

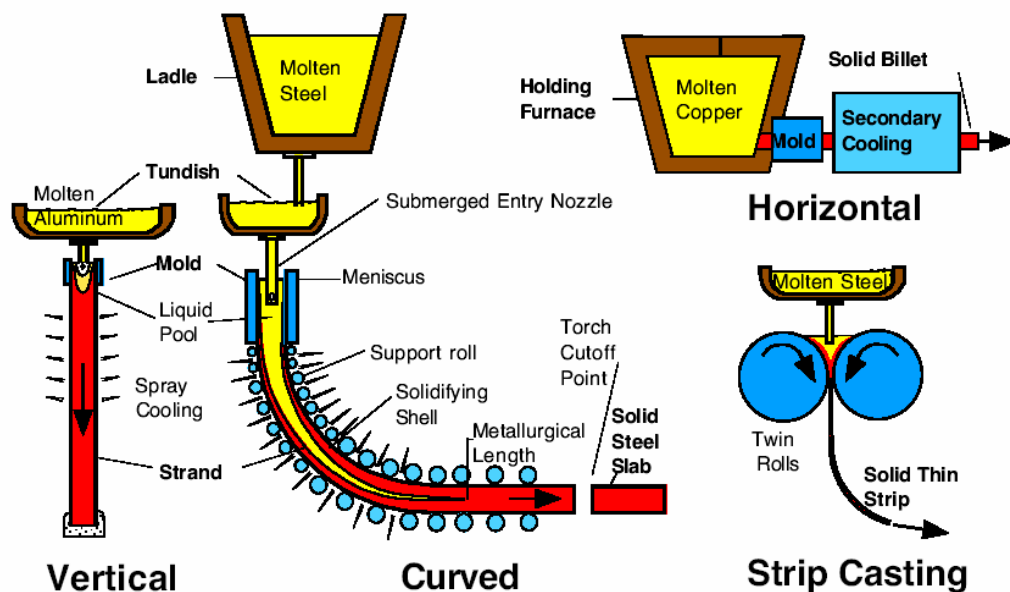
2. LANDASAN TEORI

2.1 Direct Chill Casting

Proses pengecoran *continuous casting* merubah cairan logam menjadi padatan secara terus menerus. Proses ini merupakan cara paling efisien untuk membekukan cairan logam dalam volume banyak dengan bentuk yang sederhana. *Continuous casting* ini dibedakan dengan proses pembekuan yang lain oleh sifat *steady state* [13].

Continuous casting ini dibagi menjadi 3 yaitu [13]:

1. *Steel continuous casting* biasa untuk menghasilkan baja.
2. *Semi-continuous casting (DC casting)* biasa untuk menghasilkan logam non-ferrous. Pembekuan cairan logam dengan menggunakan cetakan yang didinginkan dengan air.
3. *Other continuous casting* biasa untuk menghasilkan tembaga.

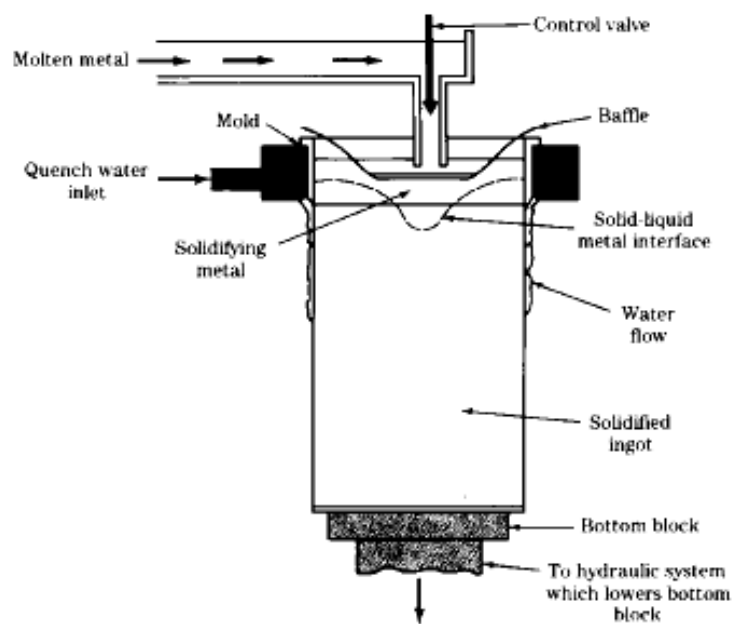


Gambar 2.1 Variasi Proses *Continuous Casting* [13]

Lebih dari 90% dari paduan aluminium dicor dengan semi-*continuous vertical casting*. Biasanya diameter *round* yang dihasilkan 0,05–0,5 meter dengan *casting speed* 0,03 – 0,1 meter/menit yang dapat mencegah *internal cracks* [13].

Proses pengecoran ini dimulai dengan mengisi logam cair ke dalam cetakan berbentuk *round* yang didinginkan dengan air. Posisi awal *bottom block*

menempel di bagian bawah cetakan. Pada phase *start up*, logam cair yang didinginkan dengan cetakan, ini dinamakan *primary cooling*. Pada proses pendinginan ini, aluminium cair akan membentuk suatu lapisan (*shell*). Setelah itu, *bottom block* digerakkan ke bawah. Sesegera mungkin logam keluar dari cetakan segera didinginkan dengan semprotan air, ini dinamakan *secondary cooling*. Setelah melewati phase *start up*, phase *steady state* dimulai hingga proses berakhir [12].



Gambar 2.2 Proses *Direct Chill Casting* [12]

Setelah melewati phase *start up*, proses dilakukan pada kondisi konstan. Di bawah cetakan, air disemprotkan terus menerus ke permukaan ingot untuk mengurangi panas dan akhirnya ingot menjadi keras. Berdasarkan hasil penelitian, pembuatan *billet* dengan diameter 320 mm tanpa cacat dengan temperatur tuang 680 °C hingga 720 °C dan kecepatan turun *bottom block* 42 mm/min [10].

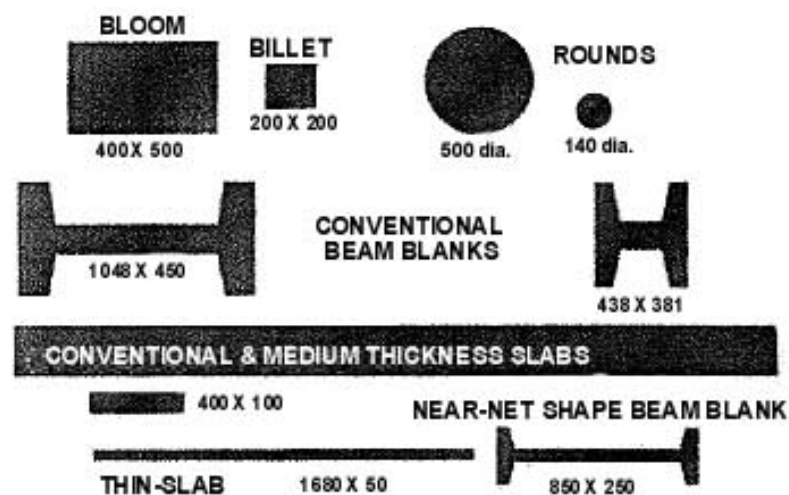
Berdasarkan penelitian sebelumnya, *casting speed* ini diperoleh dengan cara *trial*. Setelah pengisian cairan aluminium ke dalam cetakan, pada waktu 0 sampai 180 detik, cetakan tidak bergerak dan kecepatan *bottom block* adalah nol. Kemudian pada detik ke-180, *bottom block* mulai digerakkan dengan kecepatan turun 35 mm/menit. Kecepatan *bottom block* ini bertambah secara linier hingga 55 mm/menit. Ketika panjang ingot mencapai 15 cm kemudian keadaan *steady state* dicapai dan kecepatan *bottom block* menjadi konstan [12].

Dari referensi [12] yang mempelajari phase *start up* selama pengecoran dari ingot ekstrusi diameter 318 mm. Dari referensi ini telah diselidiki bagaimana logam cair membeku dalam cetakan sebelum *bottom block* digerakkan ke bawah. Setelah 6 detik akan terbentuk lapisan seperti bubur (*mushy*) ini dalam daerah dengan temperatur dibawah titik lebur 650 °C. Setelah 12 detik, lapisan ini bertambah tebal dan memperluas di sepanjang dinding cetakan. Pada saat ini proses pengecoran dimulai. Pada 18 detik lapisan telah mencapai *hot-top* dan *tearing* atau *cold shut* tampak selama *start*. Waktu tunggu sebelum *start* sebaiknya tidak lebih dari 15 detik dan tidak kurang dari 10 detik. Dalam penuangan logam cair ke dalam cetakan tidak lebih dari 5 detik dan waktu tunggu kurang dari 15 detik untuk menghindari masalah selama phase *start up* [6].

2.1.1 Keuntungan Proses *Direct Chill Casting*

- 1) *Direct chill casting* merupakan metode pengecoran yang cepat dan efisien dalam memproduksi ingot.
- 2) Fleksibilitas akan bentuk dan dimensi.

Direct chill casting dapat memproduksi ingot dengan bentuk dan dimensi seperti pada gambar 2.3. Toleransinya tergantung dari ukuran ingot yang akan dibuat dan cetakan yang digunakan.



Gambar 2.3 Gambar Potongan Bentuk dan Dimensi Produk Proses *Direct Chill Casting* [9]

2.1.2 Bagian–Bagian Alat Proses *Direct Chill Casting*

- *Ladle*

Ladle yang dipakai pada proses *direct chill casting* biasanya dipanasi terlebih dahulu dan diharuskan dalam keadaan kering. Semua reaksi yang terjadi di dalam *ladle* akibat dari *ladle* yang tidak kering akan sangat berbahaya. Jika membuat ingot aluminium, itu membutuhkan “selubung” untuk aliran cairan logam yang menghubungkan antara *ladle* menuju *tundish*. Ini normal dipasang untuk mengurangi aliran logam kontak dengan udara dan *oxide* dapat dibentuk. Alternatif lain dengan memakai gas pelindung yang berguna meminimalkan pembentukan dari *aluminum oxide (alumina)* di aluminium.

- *Tundish*

Bentuk dari *tundish (molten metal transfer trough)* adalah persegi empat, dan untuk dialiri cairan logam. Ukuran *tundish* didesain untuk memberikan aliran logam cair ke cetakan. Bahan nosel dipilih yang terhadap tahan temperatur tinggi adalah *zir conia* yang sering dipakai. Biasanya aliran dalam nosel adalah bebas dan tidak ada penghenti.

Tundish yang tahan temperatur tinggi biasanya mempunyai kekuatan tahan panas yang standar. Sehingga perlu diganti setelah 6 sampai 10 kali proses pengecoran, atau mengganti suatu lapisan yang dapat diganti setelah tiap kali pakai.

- Cetakan

Fungsi utama cetakan adalah membuat kulit padat (*skin*) untuk membentuk kekuatan dan dukungan inti cairan logam yang sedang masuk hingga selanjutnya yaitu semprotan air pada daerah pendinginan.

Cetakan pada dasarnya merupakan kotak yang dapat dibuka dan ditutup. Pada permukaan cetakan sering dilapisi dengan *chromium* atau nikel agar memberikan permukaan cetakan yang keras, dan untuk menghindari permukaan dari produk cor retak.

Permukaan cetakan harus licin agar memperkecil gesekan untuk menghindari kulit sobek, dan logam cair dapat lolos (tidak lengket dengan cetakan). Gesekan antara kulit dari ingot dengan cetakan dapat dikurangi dengan pelumasan cetakan seperti oli atau bubuk fluk. Pelumasan biasanya memakai oli *rape seed*, lapisan film yang tipis mengalir dan melapisi permukaan cetakan dari celah sempit atau lubang kecil pada setiap permukaan. Alternatif lain yang menggunakan bubuk *fluks* dilarutkan diatas dan dikontakkan dengan logam cair dan sebuah lapisan film cairan kaca di antara permukaan dalam cetakan dan *billet* yang sedang diproses. Pemakaian pelumasan akan memperbaiki kualitas *billet*.

- *Bottom Block*

Bagian bawah dari cetakan ditutup dengan cara disumbat dengan *bottom block*. Tali asbestos digunakan untuk melindungi dari kebocoran pada bagian tepi dan tentu bentuknya disesuaikan dengan bentuk dari bagian atas *bottom block* agar pertama kali penuangan logam hingga pendinginan masih di sekitar itu.

2.2 Aluminium

Logam aluminium sangat berperan banyak dalam dunia industri, baik untuk bahan baku produk, bahan setengah jadi maupun produk jadi. Sifat-sifat penting yang menyebabkan dipilihnya logam aluminium adalah ringan, tahan korosi, penghantar listrik dan panas yang baik. Struktur kristal aluminium murni dalam bentuk FCC (*face centered cubic*). Konduktivitas termal, panas spesifik dan entalpi aluminium murni baik dalam fase padat dan cair merupakan fungsi temperatur. Gas-gas seperti hidrogen, oksigen dan nitrogen cenderung larut di dalam logam. Kemampuan larut gas tersebut sangat tinggi tetapi kemampuan larutnya turun jika temperatur dibawah 600 °C. Meskipun demikian, adanya gas yang tertinggal akan menimbulkan cacat cor.

Aluminium memiliki beberapa sifat-sifat khusus yang menyebabkan logam ini sering dipakai dalam pemilihan suatu bahan, antara lain:

- Ringan (berat jenis $2,7 \text{ g/cm}^3$).
- Tahan korosi.
- Penghantar panas dan listrik yang baik.
- Kekuatan rendah, namun rasio antara kekuatan dan beratnya lebih tinggi daripada baja.
- Dapat dicor dengan berbagai macam metode, dirol hingga ketebalan yang diinginkan, di *forging*, diekstrusi menjadi hampir semua bentuk.

2.2.1 Aluminium Paduan

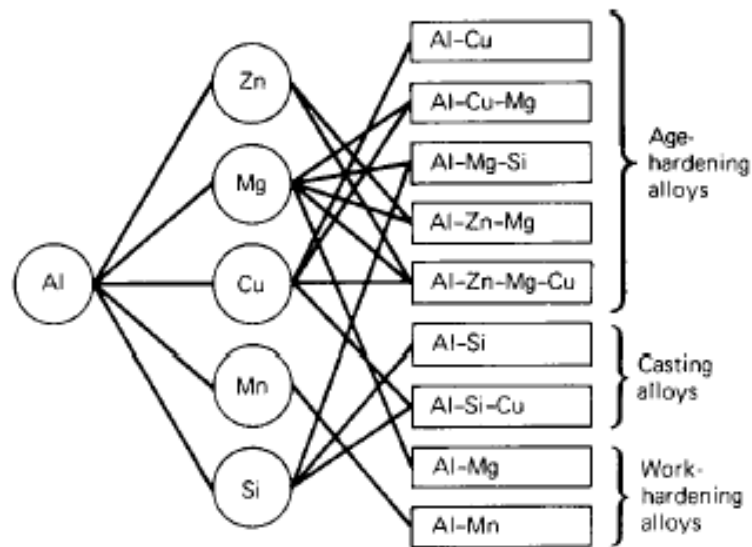
Aluminium murni memiliki sifat mampu cor dan sifat mekanis yang jelek. Oleh karena itu digunakan paduan aluminium karena akan memperbaiki sifat mekanis dengan menambahkan tembaga, silikon, magnesium dan seng.

Aluminium paduan dapat digunakan untuk produk cor (*casting product*) atau produk tempa (*wrought product*). Biasanya untuk produk cor menggunakan lebih banyak aluminium paduan daripada produk tempa. Aluminium paduan dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Paduan tempa (*wrought alloys*)
2. Paduan cor (*casting alloys*)

Masing-masing jenis tersebut dibagi menjadi 2 jenis yaitu *age hardening alloys* dan *non-age hardening alloys*. Coran aluminium paduan memiliki sifat mudah dibuat, ringan tahan karat dan tahan temperatur tinggi (100°C – 200°C).

Pada elemen paduan yang mempunyai kelarutan cukup baik dalam titik lebur aluminium dan secara umum digunakan dalam pasaran adalah seng, magnesium, *copper*, mangan dan silikon. Paduan aluminium tersebut digunakan dalam berbagai macam penggunaan seperti pada diagram ini.



Gambar 2.4 Diagram Macam Penggunaan Paduan Aluminium [1]

2.2.2 Paduan Aluminium Silikon

Jenis paduan yang paling banyak digunakan dalam pengecoran adalah paduan aluminium silikon. Hal ini disebabkan karena silikon memiliki sifat fluiditas yang tinggi, paduan *low shrinkage* baik dan memiliki sifat tahan *hot tear* yang baik. Paduan aluminium silikon termasuk paduan cor diberi kode seri 3xx.x oleh standar kode internasional. Kemampuan tuang paduan cor (*castability casting alloys*), fluiditas, ketahanan *hot tear*, tahan korosi dan karakteristik pengumpanan dapat diperbaiki dengan penambahan unsur silikon.

Tabel 2.1 Klasifikasi Paduan Aluminium Cor.

Elemen Paduan	Kelompok
Aluminium (min. 99% atau lebih)	1xx.x
Tembaga (Cu)	2xx.x
Silikon (Si), dengan ditambah tembaga dan atau magnesium	3xx.x
Silikon (Si)	4xx.x
Magnesium (Mg)	5xx.x
Seri yang belum digunakan	6xx.x
Seng (Zn)	7xx.x
Timah	8xx.x

(Sumber: *Aluminum and Aluminum Alloys*)

Pada tabel 2.1 dijabarkan tentang beberapa jenis paduan aluminium digit pertama mengindikasikan logam terbesar pada suatu paduan. Pada seri 1xx.x, digit kedua dan ketiga menandakan jumlah minimum dari logam aluminium tiap paduannya. Pada seri 2xx.x sampai 8xx.x untuk paduan aluminium, digit kedua dan ketiga menandakan variasi paduan. Sedangkan pada digit keempat, mengindikasikan bentuk dari produk

Temperatur tuang pada saat proses pengecoran juga perlu diperhatikan. Hal ini disebabkan karena pada beberapa jenis logam, temperatur tuang dapat berpengaruh secara signifikan. Seperti pada aluminium murni, apabila temperatur tuang melebihi 800 °C, maka logam cair dengan mudah mengalami oksidasi sehingga *slag* yang dihasilkan lebih banyak. Temperatur beberapa jenis logam dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Temperatur Penuangan Logam Cor

Jenis Paduan	Temperatur Tuang °C
Besi Tuang Kelabu	1350-1450
Magnesium	760-800
Tembaga	1200-1280
Kuningan	1100-1150
Aluminium	750-800

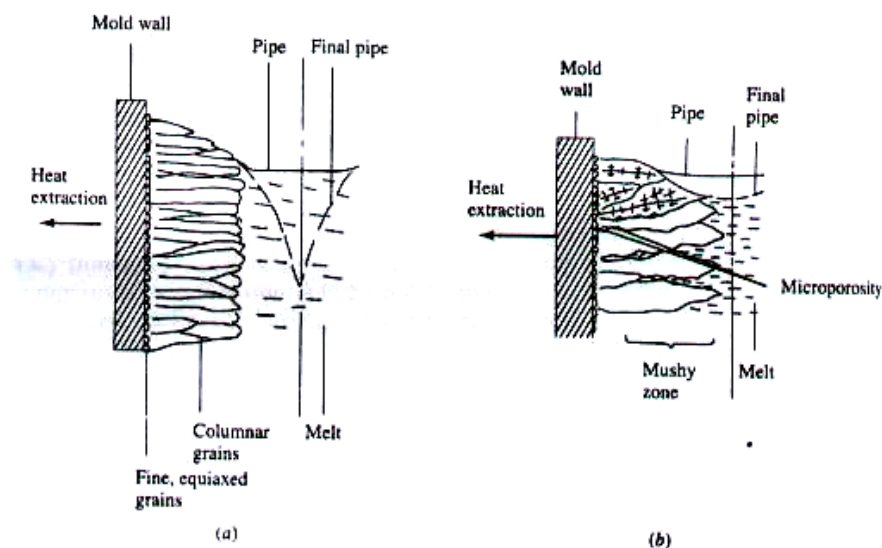
(Sumber: *The Melting of Cast Iron & Non-Ferrous Alloys*)

2.3 Pembekuan Logam

Sebuah fenomena dalam proses pembekuan adalah perpindahan panas dengan radiasi, kontak langsung dengan cetakan dan konduksi melalui udara dan konveksi di udara antara cetakan dan ingot. Solidifikasi merupakan salah satu faktor yang penting untuk dicermati sehingga didapatkan produk cor yang berkualitas. Faktor lain yang mempengaruhi produk cor yaitu aliran logam dalam cetakan, perpindahan panas selama proses pembekuan dan pendinginan di dalam rongga cetakan serta jenis material cetakan [1,3].

Ukuran dan bentuk butir, jarak lengan dendrit dalam pembekuan logam dapat mempengaruhi sifat mekanik suatu material. Ukuran dan bentuk butir dapat dikontrol dengan memperkecil waktu perkembangan butir, hal ini biasa dinamakan pendinginan cepat (*rapid cooling*). Kecepatan pendinginan merupakan faktor penting untuk menghasilkan kualitas pengecoran yang baik [2].

Ketika cairan dituang ke dalam cetakan, logam cair yang kontak dengan cetakan akan membeku dalam bentuk *equiaxed* karena kecepatan pendinginan yang tinggi dan dinding cetakan mempengaruhi nukleasi yang heterogen. Panas laten yang dilepas selama pembekuan melambat seiring dengan kecepatan pembekuan dan bagian dari pembekuan tergantung tipe paduan yang dicor [10].

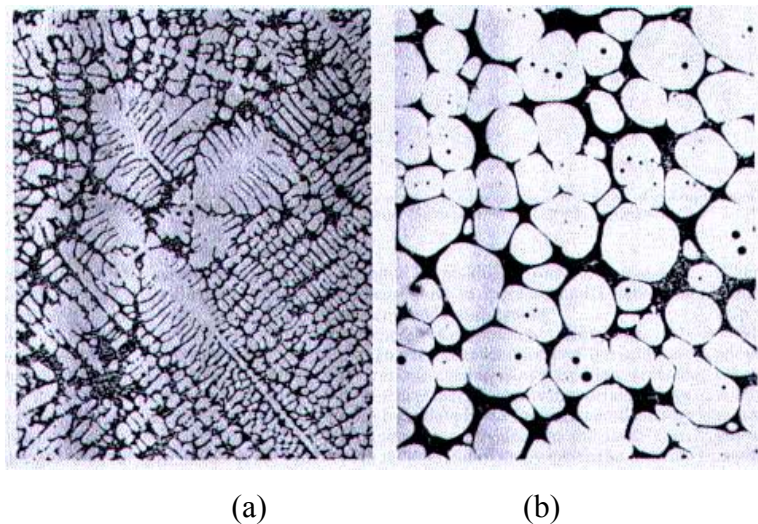


Gambar 2.5 (a) Perkembangan Butir *Columnar* (b) Perkembangan Dendrit dalam Larutan Padat (*Solid Solutions*) [11]

Sifat-sifat produk cor dapat dipengaruhi oleh pendinginan cepat yang dapat mengurangi ukuran sel, *lamellar* eutektik dan jarak *interlamellar* dan meningkatkan kekuatan cor.

2.3.1 Pembekuan Ingot Paduan Aluminium

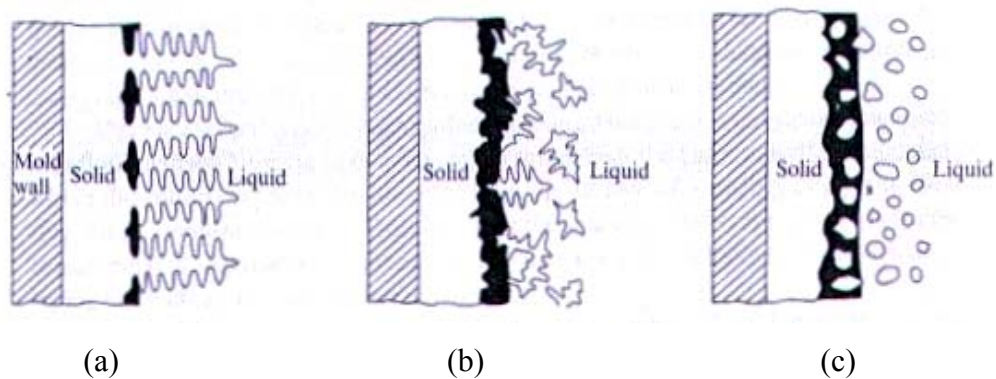
Struktur makro pembekuan dendritik biasanya karakteristik dari pengecoran aluminium. Kebanyakan struktur untuk kristal *solid* atau butir adalah dendrit yang terdiri dari *columnar* atau *equiaxed* [1,3]. Dendrit *equiaxed* dalam paduan dihasilkan oleh *nucleation* atau *fragmentation* dari kristal yang ada, tumbuh dalam leburan yang *undercooled*.



Gambar 2.6 (a) Struktur Mikro Dendritik (b) Struktur Mikro non-Dendritik [2]

Ukuran butir pada ingot paduan aluminium penting untuk diamati. Ukuran butir yang seragam dan halus ditemukan pada kebanyakan produk tempa (*wrought*). Ukuran butir dapat dikontrol dengan metode getaran, adukan dan aliran logam cair [3].

Aliran turbulen dapat menyebabkan struktur paduan terdiri dari *columnar* dan *equiaxed* [3]. Bentuk butir *columnar* terjadi jika gradien temperatur *liquid* dan *solid* besar. Kristal dapat berkembang hingga cairan membeku. Butir ini biasanya berbentuk panjang dan kurus. Sedangkan butir *equiaxed* terjadi jika pendinginan cepat maka gradien temperaturnya kecil. Butir ini biasanya berbentuk seperti bola dan posisi kristal acak.



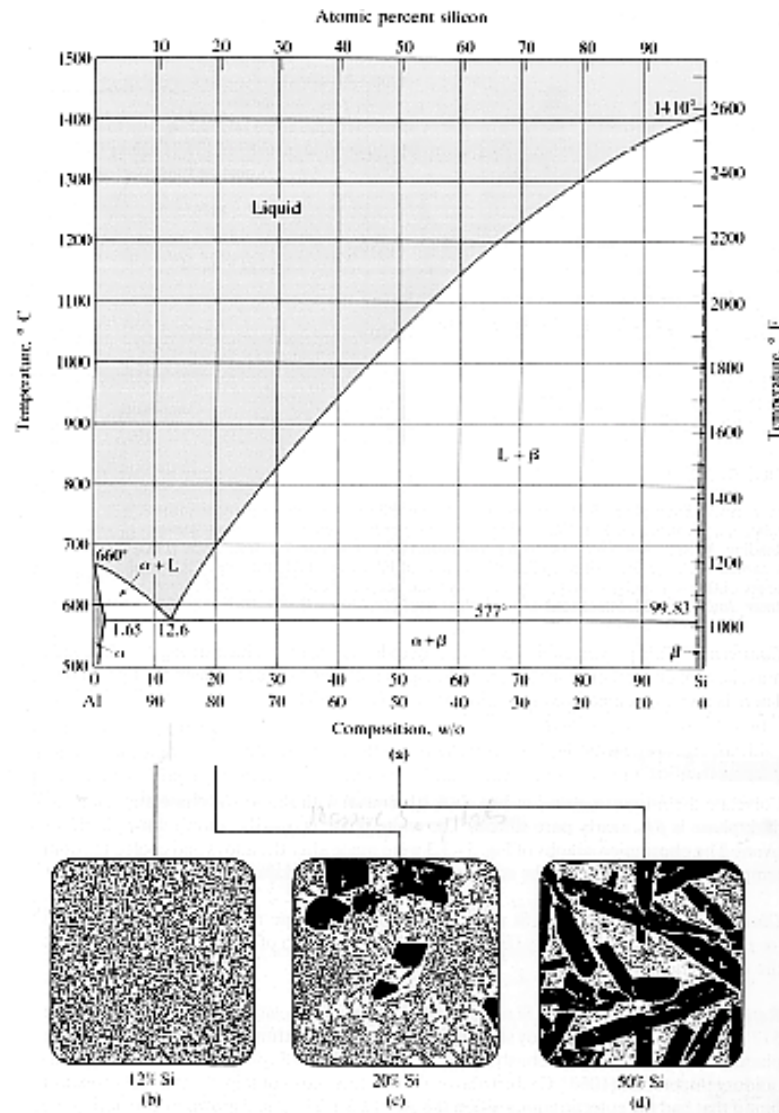
Gambar 2.7 Struktur Dasar Cor (a) Dendrit *Columnar* (b) Dendrit *Equiaxed* (c) Dendrit non-*Equiaxed* [8]

2.3.2 Pembekuan Paduan Aluminium Silikon

Logam paduan akan membeku pada rentang temperatur tertentu, dimana hal tersebut tidak sama dengan logam murni. Pembekuan dimulai jika temperatur logam cair turun dibawah garis *liquidus* dan pembekuan ini berakhir jika temperatur logam cair mencapai garis *solidus*. Logam paduan yang berada dalam rentang temperatur tersebut berada dalam kondisi fase bubur (*mushy zone*).

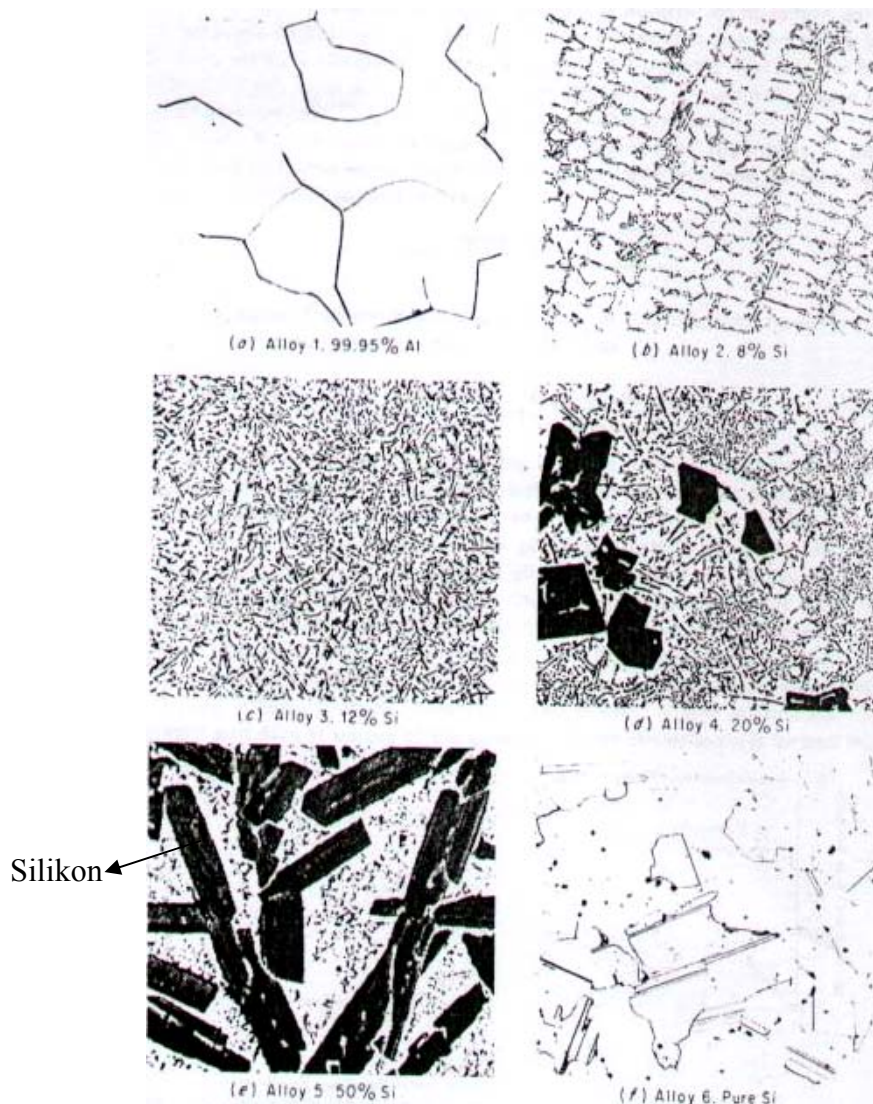
Titik eutektik paduan aluminium silikon terletak pada suhu 577 °C dan 12,6 w% Si. Sebuah fase α dan β dihasilkan. Pembekuan aluminium dalam struktur FCC (*face cubic centered*) dan silikon dalam struktur *diamond cubic*. Fase α melarutkan sedikit Si dan fase β melarutkan sedikit Al.

Struktur mikro bergantung kepada jumlah unsur dalam paduan. Struktur mikro paduan aluminium silikon bergantung kepada jumlah kandungan silikon dalam aluminium. Paduan aluminium silikon yang mengandung kurang dari 12,6 w% Si disebut paduan hypoeutektik, sedangkan yang melebihi 12,6 w% Si disebut paduan hypereutektik.



Gambar 2.8 Diagram Fase Paduan Aluminium Silikon [1]

Paduan hypoeutektik terdiri dari fase utama aluminium dengan fiber silikon terdistribusi pada matrik aluminium fase α . Pecahan fase β berbentuk kecil seperti partikel. Penyebaran kekuatan dari partikel kecil ini terbatas tetapi memiliki *wear resistance* yang tinggi. Paduan hypereutektik membentuk hampir murni silikon fase β pada temperatur tinggi.



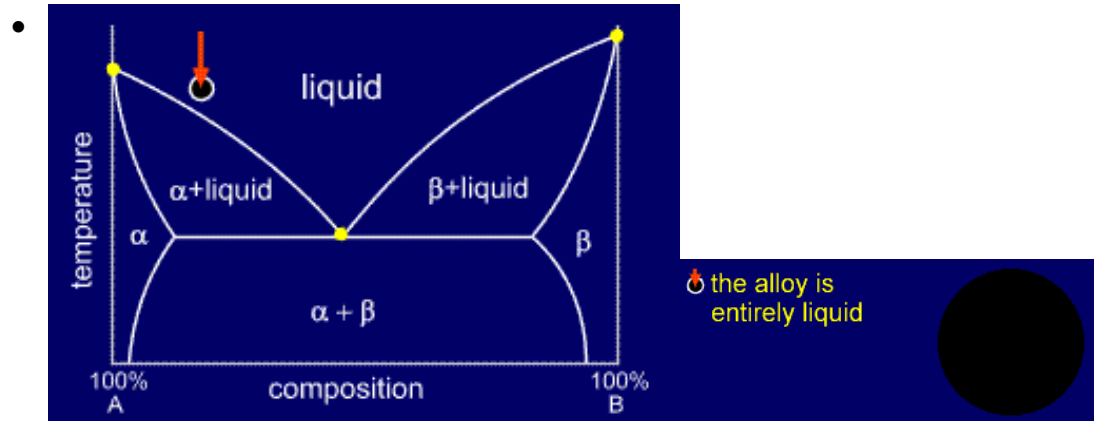
Gambar 2.9 Struktur Mikro Paduan Aluminium Silikon

(Sumber: *Introduction To Physical Metallurgy*)

Pada gambar 2.9 (a) terlihat bentuk struktur mikro aluminium murni. Gambar (b) mengandung 8 w% Si yang terdiri dari dendrit atau proeutektik aluminium sebagai dasar yang dikelilingi oleh campuran eutektik dari aluminium dan silikon. Gambar (c) adalah komposisi eutektik yang mengandung 12,6 w% Si dan terdiri campuran eutektik. Semakin ke kanan, struktur mikro akan terdiri *primary* silikon (berwarna hitam) dan campuran eutektik, jumlah *primary* silikon meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan silikon seperti pada gambar (d) dan (e). Gambar (f) menunjukkan struktur mikro silikon murni.

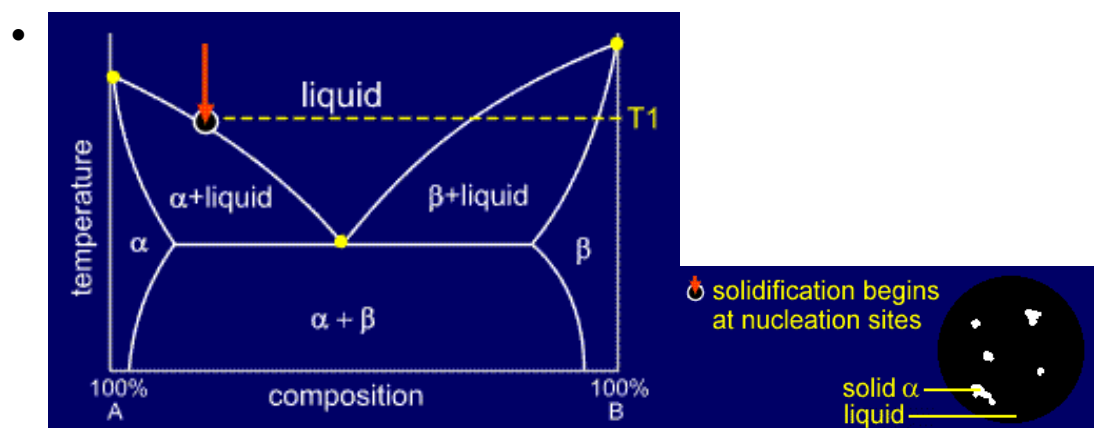
2.3.2.1 Diagram Fase dan Pertumbuhan Butir pada Paduan Hypoeutektik

Berikut ini adalah urutan proses pembekuan yang terjadi pada paduan hypoeutektik [7]:



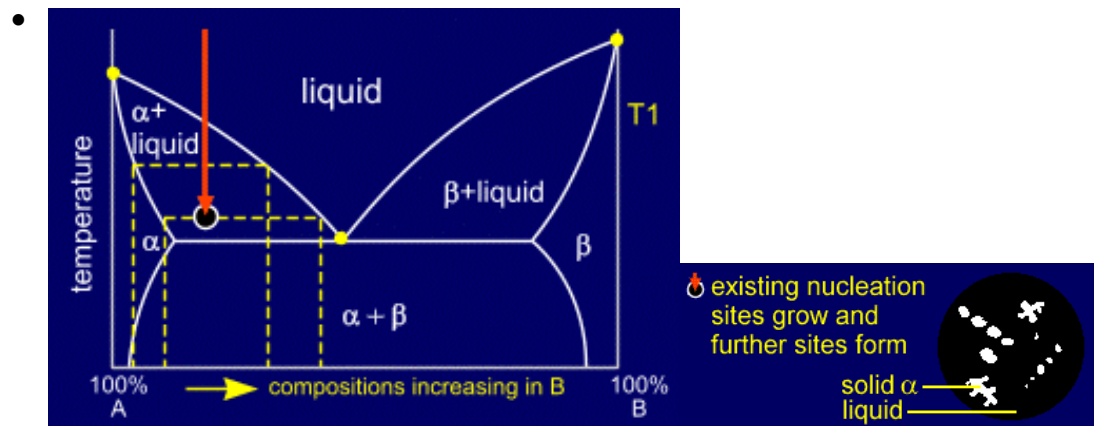
Gambar 2.10 Diagram Fase pada *Liquid*

Pada kondisi ini logam dilebur hingga mencapai *liquid*. Atom-atom tidak memiliki susunan tertentu. Semakin tinggi temperatur cairan maka atom memiliki energi semakin besar sehingga mudah bergerak, tidak ada pengaturan letak atom relatif terhadap atom lain.



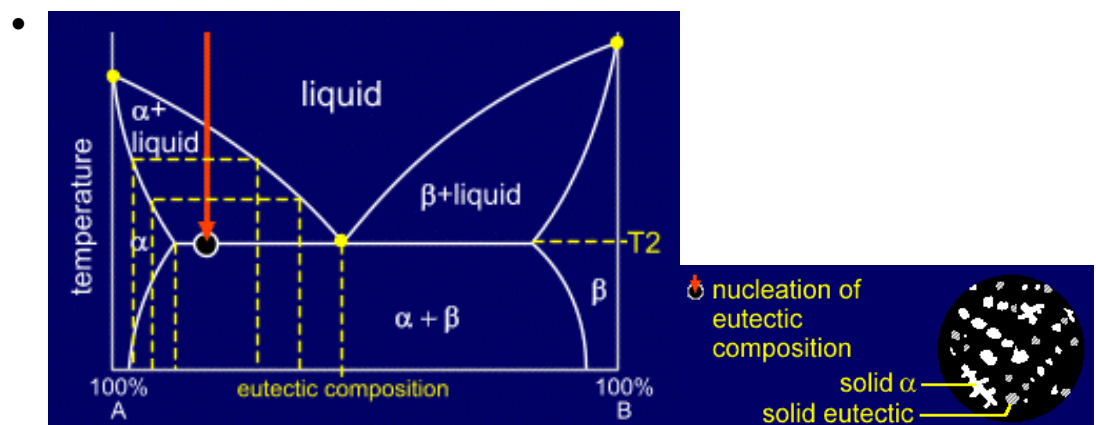
Gambar 2.11 Diagram Fase pada *Liquidus*

Dengan turunnya temperatur maka energi atom makin rendah dan makin sulit bergerak. Alfa membeku sebagai dendrit yang tumbuh menjadi butir α .



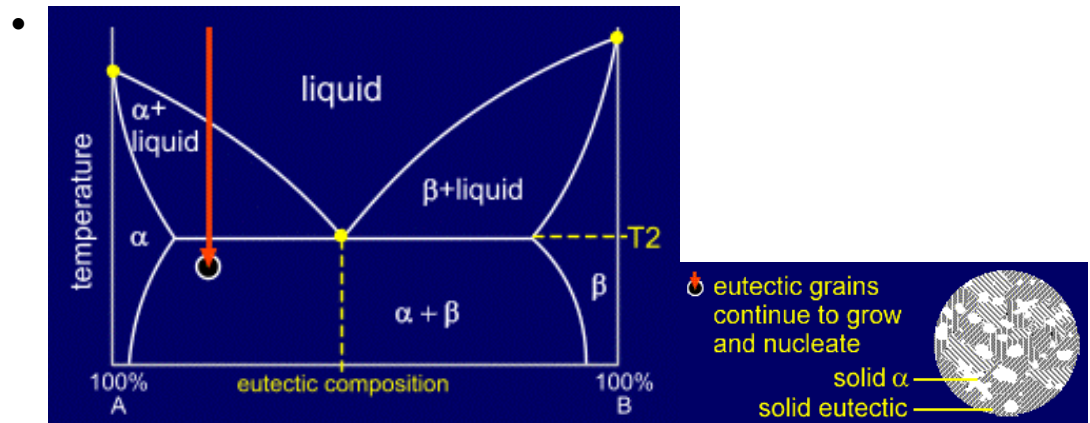
Gambar 2.12 Diagram Fase Antara *Liquidus* dan *Solidus*

Inti ini kemudian tumbuh dan berkembang membentuk butir. Jika antar butir bertemu maka terjadi batas butir (*grain boundaries*). Makin rendah temperatur makin banyak solid α yang terbentuk dan *liquid* makin kaya β .

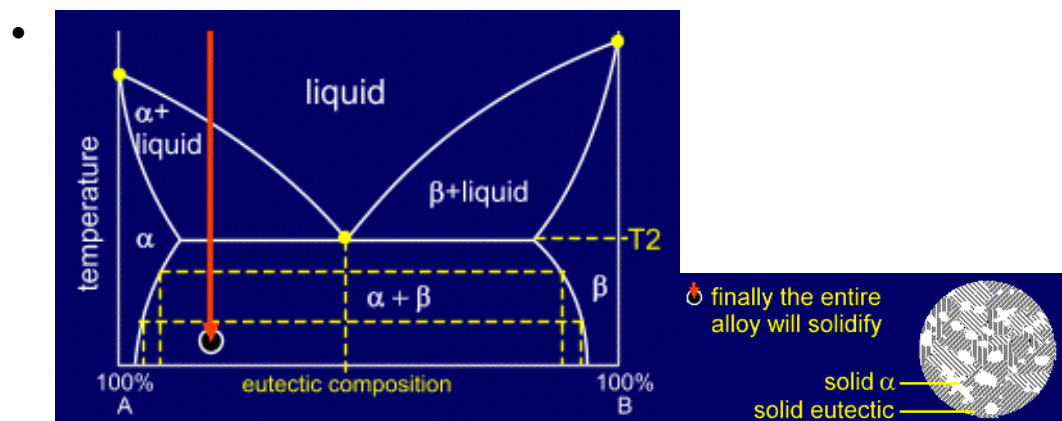


Gambar 2.13 Diagram Fase pada *Solidus*

Pada saat ini komposisi *liquid* mencapai komposisi eutektik dan selanjutnya sisa *liquid* akan membeku sebagai eutektik.

Gambar 2.14 Diagram Fase di Bawah *Solidus*

Pada temperatur ini butir eutektik melanjutkan untuk tumbuh dan berkembang.

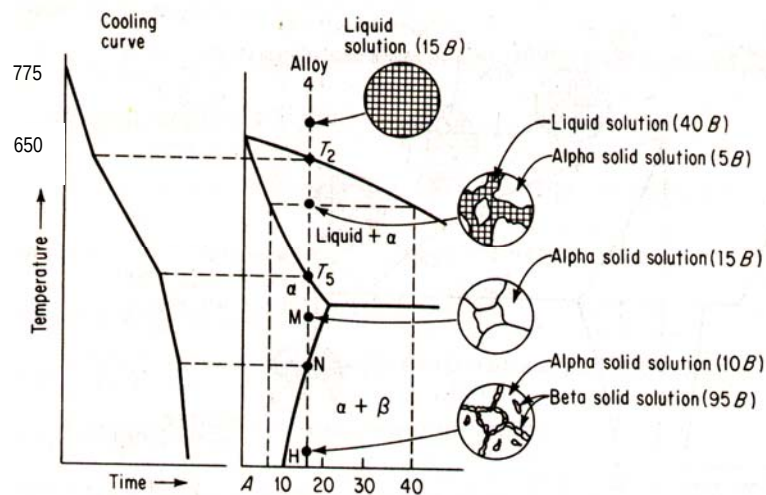


Gambar 2.15 Diagram Fase pada Temperatur Kamar

Pada temperatur ini terbentuk butir α dan butir campuran eutektik ($\alpha + \beta$).

2.3.2.2 Laju Pendinginan logam Paduan

Dengan laju pendinginan yang lebih cepat dari pendinginan ekuilibrium maka perubahan akan terjadi pada temperatur yang lebih rendah daripada temperatur perubahan untuk kondisi ekuilibrium. Dengan kecepatan pendinginan yang lambat dapat terjadi difusi yang terdiri satu fase yang hampir sama pada logam murni. Pada kenyataannya laju pendinginan yang terjadi adalah cepat sehingga tidak terjadi difusi.



Gambar 2.16 Diagram Fase dan Kurva Pendinginan
(Sumber: *Introduction To Physical Metallurgy*)

2.4 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian metalografi merupakan pengujian untuk meneliti struktur makro maupun struktur mikro dari suatu material logam maupun paduannya guna mendukung penelitian maupun pengendalian mutu dalam industri. Pengujian metalografi selalu meliputi studi mengenai karakteristik dari logam secara mikroskopis.

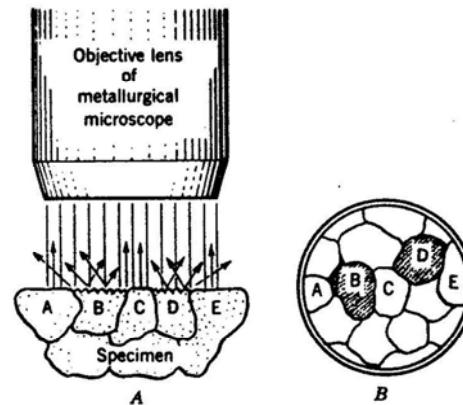
Struktur mikro dapat memberikan banyak informasi mengenai keadaan dan pengerjaan yang telah dilakukan pada suatu material. Pengujian metalografi ini mempunyai tujuan:

- Mengetahui struktur mikro dari suatu bahan logam dan paduannya.
- Dapat membedakan struktur mikro material satu dengan yang lain.
- Mengamati bentuk serta ukuran butir kristal.
- Melihat fase-fase yang terbentuk
- Melihat adanya cacat mikro dan *impurities*.

Spesimen yang akan dilihat struktur mikronya harus disiapkan terlebih dahulu melalui beberapa langkah, yaitu :

- Pemotongan spesimen sesuai dengan kebutuhan. Pemotongan spesimen dan penentuan bagian spesimen yang diuji harus disesuaikan dengan kebutuhan dan memperhatikan proses pengerjaan dari material yang akan diteliti. Pada saat pemotongan, spesimen harus diusahakan dalam temperatur yang tidak terlalu tinggi.
- Pengampelasan kasar. Pengampelasan dilakukan untuk menghasilkan permukaan yang benar-benar rata dengan cara menghaluskan benda spesimen untuk menghilangkan bekas goresan akibat pemotongan dengan menggunakan gergaji.
- *Mounting* (jika diperlukan). *Mounting* dilakukan jika spesimen yang dipakai sangat kecil ukurannya untuk mempermudah spesimen dalam pengamplasan sehingga didapatkan permukaan yang benar-benar halus dan rata.
- Pengamplasan halus. Pengamplasan ini dilakukan dengan cara mengamplas dimulai dari *grade* paling kecil ke *grade* yang lebih besar. Setiap perpindahan *grade*, permukaan spesimen harus diputar sebesar 90°, untuk menghasilkan goresan yang lebih halus dan lebih dangkal menggantikan goresan kasar hasil dari pengamplasan *grade* sebelumnya.
- Pemolesan. Pemolesan dilakukan dengan menggunakan kain khusus yang bersifat abrasif. Spesimen diletakkan pada kain khusus yang telah dilekatkan pada roda berputar dalam keadaan basah.
- Etsa. Pengetsan dilakukan dengan tujuan untuk menampakkan struktur dari logam. Pengetsan ini harus diusahakan sedapat mungkin menampakkan perbedaan dari bentuk-bentuk struktur mikro. Pada logam paduan, penampakan komponen-komponen struktur mikro yang berbeda-beda disebabkan oleh karena hasil reaksi yang bermacam-macam antara satu komponen dengan komponen yang lain. Pada logam murni, penampakan komponen struktur mikro disebabkan oleh karena kecepatan reaksi yang berbeda-beda antara larutan etsa dengan butir yang satu dengan butir yang lain, sehingga mengakibatkan penampakan

yang berbeda-beda antara komponen struktur mikro satu dengan yang lain. Karena adanya reaksi kimia dengan larutan etsa, maka batas butir akan tampak sebagai cekungan pada permukaan yang diamati. Lampu dari mikroskop mengenai bagian sisi dari cekungan dan ditampilkan oleh mikroskop sebagai garis yang gelap. Hal ini ditunjukkan pada gambar 2.17



Gambar 2.17 Pengamatan Spesimen yang telah dietsa pada Pengujian Metalografi
(Sumber: *Manufacturing Processes and Systems*)

Pengamatan pada pengujian metalografi ada 2 macam yaitu:

- Pengamatan secara makroskopis dilakukan untuk dapat mengetahui retakan, porositas, segregasi dan karakteristik patahan.
- Pengamatan secara mikroskopis dilakukan untuk mengetahui perkembangan butir, struktur butir, ukuran butir dan bentuk butir.