua logam terutama logam ferro (besi), karena logam jenis ini mudah beroksidasi dengan udara lingkungan. Korosi secara kimia adalah reaksi oksidasi logam, terutama besi, oleh oksigen di udara.

2.1.9 Pencegahan korosi pada logam

Dari reaksi yang diceritakan di atas terlihat bahwa untuk pencegahan korosi dapat dilakukan dengan perubahan kecenderungan oksidasi besi, perubahan

lingkungan dan logamnya sehingga aliran arus atau elektron tidak terjadi, dan penghambatan persentuhan dengan oksigen langsung.

Usaha pengecatan serta pelapisan dengan oli dan minyak merupakan usaha mencegah pertemuan langsung logam dan oksigen. *Back to Nature* (kembali ke alam) merupakan istilah yang digunakan oleh banyak orang, agar masyarakat kembali memanfaatkan bahan-bahan kimia yang telah disediakan oleh alam dan bukan bahan sintesis.

Korosi atau secara awam dikenal sebagai pengkaratan merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadi reaksi dengan lingkungan. Proses pencegahan korosi dapat dilakukan, diantaranya dengan pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, penambahan inhibitor korosi dan lain-lain.

Untuk itu penggunaan inhibitor yang aman, mudah didapatkan, bersifat biodegradable, biaya murah, dan ramah lingkungan sangatlah diperlukan.

2.1.10 Mengetahui Sifat logam yang akan di analisa oleh alat uji kekerasan brinell.

1. Alumunium

Ia merupakan logam berwarna putih di hasilkan melalui proses elektrik dari oksida alumunium (alumina), yang di persiapkan dari mineral berbentuk lempung (clay) yang dinamakan bauxite. merupakan logam dengan berat yang ringan memiliki grafitasi spesifik sebesar 2,7 dan titik lelehnya 660°C .

Dalam keadaan murni, logam ini bersifat lemah dan lunak untuk kebanyakan pemakaian. Namun ketika dicampur dengan sejumlah kecil paduan lain, ia akan menjadi keras dan kaku (rigid). Dengan demikian, ia dapat dibiarkan dalam keadaan kosong (batangan), dibentuk, ditarik, *turned*, dituang (*cast*), di tempa dan *die cast* (dituang

dalam bentuk cetakan). Ketahanan terhadap korosi yang tinggi dan sifatnya yang tak beracun.

2. Tembaga

Ini merupakan salah satu logam non besi yang secara luas paling banyak digunakan dalam industri. Ia merupakan material lunak, *malleable* dan ulet dengan menampakkan coklat kemerah-merahan. Gravitasi spesifik atau berat jenisnya adalah 8,9 dan titik lelehnya adalah 1083°C . Ia merupakan konduktor listrik yang baik.

Ia dapat di cor (*casted*), ditempa (*forged*), di rol atau canai (*rolled*). Ia tidak terkorosi dalam kondisi biasa dan bertahan sangat efektif terhadap cuaca. Tembaga dalam bentuk tubes secara luas digunakan dalam rekayasa mekanis (*mechanical engineering*).

3. Paduan tembaga

Paduan tembaga secara luas diklasifikasikan kedalam dua kelompok berikut ini:

1. Paduan tembaga-seng (*brasses*), dimana seng merupakan logam paduan utamanya, dan
2. Paduan tembaga-Timah putih (*bronzes*), dimana timah putih merupakan logam paduan utamanya.

4. Kuningan

Paduan tembaga-seng yang secara luas paling banyak di gunakan adalah kuningan. Terdapat berbagai macam kuningan bergantung pada proporsi tembaga dan seng. Ini merupakan paduan binary utama dari tembaga dengan seng masing-masing

dengan komposisi 50%. Dengan penambahan sejumlah kecil elemen lain. Sifat kuningan dapat dirubah secara besar-besaran.

Sebagai contoh, dengan penambahan timah hitam (1% hingga 2%) akan memperbaiki kualitas machining kuningan. ia memiliki kekuatan lebih besar dari pada tembaga, tetapi memiliki konduktivitas panas dan listrik yang lebih rendah. Kuningan amat tahan terhadap korosi atmosfer dan dengan mudah difabrikasi melalui proses seperti *spinning*.

5. Logam besi

Logam besi adalah logam-logam yang mengandung besi sebagai konstituen utamanya. Dalam kenyataannya, logam-logam besi secara meluas digunakan dalam industri rekayasa yang diakibatkan oleh karakteristik-karakteristik berikut ini:

1. Swetiap proses pabriksi melewati proses-proses berikut (*casting, rolling, welding, dan machining*)
2. Ketahanan terhadap korosi
3. Sifat magnetik
4. Berat

Logam besi penting yang digunakan dalam industri rekayasa adalah *pig iron, cast iron*(besi tuang), *wrought iron*, dan *baja*.

2.1.11 Klasifikasi Material.

Secara garis besar material teknik dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Material logam
2. Material non logam

Berdasarkan pada komposisi kimia, logam dan paduannya dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu:

1. Logam besi / *ferrous*
2. Logam non besi / *non ferrous*

Logam-logam besi merupakan logam dan paduan yang mengandung besi (Fe) sebagai unsur utamanya.

Logam-logam non besi merupakan material yang mengandung sedikit atau sama sekali tanpa besi. Dalam dunia teknik mesin, logam (terutama logam besi / baja) merupakan material yang paling banyak dipakai, tetapi material-material lain juga tidak dapat diabaikan. Material non logam sering digunakan karena material tersebut mempunyai sifat yang khas yang tidak dimiliki oleh material logam.

Material non logam dapat dibedakan menjadi beberapa golongan, yaitu:

1. Keramik
2. Plastik (polimer)
3. Komposit

Material keramik merupakan material yang terbentuk dari hasil senyawa (*compound*) antara satu atau lebih unsur-unsur logam (termasuk Si dan Ge) dengan satu atau lebih unsur-unsur non logam. material jenis keramik semakin banyak digunakan, mulai

berbagai *abrasive*, pahat potong, batu tahan api, kaca, dan lain-lain, bahkan teknologi roket dan penerbangan luar angkasa sangat memerlukan keramik.

Plastik (*polimer*) adalah material hasil rekayasa manusia, merupakan rantai molekul yang sangat panjang dan banyak molekul MER yang saling mengikat. Pemakaian plastik juga sangat luas, mulai peralatan rumah tangga, interior mobil, kabinet radio/televisi, sampai konstruksi mesin.

Komposit merupakan material hasil kombinasi dari dua material atau lebih, yang sifatnya sangat berbeda dengan sifat masing-masing material asalnya. Komposit selain dibuat dari hasil rekayasa manusia, juga dapat terjadi secara alamiah, misalnya kayu, yang terdiri dari serat selulose yang berada dalam matriks lignin. Komposit saat ini banyak dipakai dalam konstruksi pesawat terbang, karena mempunyai sifat ringan, kuat dan non magnetik.

Sifat mekanik adalah sifat yang menyatakan kemampuan suatu material / komponen untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material/komponen tersebut.

Beberapa **sifat mekanik** yang penting antara lain:

1. Kekuatan (*strength*)

Merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi dalam beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi, dan kekuatan lengkung.

2. Kekakuan (*stiffness*)

Adalah kemampuan suatu material untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya deformasi atau difleksi.

3. Kekenyalan (*elasticity*)

Didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan, atau dengan kata lain kemampuan material untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah mengalami deformasi (perubahan bentuk).

4. Plastisitas (*plasticity*)

Adalah kemampuan material untuk mengalami deformasi plastik (perubahan bentuk secara permanen) tanpa mengalami kerusakan. Material yang mempunyai plastisitas tinggi dikatakan sebagai material yang ulet (*ductile*), sedangkan material yang mempunyai plastisitas rendah dikatakan sebagai material yang getas (*brittle*).

5. Keuletan (*ductility*)

Adalah suatu sifat material yang digambarkan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Material *ductile* ini harus kuat dan lentur. Keuletan biasanya diukur dengan suatu periode tertentu, persentase keregangan. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang perteknikan, dan bahan yang memiliki sifat ini antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, nikel, dll.

6. Ketangguhan (*toughness*)

Merupakan kemampuan material untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.

7. Kegetasan (*brittleness*)

Adalah suatu sifat bahan yang mempunyai sifat berlawanan dengan keuletan. Kerapuhan ini merupakan suatu sifat pecah dari suatu material dengan sedikit pergeseran permanent. Material yang rapuh ini juga menjadi sasaran pada beban regang, tanpa memberi keregangannya yang terlalu besar. Contoh bahan yang memiliki sifat kerapuhan ini yaitu besi cor.

8. Kelelahan (*fatigue*)

Merupakan kecenderungan dari logam untuk menjadi patah bila menerima beban bolak-balik (*dynamic load*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekakuan elastiknya.

9. Melar (*creep*)

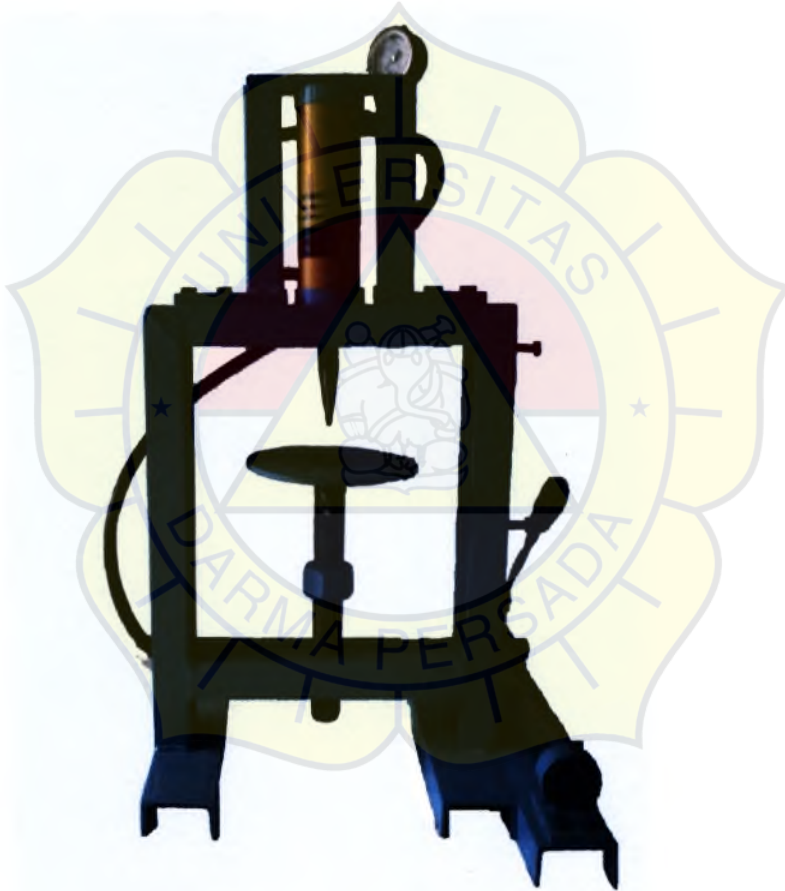
Merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik bila pembebanan yang besarnya relatif tetap dilakukan dalam waktu yang lama pada suhu yang tinggi.

10. Kekerasan (*hardness*)

Merupakan ketahanan material terhadap penekanan atau indentasi / penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (*wear resistance*) yaitu ketahanan material terhadap penggoresan atau pengikisan.

2.2 Mekanisme alat uji kekerasan brinell

Mekanisme pengujian kekerasan dengan cara penekanan (*Indentation Test*) ialah pengujian kekerasan terhadap bahan (logam), dimana dalam menentukan kekerasannya dilakukan dengan menganalisis indentasi atau bekas penekanan pada benda uji (*Test piece*) sebagai reaksi dari pembebanan tekan. Proses penekanan ini dilakukan antara lain dengan sistem pompa hidrolik.



Gambar 2.10 alat uji kekerasan brinell.