

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Aluminium

Aluminium merupakan logam kedua setelah baja yang banyak digunakan sebagai material konstruksi atau struktur ringan karena memiliki berat jenis rendah, kekakuan dan kekuatan tinggi serta tahan korosi. Tingkat ketahanan korosi baik karena adanya fenomena pasivasi akibat reaksi logam terhadap udara membentuk lapisan oksida pasif yang akan berfungsi sebagai lapisan pelindung terhadap korosi selanjutnya. Dalam industri pesawat terbang, penggunaan aluminium seri 2xxx, seri 6xxx dan seri 7xxx mencapai 69.3% dari total berat pesawat, dimana sisanya terdistribusi ke dalam 8.1 % berat komposit, 12.3 % berat superalloys dan 10.3 % berat titanium.

2.2 Sifat-Sifat Aluminium

Nama aluminium berasal nama kuno untuk alum (tawas atau kalium). Aluminium adalah logam yang lunak dan ringan yang memiliki warna keperakan kusam karena lapisan tipis oksidasi yang terbentuk pada saat unsur ini terkena udara. Aluminium merupakan elemen yang berlimpah dalam kerak bumi dengan persentase sebesar 7,5% hingga 8,1%. Aluminium sangat jarang ditemukan dalam bentuk unsur bebas nya. Aluminium adalah salah satu logam yang sangat sulit untuk dimurnikan karena teroksidasi sangat cepat. Sifat – sifat penting yang dimiliki oleh aluminium sehingga banyak digunakan sebagai bahan meterial teknik :

1. Berat jenis nya ringan (hanya $2,7\text{gr/cm}^3$, sedangkan besi $\pm 8,1\text{ gr/cm}^3$)
2. Tahan korosi.
3. Penghantar listrik dan panas yang baik.
4. Mudah di bentuk.
5. Kekuatan nya rendah tetapi pemaduan (alloying) kekuatan nya dapat ditingkatkan.

Sifat bahan korosi dari alumunium diperoleh karena terbentuknya lapisan alumunium oksida pada permukaan alumunium. Lapisan ini membuat alumunium tahan korosi tetapi sekaligus sukar di las karena perbedaan melting point (titik lebur). Alumunium pada dasar nya melebur pada temperatur ± 600 derajat C dan alumunium oksida melebur pada temperatur 2000 derajat C. Kekuatan dan kekerasan alumunium tidak begitu tinggi dengan pemaduan dan heat treatment dapat di tingkatkan kekuatan dan kekerasannya. Alumunium komersil selalu mengandung ketidak murniaan $\pm 0,8\%$ biasanya berupa besi, silicon, tembaga dan magnesium. Sifat lain yang menguntungkan dari alumunium adalah sangat mudah untuk di bentuk, dapat dituang dengan cara penuangan apapun. Dapat deforming dengan cara : rolling, drawing, forging, extrusi dll. Adapun sifat fisik dan mekanik dari aluminium murni dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Sifat fisik aluminium murni

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al
Wujud	Padat
Massa jenis	2.70 gram/cm ³
Massa jenis pada wujud cair	2.375 gram/cm ³
Titik lebur	933.47 K, 660.32oC, 1220.58oF
Titik didih	2792 K, 2519oC, 4566oF

Kalor jenis (25 oC)	24.2 J/mol K
Resistansi listrik (20 oC)	28.2 nΩ m
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 oC)	23.1 Åµm/m K
Modulus Young	70 GPa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0.35

Sumber:<http://id.Wikipedia.org/wiki/aluminium>

2.2.1 Sifat Mekanik Aluminium

Adapun sifat – sifat mekanik dari aluminium adalah sebagai berikut :

2.2.2.1 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah besar tegangan yang didapatkan setelah dilakukan pengujian tarik. Kekuatan tarik di tunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan – regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya necking. Kekuatan tarik bukanlah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi di lapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan. Kekuatan tarik pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah yaitu,sekitar 90 Mpa, Sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tarik yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan diapdukan dengan logam lain ditambah dengan perlakuan termal aluminium paduan akan memiliki kekuatan tarik hingga 600 Mpa.

2.2.2.2 Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadi nya deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan di pengaruhi oleh elastisitas, Plastisitas,

viskoelastisitas, kekuatan tarik, ductility, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode. Yang paling umum adalah metode Brinnels, vickers, mohs, dan rockwell. Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil yaitu sekitar 20 skala brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium dengan 4,4% Cu dapat diperlakukan dengan quenching lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan brinell sebesar 160.

2.2.2.3 Ductility (Liat)

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tarik, *ductility* ditunjukkan dengan bentuk *necking*nya, material dengan *ductility* yang tinggi akan mengalami *necking* yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki *ductility* rendah, hampir tidak mengalami *necking*. Sedangkan dalam hasil pengujian tarik, *ductility* diukur dengan skala yang disebut elongasi.

Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tarik. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan. Aluminium murni memiliki *ductility* yang tinggi. Aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi, tergantung konsentrasi paduannya, namun pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah dari pada aluminium murni, karena *ductility* berbanding terbalik dengan kekuatan tarik, serta semua aluminium paduan memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dari pada aluminium murni.

2.2.2.4 Modulus elastisitas

Aluminium memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan baja maupun besi, tetapi dari sisi *strength to weight ratio*, aluminium lebih baik. Aluminium yang memiliki titik lebur yang lebih rendah dan kepadatan. Dalam kondisi yang dicairkan dapat diproses dalam berbagai cara. Hal ini yang memungkinkan produk-produk dari aluminium yang akan dibentuk, pada dasarnya dekat dengan akhir dari desain produk.

2.3 Klasifikasi Paduan Aluminium

Kekuatan mekanik dan kekakuan aluminium murni akan meningkat dengan penambahan unsur seperti tembaga (Cu), magnesium (Mg), Silika (Si), Zink (Zn) membentuk paduan aluminium. Secara umum penambahan unsur logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal atau granular dalam logam.

Paduan aluminium yang mampu ditingkatkan kekuatannya melalui proses cold work dan proses perlakuan panas biasanya disebut paduan heat-treatable, sedangkan paduan yang hanya mampu ditingkatkan kekuatannya melalui proses cold work disebut paduan non-heat-treatable. Paduan Al yang termasuk dalam paduan heat-treatable adalah Al 2xxx, Al 6xxx, dan Al 7xxx. Paduan Al yang termasuk paduan non-heat-treatable adalah Al 1xxx, Al 3xxx, Al 4xxx. Pengelompokan paduan aluminium berdasarkan unsur paduannya dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 2.2 Klasifikasi dan symbol Aluminium

No	Jenis Aluminium	Unsur Pemadu	Simbol
1	Aluminium murni	-	1xxx
2	Aluminium tembaga	Al-Cu	2xxx
3	Aluminium mangan	Al-Mn	3xxx
4	Aluminiumsilikon	Al-Si	4xxx
5	Aluminium magnesium	Al-Mg	5xxx
6	Aluminium magnesium silikon	Al-Mg-Si	6xxx
7	Aluminium seng	Al-Zn	7xxx

Menurut *Aluminum Association* (AA) dapat diidentifikasi dengan sistem empat digit berdasarkan komposisi paduan seperti xxx.1 dan xxx.2 untuk ingot yang dilebur kembali. Sedangkan simbol xxx.0 untuk menentukan batas komposisi pengecoran dan simbol A356, B356 dan C356 untuk paduan cor gravitasi. Masing-masing paduan ini identik dengan kandungan yang mendominasi tetapi berkurang batas penggunaan karena impuritanya, khususnya kandungan besi.

Berikut ini beberapa contoh aplikasi aluminium:

1. Aluminium seri 1xxx

Memiliki kekuatan yang rendah, ketahanan terhadap korosi yang tinggi, tingkat reflektif yang tinggi, dan konduktifitas termal dan listrik yang tinggi sehingga kombinasi ini cocok untuk digunakan dalam pengemasan, perangkat listrik, peralatan pemanas, pencahayaan, dekorasi dan lain-lain.

2. Aluminium seri 2xxx

Melalui pengerasan dengan precipitation hardening dapat digunakan untuk penerbangan dan roda, kendaraan militer, cocok juga untuk sekrup, baut, komponen permesinan, dan lain-lain.

3. Alumunium seri 3xxx

Tipikal aplikasi seri ini rata-rata untuk kaleng dan untuk paduan yang memerlukan pembentukan dengan cara ditekan dan penggulangan. Selain untuk pengemasan, bangunan, peralatan rumah, paduan ini digunakan juga untuk benda yang memerlukan kekuatan, formabilitas, weldabilitas, dan korosi yang tinggi serta untuk perlengkapan pemanasan seperti helaian *brazing* dan pipa pemanas.

4. Aluminium seri 4xxx

Kandungan silikon yang tinggi digunakan untuk produk yang memerlukan tingkat kekakuan yang tinggi atau keuletan yang rendah biasa digunakan untuk velg kendaraan bermotor.

5. Alumunium seri 5xxx

Kombinasi kekuatan sedang, ketahanan korosi yang luar biasa, dan *weldability*. Biasa digunakan untuk bagian luar (*outdoor*), arsitektur, khususnya dalam bidang kelautan (perkapalan), dan juga untuk otomotif untuk bodi mobil dan komponen *chasis*.

6. Aluminium seri 6xxx

Kombinasi yang baik antara kekuatan tinggi, formabilitas, ketahanan korosi, dan *weldability* sehingga digunakan untuk transport (bodi luar otomotif dan lain-lain), bangunan (pintu, jendela, dan lain-lain), kelautan, pemanasan, dan lain-lain.

7. Aluminium seri 7xxx

Bagian terpenting dari penggunaan seri ini berdasarkan kekuatan yang tinggi, contohnya pada bidang penerbangan, penjelajahan luar angkasa, militer dan nuklir. Tetapi juga bagian struktural bangunan sama baiknya dengan atribut olah raga raket tenis, ski, dan lain-lain.

Jenis paduan aluminium saat ini sangat banyak dan tidak menutup kemungkinan ditemukannya lagi jenis paduan aluminium baru, oleh karena itu dibuatlah sistem penamaan sesuai dengan komposisi dan karakteristik paduan aluminium tersebut untuk memudahkan pengklasifikasiannya. Salah satu penamaan paduan aluminium adalah dengan standar AA, seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 daftar seri paduan aluminium

No. Seri	Komposisi Paduan
1xxx	Aluminium murni
2xxx	Paduan aluminium – tembaga
3xxx	Paduan aluminium – mangan
4xxx	Paduan aluminium – silikon
5xxx	Paduan aluminium – magnesium
6xxx	Paduan aluminium – magnesium – silikon
7xxx	Paduan aluminium – seng
8xxx	Paduan aluminium – timah – litium

2.4 Unsur – unsur pada paduan aluminium

Jenis dan pengaruh unsur-unsur paduan terhadap perbaikan sifat aluminium antara lain:

1. Unsur Silikon (Si)

Unsur Si dalam paduan aluminium mempunyai pengaruh positif :

- a. Meningkatkan sifat mampu alir.
- b. Mempermudah proses pengecoran.
- c. Meningkatkan daya tahan terhadap korosi.
- d. Memperbaiki sifat – sifat atau karakteristik coran.
- e. Menurunkan penyusutan dalam hasil cor.

2. Unsur Tembaga (Cu)

Pengaruh baik yang dapat timbul oleh unsur Cu dalam paduan aluminium:

- a. Meningkatkan kekerasan bahan dengan membentuk presipitat.
- b. Memperbaiki kekuatan tarik.
- c. Mempermudah proses pengerjaan dengan mesin.

3. Unsur Magnesium (Mg)

Magnesium memberikan pengaruh baik yaitu:

- a. Mempermudah proses penuangan.
- b. Meningkatkan kemampuan pengerjaan mesin.
- c. Meningkatkan daya tahan terhadap korosi.
- d. Meningkatkan kekuatan mekanis.
- e. Meningkatkan bgutiran kristal secara efektif.

4. Unsur Besi (Fe)

Pengaruh baik yang dapat ditimbulkan oleh unsur ini adalah mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan nya.

5. Unsur Mangan (Mn)

Dengan unsur mangan aluminium sangat mudah dibentuk , tahan terhadap korosi.

6. Unsur Nikel (Ni)

Dengan unsur nikel aluminium dapat bekerja pada temperatur tinggi misalnya piston, dan silinder head untuk motor.

7. Unsur seng (Zn)

Umumnya seng dapat ditambahkan bersama – sama dengan unsur tembaga dalam persentase kecil. Dengan penambahan ini akan meningkatkan sifat – sifat mekanik pada perlakuan panas juga kemampuan mesin.

2.4.1 Paduan Aluminium Utama

Ada beberapa jenis paduan utama yaitu: Paduan Al-Mg-Si, Paduan Al-Cu, Paduan Al- Cu-Mg, Paduan Al-Mn, Paduan Al-Si, Paduan Al-Mg, Paduan Al-Mg-Zn.Paduan Al-Mg-Si. Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al, penguatan penguatan sangat jarang terjadi, tetapi apabila secara simultan mengandung Si, maka dapat dikeraskan dengan penguatan panas setelah perlakuan pelarutan. Hal ini disebabkan karena senyawa Mg₂Si berkelakuan sebagai komponen murni dan membuat keseimbangan dari sistem biner semu dengan Al. Sebagai paduan praktis dapat diperoleh paduan 5053, 6063, dan 6061. paduan dalam sistim ini

mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, tetapi sangat liat, mampu bentuk untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya, sangat baik juga untuk mampu bentuk yang tinggi pada temperatur biasa. Paduan 6063 digunakan untuk rangka-rangka konstruksi. Karena paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik, maka digunakan untuk kabel tenaga. Dalam hal ini pencampuran dengan Cu, Fe dan Mn perlu dihindari karena dapat menyebabkantanahan listrik menjadi tinggi. Pengerasan maksimum dapat dicapai dengan jalan perlakuan pelarutan pada 500°C , pencelupan dingin dan ditemper pada 160°C selama 18 jam.

2.5 Karakteristik aluminium

Logam Aluminium sangat sensitif terhadap pengaruh luar, hal ini berkaitan dengan sifat fisik dan sifat kimia dari logam cairnya. Secara karakteristik dari Aluminium adalah sebagai berikut :

1. Sangat mudah bereaksi dengan udara, yang menimbulkan oksidasi, dan benda asing yang dapat membentuk dross (kotoran yang merupakan bagian dari leburan aluminium)
2. Selama proses peleburan sangat mudah menyerap hidrogen, yang sering kali setelah pembekuan mengakibatkan gas.
3. Selama proses pembekuan seakan mengalami penyusutan volume.
4. Aluminium cair mempunyai massa jenis dan tekanan hidrostatik yang rendah setelah pembekuan sering dijumpai adanya shrinkage porosity (kekurangan logam cair dalam cetakan).

5. Mempunyai kecenderungan terjadinya hot shortness (retak pada permukaan).

2.6 Heat Treatment

2.6.1 Prinsip dari Heat Treatment

Heat treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat fisik dari material tersebut. Proses *Heat Treatment* akan menyebabkan perubahan struktur-struktur suatu material yang mulanya masih mengumpul menjadi terurai sehingga menjadi lebih keras, ulet dan tangguh. Secara umum proses Heat Treatment adalah sebagai berikut :

1. Pemanasan material sampai suhu tertentu.
2. Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu (holding time) sehingga temperatur nya merata.
3. Pendinginan dengan metode pendingin (air, udara dan oli).

2.6.2 Tujuan Heat Treatment

Proses pengejaan panas yang dilakukan bertujuan untuk merubah sifat dan struktur logam menjadi sifat yang diinginkan seperti :

1. Menambah sifat mekanis seperti ductility, toughness, strenght, hardness, dan sebagainya.
2. Menambah Machinability.
3. Menambah tahan terhadap korosi.
4. Menghilangkan tegangan dalam.
5. Memodifikasi sifat magnet dan listrik.
6. Meningkatkan tahan panas dan tahan gesek.

2.6.3 Faktor – faktor yang mempengaruhi Heat Treatment

Didalam proses *heat treatment* ada beberapa faktor yang menentukan berhasil atau tidaknya hasil yang diharapkan dalam pelaksanaan proses tersebut antara lain adalah :

1. Laju pemanasan.
2. Laju pendinginan.
3. Waktu penahanan.
4. Media pendinginan yang digunakan.

Faktor-faktor tersebut diatas telah diterapkan dalam spesifikasi sehingga untuk material yang berbeda jenis maupun karakteristik yang diharapkan terhadap perbedaan melalui masing-masing tahap tersebut.

2.6.4 Jenis – jenis proses Heat Treatment

Proses *heat treatment* yang dilakukan ada beberapa macam, masing-masing bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis logam yang diharapkan. Jenis-jenis proses *heat treatment* adalah sebagai berikut :

1. **Hardening** : Proses hardening atau pengerasan adalah proses perlakuan panas yang diterapkan untuk menghasilkan benda kerja yang keras. Dilakukan untuk tujuan meningkatkan keuletan, meningkatkan kekerasan, menambah kekuatan, elastisitas dan ketangguhan (toughness) dan struktur aluminium sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras. Proses Hardening yaitu aluminium paduan dipanaskan sampai temperatur tertentu antara 400 C – 450 derajat C. Kemudian ditahan pada temperatur tersebut beberapa

saat kemudian di dinginkan secara mendadak dengan cara mencelupkanke dalam air, oli ataupun media pendingin lain nya. Dengan pendinginan yang mendadak, tidak ada waktu yang cukup bagi autensit berubah menjadi pearlit, ferrit dan sementit, pendinginan yang cepat menyebabkan autensit berubah menjadi martensit.

2. Tempering. : Tempering adalah proses memanaskan kembali alumunium paduan yang telah dikeraskan untuk menghilangkan tegangan dalam dan mengurangi kekerasan. Proses nya adalah memanaskan kembali berkisar pada temperatur 550 derajat C dan di dinginkan secara perlahan – lahan tergantung sifat akhir alumunium paduan tersebut.

Tempering di bagi dalam :

- a. Tempering pada temperature rendah (250 – 400 derajat C)
 - b. Tempering pada temperature menengah (450 – 500 derajat C)
 - c. Tempering pada temperature tinggi (550 – 650 derajat C)
3. Annealing : Annealing adalah salah satu proses Heat Treatment yang sangat penting dan banyak dilakukan, adapun proses nya adalah memanaskan logam pada temperatur tertentu dan ditahan dengan waktu yang cukup lama yaitu 3 jam dan selanjutnya didinginkan secara perlahan – lahan. Tujuan dari annealing adalah melunakkan logam, Menambah machinability, menghaluskan grand size, menghilangkan internal stress, untuk menghasilkan struktur mikro baru.

4. Normalizing ; adalah memanaskan logam diatas temperatur kritis dan didinginkan lambat sampai ke temperatur kamar. Tujuan normalizing adalah menghaluskan struktur butiran kasar, meningkatkan sifat mekanis, menghilangkan internal stress.

2.7 Pengujian Hardness (kekerasan)

2.7.1 Pengujian Brinnell

Metoda uji kekerasan yang di ajukan oleh J.A Brinell pada tahun 1900an ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertamakali banyak digunakan dan di susun pembakuannya (dieter, 1987). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam menggunakan indenter. Indenter untuk brinell berbentuk bola dengan diameter 10mm, diameter 5mm, diameter 2,5mm, dan diameter 1mm, itu semua adalah diameter bola standar internasional.

Bola brinell yang standar internasional tersebut ada 2 bahan pembuatannya. Ada yang terbuat dari baja yang di keraskan/dilapis chrom, dan ada juga yang terbuat dari tungsten carbide. Tungsten carbide lebih keras dari baja, jadi tungsten carbide biasanya dipakai untuk pengujian benda yang keras yang dikhawatirkan akan merusak bola baja. Namun untuk pengujian bahan yang tingkat kekerasannya belum diketahui, alangkah baiknya jika kita mengujinya terlebih dahulu menggunakan metoda rockwell c, dengan menggunakan indenter kerucut intan, untuk menghindari rusaknya indenter. Seperti yang kita ketahui bahwa intan adalah logam yang paling keras saat ini, jadi intan tidak akan rusak jika di indentasikan ke material yang keras. Untuk bahan/ material pengujian brinell harus

disiapkan terlebih dahulu. Material harus bersih dan diusahakan halus (minimal N6 atau digerinda). Harus rata dan tegak lurus, bersih dari debu, karat, dan terak.

2.7.1.1 Metode pengujian brinell

A. persiapkan alat dan bahan pengujian :

- a. mesin uji kekerasan Brinell (*Brinell Hardness Test*)
- b. indenter piramida intan (*diamond pyramid*).
- c. benda uji yang sudah di gerinda.
- d. amplas halus.
- e. *stop watch*
- f. mikroskop pengukur.

B. indenter di tekankan ke benda uji/material dengan gaya tertentu.

C. tunggu hingga 10 – 30 detik (biasanya 20 detik).

D. bebaskan gaya dan lepaskan indenter dari benda uji.

E. ukur diameter lekukan yang terjadi menggunakan mikroskop pengukur.

(ukur beberapa kali di beberapa tempat dan posisi dan ambil nilai pengukuran yang paling besar).

F. masukkan data-data tersebut ke dalam rumus.

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

Dimana : BHN = Brinell Hardness Number

P = Beban yang diberikan (kgf)

D = Diameter indenter (mm)

d = Diameter lekukan rata-rata hasil indentasi



Gambar 2.1 Metode Pengujian Brinell
Sumber gambar:www.wikipedia.com

2.7.2 Pengujian Vickers

Uji vickers dikembangkan di inggris tahun 1925an. Dikenal juga sebagai Diamond Pyramid Hardness test (DPH).uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan, besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan. Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu micro (10g – 1000g) dan macro (1kg – 100kg).

2.7.2.1 Cara/Metode Pengujian Vickers

A. persiapkan alat dan bahan pengujian

- a. mesin uji kekerasan Vickers (Vickers Hardness Test)
- b. indenter piramida intan (diamond pyramid)
- c. benda uji yang sudah di gerinda
- d. amplashalus
- e. stop watch
- f. mikroskop pengukur (biasanya satu set dengan alatnya)

B. indenter di tekankan ke benda uji/material dengan gaya tertentu.

C. tunggu hingga 10 – 20 detik (biasanya 15 detik).

- D. bebaskan gaya dan lepaskan indenter dari benda uji.
- E. ukur 2 diagonal lekukan persegi (belah ketupat) yang terjadi
- F. masukkan data-data tersebut ke dalam rumus.

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

Dimana : VHN = Vickers Hardness Number

P = Beban yang diberikan (kgf)

d = Panjang diagonal rata-rata hasil indentasi



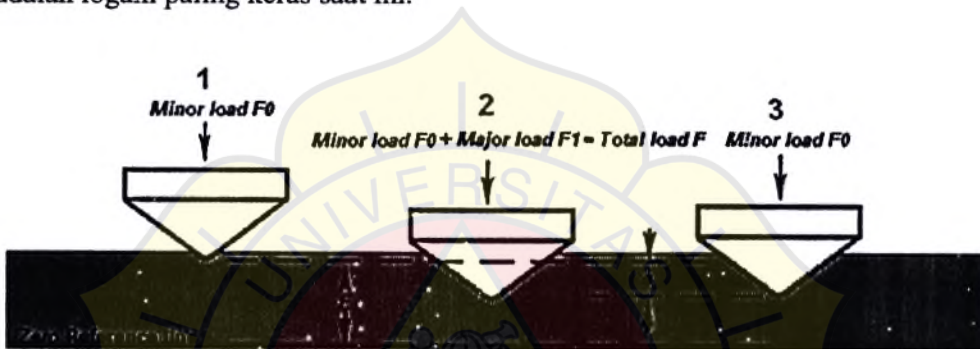
Gambar 2.2 Metode pengujian Vickers
Sumber gambar www.wikipedia.com

2.7.3 Pengujian Rockwell

Pengujian rockwell menggunakan indenter bola baja diameter standar (diameter 10 mm, diameter 5 mm, diameter 2.5 mm, dan diameter 1 mm) dan indenter kerucut intan. pengujian ini tidak membutuhkan kemampuan khusus karena hasil pengukuran dapat terbaca langsung. tidak seperti metoda pengujian Brinell dan Vickers yang harus dihitung menggunakan rumus terlebih dahulu.

Pengujian ini menggunakan 2 beban, yaitu beban minor/minor load (F0) = 10 kgf dan beban mayor/mayor load (F1) = 60 kgf sampai dengan 150 kgf tergantung material yang akan di uji dan tergantung menu rockwell yang dipilih

(ada HRC, HRB, HRG, HRD, dll (maaf saya lupa ada tipe pengujian rockwell apa saja, mohon bantuannya bagi yang sudah tau bisa di share di comment)). yang pasti, untuk menguji material yang kekerasannya sama sekali belum diketahui kita harus menggunakan rockwell HRC. HRC menggunakan indenter kerucut intan dan beban 150 kgf. ini dimaksudkan untuk mencegah rusaknya indenter karena kalah keras dibandingkan material yang di uji. seperti yang kita tahu bahwa intan adalah logam paling keras saat ini.



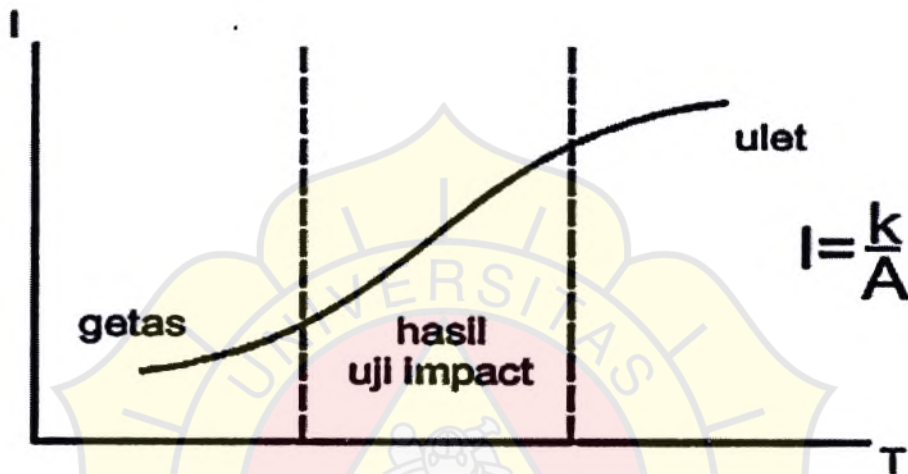
★ Gambar 2.3 Metode pengujian rockwell

2.8 Pengujian Impact

Pengujian impact adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat suatu material yang mendapatkan beban dinamis, sehingga dari pengujian ini dapat diketahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga impact semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi. Dimana material uji dikatakan ulet jika patahan yang terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat. Tetapi apabila material getas, hasil dari

patahan tampak tara dan mengkilap. Pada kondisi material ulet dapat mengalami patah getas dengan deformasi plastis yang sangat kecil, fenomena ini terjadi jika:

1. Temperatur rendah
2. Laju tegangan bertambah
3. Tarikan



Gambar 2.4 nilai impact dipengaruhi temperatur

Karena temperature dapat mempengaruhi material uji maka dalam melakukan pengujian, sebaiknya dilakukan pada suhu antara 20 °smpai 22°Alat yang digunakan adalah charpy test. Ada dua jenis batang uji standar yang digunakan, yaitu tarikan berbentuk V dan U. Dalam pengujian ini menggunakan tarikan berbentuk V. Bentuk material yang digunakan berbentuk V karena dapat melokalisir energi patahan.

Harga impact dapat dicari dengan persamaan:

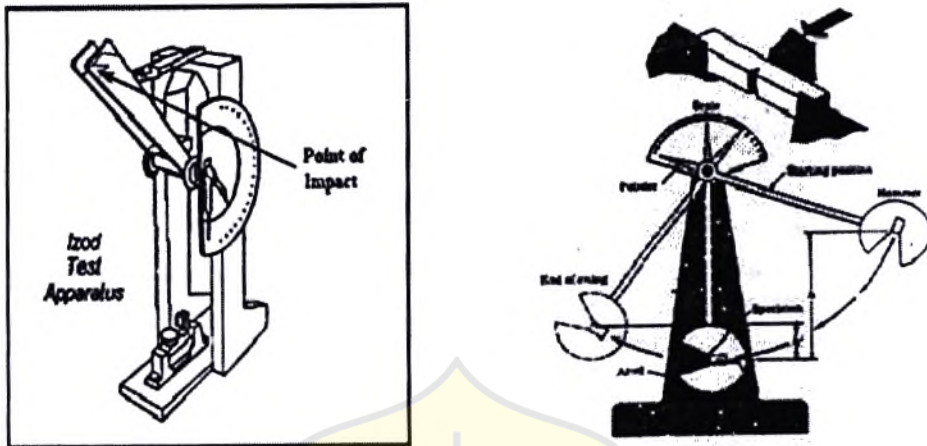
$$I = \frac{k}{A}$$

Dimana:

I= Nilai Impact (Joule/mm²)

k = Energi Impact yang terserap (Joule)

A = Luas Penampang (mm^2)



Gambar 2.5 Alat uji impact charpy

Pada spesimen yang telah dilakukan pengujian impact, akan dapat diketahui jenis patahan yang dihasilkan. Adapun jenis-jenis patahan tersebut antara lain:

1. Patahan Getas

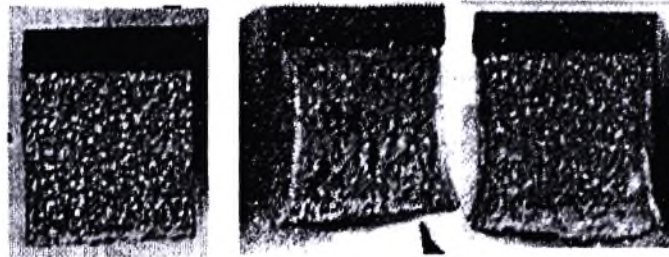
Ciri-ciri patahan getas adalah memiliki permukaan rata dan mengkilap, apabila potongan ini disambung kembali maka kedua potongan ini akan menyambung dengan baik dan rapat. Hal ini disebabkan pada saat proses patahnya, spesimen tidak mengalami deformasi. Bahan yang memiliki jenis patahan ini mempunyai kekuatan impact yang rendah.

2. Patahan Liat

Ciri-ciri permukaan patahan jenis ini tidak rata dan tampak seperti beludru, buram dan berserat. Jika potongan disambungkan kembali maka sambungan tidak akan rapat. Bahan yang memiliki jenis patahan ini mempunyai kekuatan impact yang tinggi, karena sebelum patah bahan mengalami deformasi terlebih dahulu.

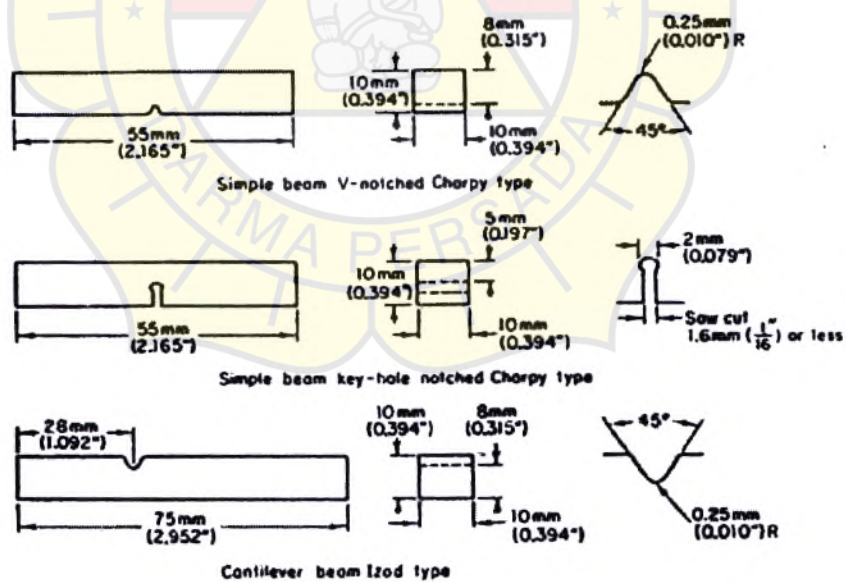
3. Patahan Campuran

Ciri-cirinya patahan jenis ini adalah permukaan patahan sebagian terdiri dari patahan getas dan sebagian yang lain adalah patahan liat.



Gambar 2.6 : Sifat-sifat Patahan (a) Patahan getas, (b) Patahan liat, dan(c) Patahan campuran

Bentuk dan dimensi dari uji impak Charpy dengan ukuran yang telah ditentukan berdasarkan ASTM E23-02a. Dapat dilihat bentuk dan dimensinya pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.7 : Bentuk Dan Dimensi Uji Impak Berdasarkan ASTM E23-02a

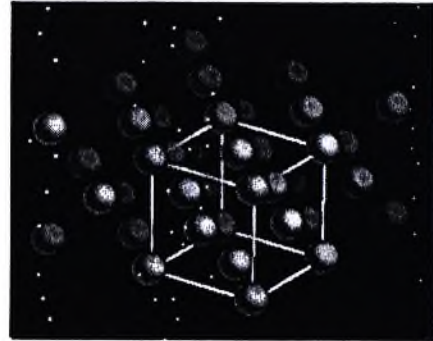
2.9 Pengujian kekerasan

Khususnya untuk mengetahui temperatur transisi antara ulet dan getas, sifat peretakan dapat terjadi dalam tiga bentuk :

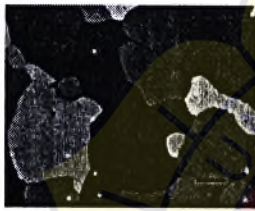
1. Keretakan getas atau keretakan bersuara, adalah rata dan mempunyai permukaan yang kilap. Kalau potongan – potongannya kita sambungkan lagi ternyata keretakan atau kepatahan itu tidak diikuti dengan deformasi bahan, tipe ini mempunyai pukulan takik yang rendah.
2. Patahan liat atau patahan perubahan bentuk, patah ini mempunyai permukaan yang tidak rata dan tampak seperti bludru, buram dan berserat, tipe ini mempunyai pukulan yang tinggi.
3. Patahan campuran ialah patahan yang sebagian getas sebagian liat, patahan ini terjadi paling banyak.

2.10 Struktur Mikro Aluminium

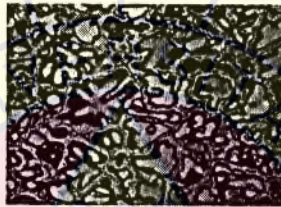
Aluminium memiliki struktur logam membentuk FCC (Face Centered Cubic)



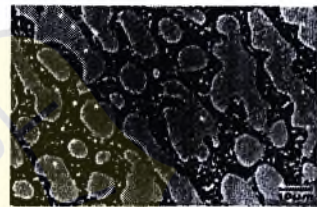
Gambar 2.8 struktur mikro Aluminium murni dan paduan



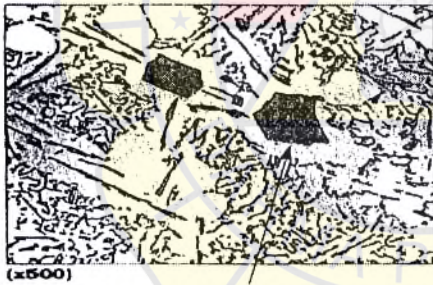
(Aluminium murni)



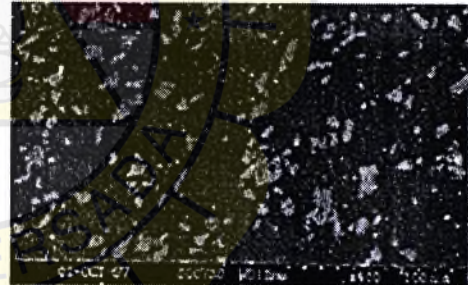
(Aluminium dengan Cu, Mn, Mg)



(Aluminium dengan Cu)



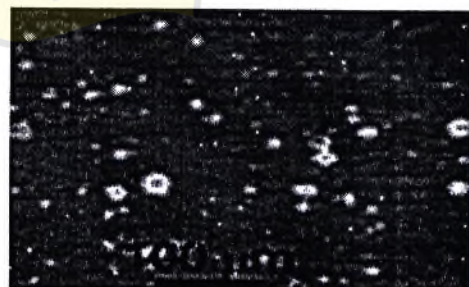
(Aluminium dengan Si)



(Aluminium dengan Ti)



(Aluminium dengan Zn)



(Aluminium dengan Mg)

Sumber gambar 2.9 berbagai struktur aluminium