

BAB 2

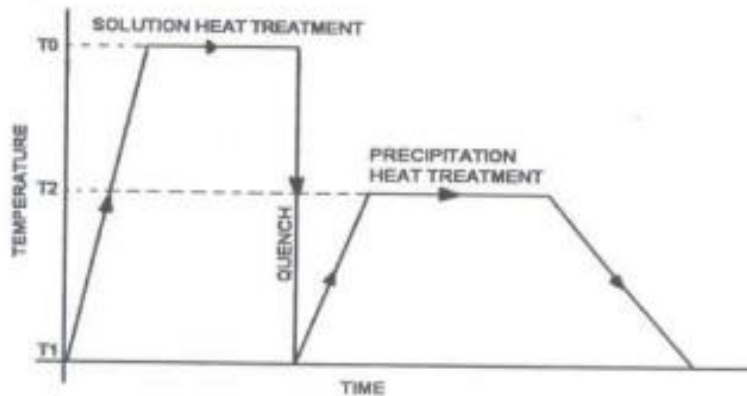
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perlakuan Panas

Heat treatment atau perlakuan panas yaitu suatu pekerjaan memanaskan sejenis logam sampai suhu pemanasan tertentu, kemudian menahan suhu ini tetap selama waktu tertentu selanjutnya mendinginkan demikian dapat diperoleh sifat-sifat logam yang lebih baik sesuai dengan persyaratan kebutuhan.

salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada electric furnace (tungku) pada temperatur rekristalisasi selama periode tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping posisi kimianya, contoh suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya.

Temperatur solution treatment terjadi pada temperatur sekitar 500°C yakni diatas garis solvus dan tidak lebih tinggi daripada eutektik. Proses ini tergantung pada jumlah paduan sehingga terdapat berbagai variasi temperatur. Pemanasan perlu dilakukan kontrol supaya temperatur terjaga, bila temperatur naik diatas eutektik, kecenderungan berkurangnya kekuatan tarik, fracture toughness, dan keuletan akan menurun yang dinamakan overheating. Untuk mendapatkan fasa yang tetap maka diperlukan quench. Quench dapat mempertahankan atom terlarut dan mempertahankan sejumlah minimum vacant lattice ketika pada temperatur rendah.



Gambar 2.1 Diagram perlakuan panas aluminium
(Sumber:<http://repository.untag-sby.ac.id/12974/3/BAB%202.pdf>)

1.2 Perlakuan Panas T4

Pemanasan T4 merupakan pemanasan solution treatment, quenching dan natural aging. Penstabilan untuk didapatkan presipitat yakni berlangsung pada tahap natural aging (ASM Handbook Volume 2, 1992).

Akibat supersaturation pada solution treatment, partikel kecil menjadi tersebar pada matrik. Ini bersifat koheren karena ukuran atom kecil. Energi antar muka kecil karena radius kritis kecil. Terjadi peningkatan sifat mekanik karena menghambat dislokasi (Sjolander & Seifeddine, 2010).

Perlakuan panas T4 dilakukan pada sekitar suhu 510 selama 2,5 jam lalu di quenching setelah itu di panaskan lagi di suhu sekitar 190 selama 8 jam lalu didinginkan dengan natural aging.

1.3 Perlakuan Panas T5

Perlakuan panas T5 adalah suatu proses dari suatu logam yang bertujuan untuk mendapatkan sifat mekanik yang optimum. Selain itu juga perlakuan panas khususnya alumunium bertujuan untuk memperoleh struktur logam hasil cor yang seragam, memperbaiki sifat mampu mesin, stabilitas mesin dan menghilangkan tegangan sisa akibat kontraksi saat peleburan, Perlakuan panas T5 ini dilakukan pada 3 tahap *pre-heating*, *heating*, *cooling*.

Pemanasan T5 merupakan pemanasan yang hanya menggunakan artificial aging setelah dilakukan proses pembentukan panas baik berupa pengecoran maupun ekstrusi. Proses pengerjaan dingin tidak dilakukan setelah solution treatment. Bila dilakukan perataan maupun pelurusan dingin setelah solution treatment maka tidak diperhitungkan asalkan sesuai batas dan kecil pengaruhnya. Sifat mekanik proses T5 dipengaruhi oleh presipitasi (ASM Handbook Volume 2, 1992). Pengaruh pemanasan T5 mampu merubah ukuran partikel Si menjadi ukuran kecil pada matik. Disamping itu, karena proses pemanasan membuat ukuran porositas menjadi turun (Gupta, et al., 2017).

1.4 Perlakuan Panas T6

Perlakuan panas T6 adalah suatu proses dari suatu logam yang bertujuan untuk mendapatkan sifat mekanik yang optimum. Selain itu juga perlakuan panas khususnya alumunium bertujuan untuk memperoleh struktur logam hasil cor yang seragam, memperbaiki sifat mampu mesin, stabilitas mesin dan menghilangkan tegangan sisa akibat kontraksi saat peleburan, Perlakuan panas T6 ini dilakukan pada 3 tahap *hardening*, *quenching*, *artificial aging*.

Pemanasan T6 merupakan pemanasan menggunakan solution treatment dan artificial aging. Pemanasan solution treatment dilanjutkan artificial aging yang meningkatkan sifat mekanik. Sifat mekanik meningkat pada presipitasi saat proses artificial aging. Bila dilakukan pengerjaan dingin sebelum artificial aging maka tidak diperhitungkan asalkan masih dibawah batas toleransi dan dianggap kecil pengaruhnya (ASM Handbook Volume 2, 1992).

GP zone adalah awalan terbentuk presipitat yang kemudian berubah menjadi semi koheren hingga seimbang. Bila ukuran partikel telah mencapai kritis atau homogen pada matrik, endapan yang bersifat metastabil

bernukleasi saat GP zone. Dapat berbentuk heterogen bila terjadi pada dislokasi. Metastabil akan berupaya menuju ke keadaan seimbang bila terjadi difusi atom akibat proses penuaan karena banyaknya energy yang masuk. Namun proses penuaan ini tidak selalu berurutan, karena tahapan mulai presipitasi dapat mulai pada zona apa saja setelah GP zone karena dipengaruhi input panas yang diberikan (Sjolander & Seifeddine, 2010).

1.5 Pendinginan

Proses *quenching* merupakan salah satu metode perlakuan panas terhadap logam dengan cara memanaskan material pada fasa austenit, kemudian didinginkan secara cepat. Tujuan dari proses quenching pada penelitian ini adalah untuk meningkatkan sifat mekanik berupa kekerasan dan sifat fisis berupa struktur material seperti alumunium.

1.6 Aging

Setelah solution heat treatment dan quenching tahap selanjutnya dalam proses agehardening adalah aging atau penuaan. Perubahan sifat-sifat dengan berjalanya waktu pada umumnya dinamakan aging atau penuaan. Aging atau penusan pada paduan alumunium dibedakan menjadi dua, yaitu penuaan alami (*naturalaging*) dan penuaan buatan (*artificialaging*).

Penuaan alami (*natural aging*) adalah penuaan untuk paduan alumunium yang di agehardening dalam keadaan dingin. *Natural aging* berlangsung pada temperature ruang antara 15°C -25 C dan dengan waktu penahanan 5 sampai 8 hari. Penuaan buatan (*artificial aging*) adalah penuaan untuk paduan alumunium yang di agehardening dalam keadaan panas. *Artificial aging* berlangsung pada temperature antara 100 C-200°C dan dengan lamanya waktu penahanan antara 1 sampai 24 jam. (Schonmetz, 1990).

Pada tahap *artificial aging* dalam proses age hardening dapat dilakukan beberapa variasi perlakuan yang dapat mempengaruhi hasil dari proses age hardening. Salah satu variasi tersebut adalah variasi temperature *artificial aging*. Temperatur *artificial aging* dapat ditetapkan pada temperature saat pengkristalan paduan alumunium (150°C), dibawah temperature pengkristalan atau diatas temperature pengkristalan logam paduan alumunium. (Schonmetz, 1990). Penuaan buatan (*artificial aging*) berlangsung pada suhu antara 100°C - 250°C. Pengambilan temperature *artificial aging* pada temperature antara 100 C-250 C akan berpengaruh

pada tingkat kekerasan sebab pada proses artificial aging akan terjadi perubahan-perubahan fasa atau struktur. Perubahan fasa tersebut akan memberikan sumbangan terhadap pengerasan.

1.7 Artificial Aging

Artificial aging merupakan pemanasan kembali setelah dilakukan solution treatment dan quenching. Artificial aging dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan pada benda hasil coran maupun benda tempa. Pemanasan kembali tidak hanya dibawah temperatur solvus namun juga pada metastable miscibility gap atau Guinier-Preston (GP Zone) dengan waktu tertentu. Mekanisme penguatan presipitat melibatkan pembentukan kelompok atom terlarut. Supersaturation menyebabkan kekosongan lalu terjadi difusi. Atom terlarut tersebut berkumpul yang memiliki struktur kristal yang sama dengan fasa pelarut (ASM Handbook Volume 4, 2002).

1.8 Natural Aging

Natural aging merupakan perlakuan panas yang dimaksudkan untuk memperoleh sifat mekanik yang baik dengan cara menyimpan spesimen pada temperatur ruang dalam jangka waktu tertentu setelah proses solution treatment (ASM Handbook Volume 4, 2002).

1.9 Paduan Aluminium

Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan, sifat – sifat mekanisnya, sifat mampu cornya yang dapat diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya yang dapat merubah sifat paduan aluminium.

Sifat-sifat	Kamumian Al (%)	
	99.996	99.0 – 99.996
Massa jenis (20 ^o)	2.6989	2.71
Titik cair	660.2	653.657
Panas jenis (cal/g.°C) (100%)	0.2226	0.2297
Hantaran listrik (%)	64.94	59 (Dianil)
Tahanan listrik koefisien Temperatur(°C)	0.00429	0.0115
Koefisien pemuaian (20-100%)	23.86x10 ⁻⁶	23.5x10 ⁻⁶
Jenis kristal, konstanta kisi	Fcc, a= 4.013 kX	Fcc, a= 4.04 kX

Tabel 2.1 Karakteristik paduan Alumunium
(Sumber:<https://eprints.umm.ac.id/41899/3/BAB%20II.pdf>)

Macam–macam Unsur paduan aluminium dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Paduan Al-Si Paduan Al-Si ditemukan oleh A. Pacz tahun 1921. paduan Al-Si yang telah diperlakukan panas dinamakan Silumin. Sifat – sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Paduan Al-Si umumnya dipakai dengan 0,15% – 0,4%Mn dan 0,5 % Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan (solution heat treatment), quenching, dan aging dinamakan silumin γ , dan yang hanya mendapat perlakuan aging saja dinamakan silumin β . Paduan Al-Si yang memerlukan perlakuan panas ditambah dengan Mg juga Cu serta Ni untuk memberikan kekerasan pada saat panas. Bahan paduan ini biasa dipakai untuk torak motor. (Tata & Saito, 1992).
- b. Paduan Al-Cu dan Al-Cu-Mg Paduan Al-Cu-Mg adalah paduan yang mengandung 4% Cu dan 0,5% Mg serta dapat mengeras dalam beberapa hari oleh penuaan, dalam temperatur biasa atau natural aging setelah solution heat treatment dan quenching. Studi tentang logam paduan ini telah banyak dilakukan salah satunya adalah Nishimura yang telah berhasil dalam menemukan senyawa terner yang berada dalam keseimbangan dengan Al, yang kemudian dinamakan senyawa S dan T. Ternyata senyawa S (AL₂CuMg) mempunyai kemampuan penuaan pada temperatur biasa.

Paduan Al-Cu dan Al-Cu-Mg dipakai sebagai bahan dalam industri pesawat terbang (Tata & Saito, 1992).

- c. Paduan Al-Mn Mangan (Mn) adalah unsur yang memperkuat Aluminium tanpa mengurangi ketahanan korosi dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan terhadap korosi. Paduan Al-Mn dalam penamaan standar AA adalah paduan Al 3003 dan Al 3004. Komposisi standar dari paduan Al 3003 adalah Al, 1,2 % Mn, sedangkan komposisi standar Al 3004 adalah Al, 1,2 % Mn, 1,0 % Mg. Paduan Al 3003 dan Al 3004 digunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.
 - d. Paduan Al-Mg Paduan dengan 2 – 3 % Mg dapat mudah ditempa, dirol dan diekstrusi, paduan Al 5052 adalah paduan yang biasa dipakai sebagai bahan tempaan. Paduan Al 5052 adalah paduan yang paling kuat dalam sistem ini, dipakai setelah 10 dikeraskan oleh pengerasan regangan apabila diperlukan kekerasan tinggi. Paduan Al 5083 yang dianil adalah paduan antara (4,5 % Mg) kuat dan mudah dilas oleh karena itu sekarang dipakai sebagai bahan untuk tangki LNG (Tata & Saito, 1992).
 - e. Paduan Al-Mg-Si Sebagai paduan Al-Mg-Si dalam sistem klasifikasi AA dapat diperoleh paduan Al 6063 dan Al 6061. Paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan – paduan lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya. Paduan 6063 dipergunakan untuk rangka – rangka konstruksi, karena paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik, maka selain dipergunakan untuk rangka konstruksi juga digunakan untuk kabel tenaga (Tata & Saito, 1992).
 - f. Paduan Al-Mn-Zn Di Jepang pada permulaan tahun 1940 Iragashi dan kawan-kawan mengadakan studi dan berhasil dalam pengembangan suatu paduan dengan penambahan kira – kira 0,3 % Mn atau Cr dimana butir kristal padat diperhalus dan mengubah bentuk presipitasi serta retakan korosi tegangan tidak terjadi. Pada saat itu paduan tersebut dinamakan ESD atau duralumin super ekstra. Selama perang dunia ke dua di Amerika serikat dengan maksud yang hampir sama telah dikembangkan pula suatu paduan yaitu suatu paduan yang terdiri dari: Al, 5,5 % Zn, 2,5 % Mn, 1,5% Cu, 0,3 % Cr, 0,2 % Mn sekarang dinamakan paduan Al7075. Paduan ini mempunyai kekuatan tertinggi diantara paduan-paduan lainnya. Penggunaan paduan ini paling besar adalah untuk bahan konstruksi pesawat udara, disamping itu juga digunakan dalam bidang konstruksi (Tata & Saito, 1992).
-
-

1.10 Silikon

Silikon merupakan salah satu unsur yang paling banyak ditemukan di bumi dengan perkiraan 26%. Keberadaanya di alam umumnya berupa silikon dioksida maupun senyawa silikat yakni dalam bentuk senyawa pada batu, tanah, dan pasir. Silikon dapat dikatakan unsur semimetalik sebab letak penempatan pada tabel periodik pada golongan IVA periode tiga yang merupakan zona transisi dari metal ke non-metal.

Pada temperatur kamar secara kimia tidak aktif dan silikon diklasifikasikan unsur semikonduktor. Kekerasannya rendah bila dibandingkan berlian walaupun struktur kristal seperti halnya berlian (Groover, 2013). Pada Tabel disajikan mengenai karakteristik silikon. Penambahan silikon mampu meningkatkan fluidity, ketahanan terhadap hot tear, dan karakteristik feeding, mengurangi koefisien termal ekspansi, dan mengurangi specific gravity. Oleh sebab itu silikon mampu memberikan karakteristik yang bagus untuk dilakukan cor (ASM Handbook Volume 15, 2002).

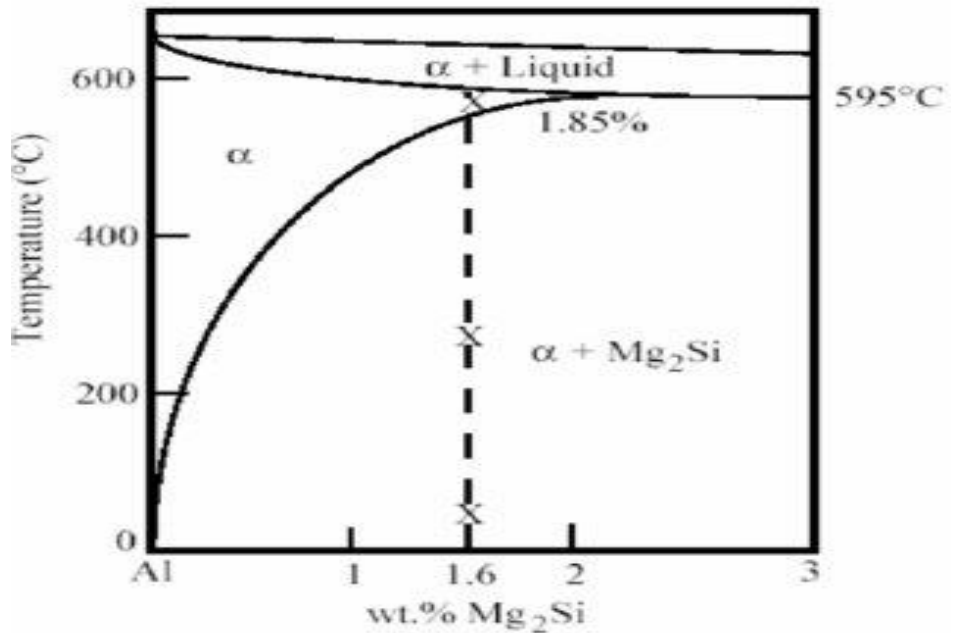
Informasi	Nilai
Massa Jenis (g/cm^3)	2.33
Nomor Atom	14
Modulus Elastisitas (Mpa)	185×10^3
Temperatur Leleh	1414
Struktur Kristal	<i>Diamond Cubic</i>
Koefisien Termal Ekspansi, ($^{\circ}\text{C}^{-1} \times 10^{-6}$)	2.6

Tabel 2.2 Karakteristik Silikon

(Sumber: https://repository.its.ac.id/77638/1/02511640000073-Undergraduate_Thesis.pdf)

1.11 Diagram Fasa Al 6061

Paduan Al 6061 memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan permesinan dan dapat dilas. Diagram fasa dari Al 6061, diagram ini digunakan sebagai pedoman umum untuk menganalisa perubahan fasa pada proses pengecoran paduan Al 6061.



Gambar 2.2 Diagram fasa Al 6061
(Pseudo-binary-phase-diagram-for-the-6061-Al-system-23-Heat-Treatment-of-Aluminium_Q320)

1.12 Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mengamati struktur mikro pada paduan Al 6061, terutama untuk mengamati perubahan struktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses heat treatment.

Persiapan spesimen sama dengan persiapan untuk pengujian kekerasan Brinell, yaitu permukaan atas dan bawah harus sejajar, merata dan harus mengkilap. Pengerjaan selanjutnya setelah diampelas sampai nomor terhalus adalah pemolesan menggunakan media abrasif (autosol). Tujuannya adalah untuk membentuk permukaan yang mengkilap, sehingga dapat diperoleh pemantulan cahaya yang baik saat dilakukan pengamatan dibawah mikroskop. Selain itu juga bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa partikel abrasif serta ampelas yang masih tertinggal pada benda uji. Proses pemolesan dengan menggunakan kain beludru yang sudah diberi autosol. Untuk menampakkan karakteristik struktur logam benda uji dilakukan proses etsa pada permukaan benda yang diamati. Etsa berupa HNO₃ 2,5% akan bereaksi dan melarutkan bagian-bagian tertentu, sehingga secara mikro permukaan akan mengalami pengkorosian. Dengan demikian saat pengamatan, pemantulan yang

terjadi akan berbeda dan kemudian kita dapat mengamati struktur yang berbeda satu dengan yang lain.

Akhir dari proses etsa, benda uji dibersihkan dengan alcohol dan dikeringkan sosaat, dengan menggunakan mikroskop beserta kameranya bagian-bagian tersebut aipotret dan diamati strukturnva. Pada penelitian ini pembesaran yang dipakai adalah 100 X.

Struktur mikro merupakan gambaran dari material yang dilakukan dengan perbesaran tertentu untuk mengetahui permukaan material sehingga dapat dientepretasikan. Untuk mengetahui struktur mikro dilakukan pengujian metalografi. Halhal yang dapat diamati secara kuantitatif pada struktur mikro adalah distribusi partikel, ukuran butir, bentuk butir, batas butir, fasa tunggal, multifasa, dan interfisial (ASM Handbook Volume 9, 2004).

Pada mikroskop optik perlu dilakukan metalografi. Tahapan persiapan dilakukan metalografi antara lain dengan sectioning, mounting, grinding, polishing, dan Etching. Sectioning pemotongan bahan menggunakan alat potong yang bertujuan untuk memperoleh penampang yang proporsional. Mounting merupakan proses penanaman pada sebuah media sehingga benda kecil maupun benda yang rumit sehingga mudah dikenai pengerjaan pemolesan. Tujuan dari mounting yaitu untuk memperoleh penampang yang rata sehingga sesuai dengan datangnya cahaya mikroskop. Tahap selanjutnya, grinding untuk memperoleh permukaan yang rata secara bertahap dan polishing bertujuan mendapatkan permukaan halus hingga berkilau.

Lazimnya polishing menggunakan pasta berlian maupun alumina. Setelah didapatkan permukaan halus kemudian dilakukan etching. Tujuan etching untuk pengorosian permukaan akibat perbedaan potensial antar butir sehingga terlihat visualisasi kontras, sehingga mempermudah menangkap datangnya cahaya (Widyastuti, et al., 2019).



Gambar 2.3 Alat uji strukturmikro

(Sumber:<http://ostenco.co.id/link1/18-testing-knowledge/56-pengamatan-struktur-mikro-sebelum-uji-mekanis.html>)

1.13 Pengujian Kekerasan Rockwell B

Pengujian kekerasan adalah kemampuan suatu bahan terhadap beban dalam perubahan yang tetap. Dengan melakukan tekanan pada benda yang diuji maka dapat dianalisis seberapa besar tingkat kekerasan dari bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Metode Pengujian *Rockwell*

Pengujian kekerasan *Rockwell* merupakan salah satu pengujian kekerasan yang mulai banyak digunakan hal ini dikarenakan pengujian kekerasan Rockwell yang : sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relatif tidak merusak.

Pengujian kekerasan *Rockwell* dilaksanakan dengan cara menekan permukaan spesimen (benda uji) dengan suatu indenter. Penekanan indenter ke dalam benda uji dilakukan dengan menerapkan beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan.

Pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* ini diatur berdasarkan standar DIN 50103. Adapun standar kekerasan metode pengujian *Rockwell* ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Skala	Penekan	Beban			Skala Kekerasan	Warna Angka
		Awal	Utama	Jumlah		
A	Kerucut intan 120°	10	50	60	100	Hitam
B	Bola baja 1,558 mm (1/16")	10	90	100	130	Merah
C	Kerucut intan 120°	10	140	150	100	Hitam
D	Kerucut intan 120°	10	90	100	100	Hitam
E	Bola baja 3,175 mm (1/8")	10	90	100	130	Merah
F	Bola baja 1,558 mm	10	50	60	130	Merah
G	Bola baja 1,558 mm	10	140	150	130	Merah
H	Bola baja 3,175 mm	10	50	60	130	Merah
K	Bola baja 3,175 mm	10	140	150	130	Merah
L	Bola baja 6,35 mm (1/4")	10	50	60	130	Merah
M	Bola baja 6,35 mm	10	90	100	130	Merah
P	Bola baja 6,35 mm	10	140	150	130	Merah
R	Bola baja 12,7 mm (1/2")	10	50	60	130	Merah
S	Bola baja 12,7 mm	10	90	100	130	Merah
V	Bola baja 12,7 mm	10	140	150	130	Merah

Tabel 2.2 tabel standart pengujian rockwell

(<https://www.alatuji.com/article/detail/659/uji-kekerasan-rockwell-dan-penggunaannya>)

Dalam metode *Rockwell* ini terdapat dua macam indentor yang ukurannya bervariasi, yaitu:

1. Kerucut intan dengan besar sudut 120° dan disebut sebagai *Rockwell Cone*.
2. Bola baja dengan berbagai ukuran dan disebut sebagai *Rockwell Ball*.

Untuk cara pemakaian skala ini, kita terlebih dahulu menentukan dan memilih ketentuan angka kekerasan maksimum yang boleh digunakan oleh skala tertentu. Jika pada skala tertentu tidak tercapai angka kekerasan yang akuran, maka kita dapat menentukan skala lain yang dapat menunjukkan angka kekerasan yang jelas. Berdasarkan rumus tertentu, skala ini memiliki standar atau acuan, dimana acuan dalam menentukan dan memilih skala kekerasan dapat diketahui melalui tabel sebagai berikut:

Skala	Pemakaiannya
A	Untuk <i>carbide cementite</i> , baja tipis, dan baja dengan lapisan keras yang tipis
B	Untuk paduan tembaga, baja lunak, paduan aluminium, dan besi tempa
C	Untuk baja, besi tuang keras, besi tempa peritik, titanium, baja dengan lapisan keras yang dalam, dan bahan-bahan lain yang lebih keras daripada skala B-100
D	Untuk baja tipis, baja dengan lapisan keras yang sedang, dan besi tempa peritik
E	Untuk besi tuang, paduan aluminium, magnesium, dan logam-logam bantalan
F	Untuk paduan tembaga yang dilunakkan dan pelat lunak yang tipis
G	Untuk besi tempa, paduan tembaga, nikel-seng, dan tembaga-nikel
H	Untuk aluminium, seng, dan timbal
K	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
L	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
M	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
P	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
R	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
S	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
V	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis

tabel 2.3 tabel skala kekerasan pengujian

(<https://www.alatuji.com/article/detail/659/uji-kekerasan-rockwell-dan-penggunaannya>)

Dalam proses pengujian kekerasan metode Rockwell diberikan dua tahap pada proses pembebanan. Tahap Beban Minor dan Beban Mayor. Beban minor besarnya maksimal 10 kg sedangkan beban mayor bergantung pada skala kekerasan yang digunakan.

Cara pengujian kekerasan *Rockwell*

Cara *Rockwell* ini berdasarkan pada penekanan sebuah indenter 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*

Penguji harus memasang indenter terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indenter bola baja atau kerucut intan. Setelah indenter terpasang, penguji meletakkan *specimen* yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyetel 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. Mesin Uji Rockwell
2. Operator
3. Benda Uji

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.
- 4.

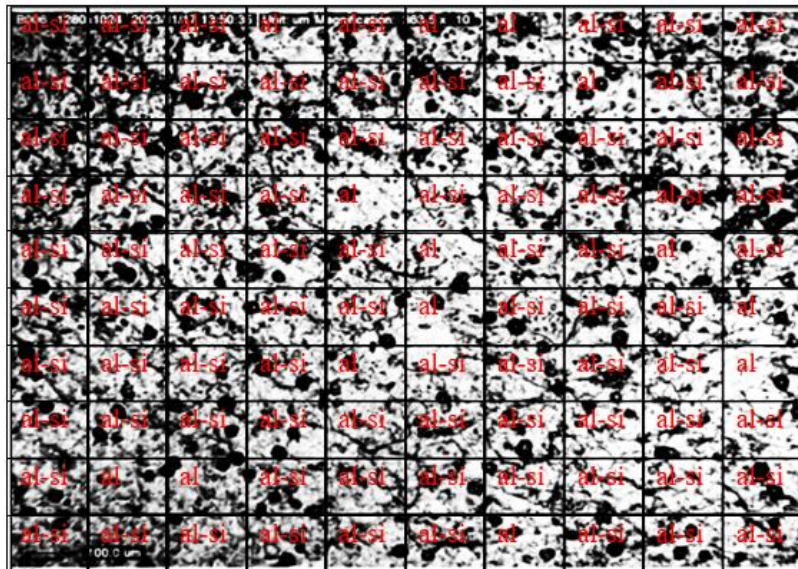


Gambar 2.4 Alat uji kekerasan

(Sumber:<https://www.lfc.co.id/blog/detail/hardness-tester>)

1.2 Analisa

Dari hasil pengamatan struktur mikro yang sudah dilakukan di ketahui struktur mikro dari alumunium di tujukan dengan warna terang sedangkan struktur al-si di tujukan dengan warna gelap, berikut contoh hasil pengujian struktur mikro menggunakan perbesaran 1000/364x.



Gambar 2.5 perhitungan presentase struktur mikro

Presentase al-si = 85%

Presentase al = 35%