

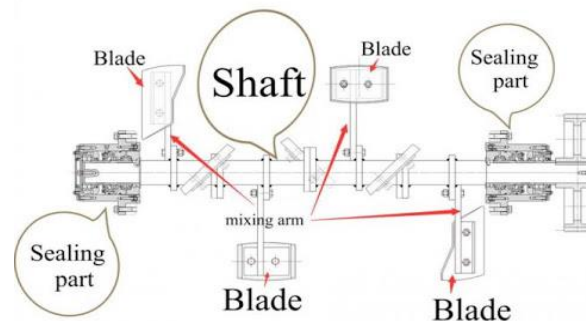
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Concrete Mixer Blade*

Concrete mixer blade adalah komponen yang digunakan untuk mencampur agregat dalam pembuatan beton di pabrik beton. Komponen ini memerlukan sifat- sifat yang tahan aus, keras, serta harga impact yang tinggi. Karena didalam pengoprasianya, bergesekan langsung dengan material, serta mendapatkan beban kejut dari material bahan baku pembuat beton. Beban kejut yang diterima oleh *concrete mixer blade* berasal dari material beton yang dituang dari atas dan pada saat komponen tersebut berputar mengaduk agregat. Dengan adanya kontak komponen tersebut dengan material yang keras saat mengaduk agregat maka diperlukan sifat yang tahan aus dan keras dari komponen.

Secara umum sebuah *concrete mixer* merupakan alat yang menggabungkan semen secara agregat seperti pasir atau kerikil, dan air untuk membentuk beton. Sebuah *concrete mixer* menggunakan drum berputar untuk mencampur komponen. Untuk volume yang lebih kecil biasa menggunakan *mixer* beton portabel sehingga beton dapat dibuat di lokasi konstruksi. *Blade* pada *concrete mixer* adalah sebuah komponen yang membantu agar campuran adonan beton itu dapat berpadu dengan sempurna (Valigi, 2016).



Gambar 2.1 *Concrete Mixer Blade*

(Sumber: <http://www.ribbonmixermachine.com/sale-10614656-automatic-concrete-mixer-machine-fm-js750-water-pump-for-construction.html>)



Gambar 2.2 *Blade*

Sumber: (https://www.alibaba.com/product-detail/sicoma-concrete-mixer-lateral-blade_60476855723.html?spm=a2700.7724857.normalList.42.687f5220HON22z)

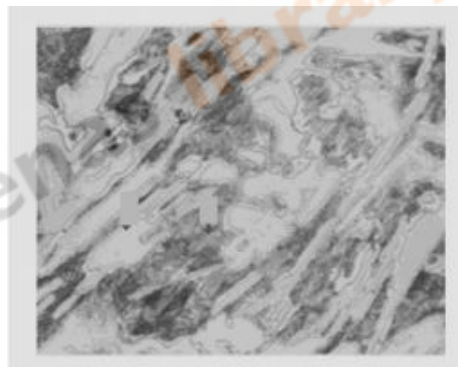
2.2 Besi Cor

Besi cor merupakan paduan antara unsur besi yang mengandung *carbon* (C), *silica* (Si), mangan (Mg), phosphor (P), dan sulfur (S). Pada besi cor karbon biasanya antara 2% sampai 6,67%, sedangkan pada baja kandungan karbon hanya mencapai 2%. Semakin tinggi kadar karbon yang ada pada besi cor akan mengakibatkan besi cor rapuh/getas. Selain dari itu karbon besi cor juga mengandung silicon (Si) (1-3%), mangan (Mg) (0,25-15%), dan phosphor (P) (0,05-15%), selain itu juga terdapat unsur-unsur lain yang ditambahkan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Selain unsur-unsur yang ditambahkan dalam besi cor, juga terdapat faktor-faktor penting lainnya yang dapat mempengaruhi sifat-sifat besi cor tersebut antara lain proses pembekuan, laju pendinginan dan perlakuan panas yang dilakukan. Besi cor mempunyai keuntungan yaitu mampu tuang (*castability*) yang baik, kemudahan proses produksi dan rendahnya temperatur ruang, selain itu besi cor juga mempunyai sifat yang sulit dilakukan *drawing* atau diubah bentuknya pada temperatur kamar, akan tetapi besi cor memiliki titik lebur yang relatif rendah yakni 1150°C – 1200°C dan dapat dituang kedalam bentuk-bentuk yang sulit. Hal ini merupakan keuntungan dari besi cor karena untuk mendapatkan bentuk benda

yang diinginkan hanya diperlukan sedikit proses pemanasan. Dan besi cor mempunyai kekerasan, ketahanan aus dan ketahanan terhadap korosi yang cukup baik. (Wahyu Darmadi, 2015)

2.2.1 Besi Cor Putih

Besi cor putih mempunyai bidang patahan yang putih, karbon disini terikat sebagai karbida yang bersifat keras, sehingga besi cor putih yang mengandung karbida sulit dilakukan permesinan. Besi cor putih dibuat dengan menuang besi cor kedalam cetakan logam atau cetakan pasir dengan pengaturan komposisi. Untuk mengolahnya dapat menggunakan dapur kopula atau tanur udara. Prosesnya dikenal dengan nama duplek. Dengan cara ini logam dapat dikendalikan dengan baik. (Sumber: Wahyu Darmadi, 2015)

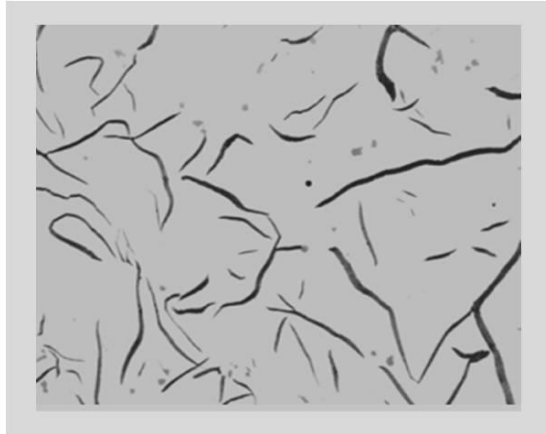


Gambar 2.3 Struktur Mikro Besi Cor Putih

(Sumber: Wahyu Darmadi, 2015)

2.2.2 Besi Cor Kelabu

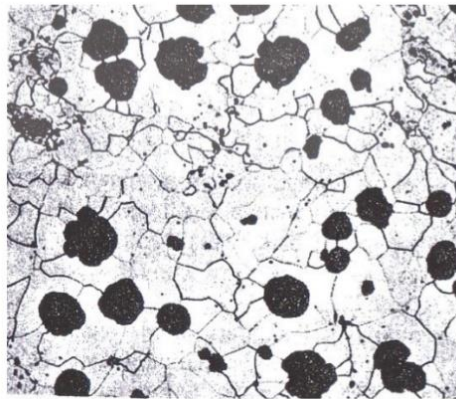
Besi cor kelabu memiliki kadar silikon 2% dengan membentuk grafit dengan mudah sehingga Fe_3C tidak terbentuk. Besi cor kelabu pun memiliki kandungan karbon antara 2,5% - 4,0%, dan kandungan mangan antara 0,2% - 1,0%. Serpihan grafit terbentuk dalam logam sewaktu membeku. Besi cor kelabu sangat rendah keuletannya sehingga apabila ketika diuji tarik maka akan terbentuk bidang perpatahan.



Gambar 2.4 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu
(Sumber: Widodo R, 2010)

2.2.3 Besi Cor Nodular

Besi cor nodular memiliki keunggulan dibandingkan dengan besi cor lain. Besi cor nodular bersifat keras namun getas, tahan terhadap gesekan dan mampu tempa yang baik. Besi cor nodular sendiri memiliki keuletan yang tinggi.

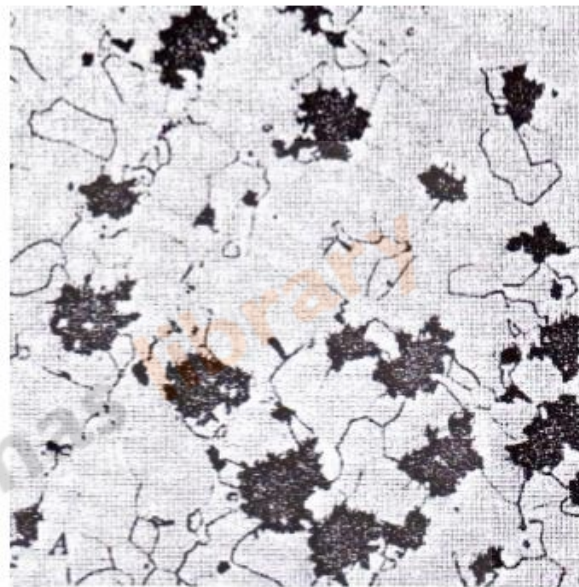


Gambar 2.5 Struktur Mikro Besi Cor Nodular
(Sumber: Widodo R, 2010)

2.2.4 Besi Cor Malleable

Besi tuang mampu tempa (*malleable cast iron*) merupakan besi tuang putih yang diberi perlakuan panas sampai kurang lebih 900 °C. Perlakuan panas yang diterapkan pada besi tuang putih

umumnya adalah anil yang bertujuan untuk memisahkan karbida besi Fe_3C menjadi besi dan grafit. Secara umum, besi tuang ini memiliki sifat yang sama seperti baja ringan. Besi tuang jenis ini memiliki mampu tempa yang sangat baik, serta ketahanan terhadap beban kejut dan mampu mesin yang baik sehingga banyak digunakan pada industri kereta api, otomotif, sambungan pipa dan industri pertanian.



Gambar 2.6 Struktur Mikro Besi Cor *Malleable*
(Sumber: Widodo R, 2010)

2.3 Struktur Mikro Besi Cor

Struktur dari besi cor akan mempengaruhi pada sifat – sifat mekanik dan juga sifat fisis dari besi tersebut. Beberapa struktur yang ada di dalam besi cor adalah sebagai berikut:

a Grafite

Grafit adalah kumpulan karbon yang dihasilkan selama proses pembekuan dan pendinginan lambat. Grafit memiliki kekerasan sekitar 1

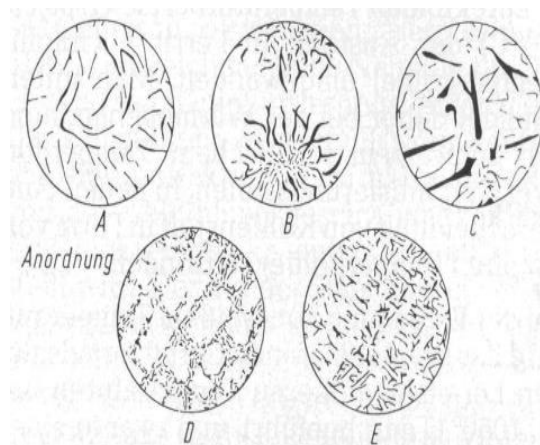
HB. Grafit memberikan pengaruh sangat besar terhadap sifat – sifat mekanik besi cor. Grafit dalam besi cor dapat berada dalam keadaan bebas sebagai grafit. Grafit ini merupakan suatu bentuk kristal karbon yang lunak dan rapuh. Dalam struktur besi cor jumlahnya dapat mencapai 85% dari seluruh bentuk kandungan karbon.

Sifat mekanik dari besi cor banyak dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, distribusi dan banyaknya grafit di dalamnya. Besi cor bergrafit bulat memiliki kekuatan lebih baik dibandingkan dengan besi cor bergrafit serpih. Hal ini disebabkan karena serpih grafit akan mengalami pemusatan tegangan pada ujung – ujungnya bila mendapatkan gaya akan bekerja tegak lurus arah serpih.

Dalam struktur mikro ada berbagai bentuk dan ukuran dari potongan – potongan grafit yaitu halus dan besar, serpih atau asteroid, bergumpal atau bulat. Keadaan potongan – potongan grafit ini memberikan pengaruh yang besar terhadap sifat mekanik besi cor. Karakteristik grafit di dalam besi cor dikelompokkan dalam bentuk, distribusi dan ukuran.

b Distribusi Grafit

Bentuk dan distribusi grafit erat kaitannya dengan proses perlakuan peleburan bertujuan untuk mencegah terjadinya *undercooling*. Gambar berikut menunjukkan beberapa distribusi grafit



Gambar 2.7 Distribusi Grafit

Sumber: (<https://hapli.wordpress.com/forum-ferro/besi-cor/>)

- Distribusi grafit A dimiliki oleh besi cor kelas tinggi dengan matrik perlit.
- Distribusi grafit B kecendrungan terjadi pada coran tipis, untuk kandungan karbon atau silikon relatif rendah. Besi cor yang memerlukan kekuatan tarik 25-30 kg/mm² diperbolehkan memiliki distribusi grafit B sebanyak 20-30%.
- Distribusi grafit C pada struktur ini grafit yang panjang dan lebar numpuk dan dikelilingi oleh serpihan grafit yang mengkristal di daerah eutektik. Struktur demikian begitu lemah mengakibatkan hasil produksi kurang kuat.
- Distribusi grafit D terjadi karena potongan – potongan grafit eutektik yang halus, yang mengkristal diantara dendrit – dendrit kristal mulai dari austenit karena pendinginan lanjut (*undercooling*) pada pembekuan eutektik. Distribusi grafit semacam ini terkadang muncul pada besi cor yang teroksidasi.
- Distribusi grafit E muncul pada kandungan karbon yang rendah. Kekuatan yang rendah disebabkan karena jarak yang dekat antar potongan – potongan grafit seperti pada distribusi D. Tetapi terkadang menghasilkan kekuatan yang tinggi apabila kandungan karbon rendah dan berkurangnya endapan grafit.

(Sumber: <https://www.slideshare.net/muhamadawal/jenis-besi-cor-dan-kandungannya>)

2.4 Pengaruh Kandungan Besi Cor

- Pengaruh Tembaga (Cu)

Tembaga adalah logam yang berwarna kemerahan dengan berat jenis 8,65 gr/cm³ yang mempunyai titik lebur 1070°C – 1193°C dan memiliki kekuatan tarik 200 – 400 N/mm². Tembaga sering digunakan dalam industri karenan memiliki sifat – sifat yang menguntungkan antara

lain adalah mempunyai sifat penghantar panas yang baik, memiliki keuletan yang tinggi (mudah dibentuk), serta memiliki ketahanan korosi yang baik. Penambahan tembaga sebagai unsur paduan besi cor biasanya berkisar antara 0,3% - 1,5%. Tembaga juga berfungsi sebagai penstabil grafit pada besi cor.

- Pengaruh Karbon (C)

Kadar karbon tergantung pada jenis besi kasar, besi bekas dan karbon yang diserap yang berasal dari proses peleburan. Didalam besi cor karbon bersenyawa dengan besi membentuk karbida besi atau dalam keadaan bebas sebagai grafit. Grafitisasi adalah proses dimana karbon yang terikat dalam besi yang disebut sementit berubah menjadi karbon bebas. Grafit akan mudah terjadi apabila kadar karbon dalam besi cor lebih dari 2%. Pembentukan grafit juga tergantung pada laju pendinginan dan kadar silikon. Jumlah karbon di dalam besi cor sekitar 2 – 3,7%. Untuk meningkatkan nilai karbon pada besi cor dapat dilakukan dengan cara pack carburizing yaitu pemanasan besi cor pada suhu tertentu dengan karbon sebagai zat penambahnya.

- Pengaruh Silikon (Si)

Silikon memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap perubahan sifat mekanik. Karbon dan silikon mempunyai fungsi yang mirip, keduanya mendorong pembentukan grafit sehingga kandungan kedua unsur ditentukan berdasarkan harga tingkat kejenuhan karbon. Silikon ditambahkan sekitar 1,3 – 2,3% untuk menggalakan pembentukan grafit . silikon sendiri di dalam besi cor menempatkan diri di dalam ferrit.

- Pengaruh Fosfor (P)

Fosfor di dalam besi cor putih akan membentuk senyawa Fe_3P . Fosfor diperlukan untuk pembuatan benda cor tipis, namun pemberian terlalu banyak bisa mengakibatkan timbulnya lubang – lubang kecil pada permukaan maka kandungan fosfor dibatasi antara 0,2 – 2,0%. Penambahan kandungan fosfor mengurangi kelarutan karbon dan memperbanyak

sementit pada kandungan karbon yang tetap sehingga struktur menjadi keras dan sementit suka terurai.

- Pengaruh Mangan (Mn)

Seperti Si terkandung di dalam semua bahan besi dan dibutuhkan dalam jumlah besar pada jenis istimewa. Mangan berfungsi untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan, ketahanan aus dan kekuatan pada pengerjaan dingin.

- Pengaruh Khromium (Cr)

Merupakan unsur terpenting untuk meningkatkan kekerasan, keuletan, ketahanan aus, tahan panas seta karat dan asam.

- Pengaruh Nikel (Ni)

Fungsi nikel sendiri untuk meningkatkan keuletan, kekuatan, pengerasan menyeluruh, ketahanan karat, dan menurunkan kecepatan pendinginan.

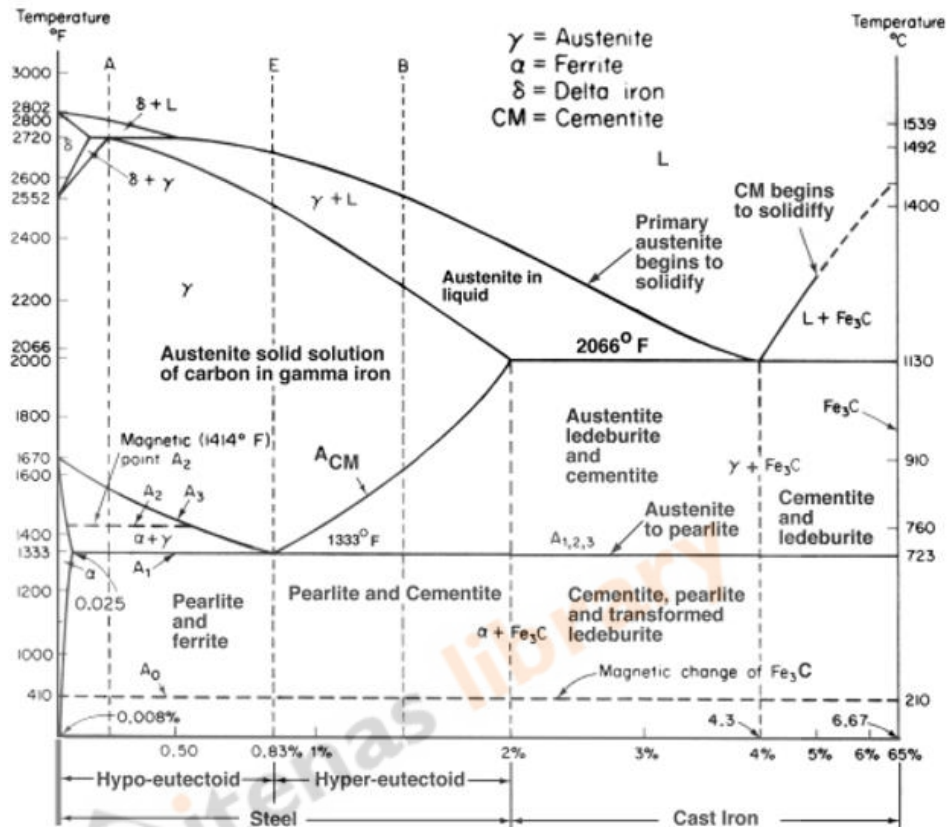
- Pengaruh Molybdenum (Mo)

Molybdenum iasanya dipadukan dengan besi/baja dalam ikatan dengan Cr, Ni, V. Molybdenum sendiri berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tarik, tahan panas, kerapuhan, pelunakan, dan meningkatkan ketahanan aus dan korosi. (Sumber: <https://www.slideshare.net/muhamadawal/jenis-besi-cor-dan-kandungannya>)

2.5 Diagram Fasa

Diagram fasa merupakan diagram yang menghubungkan temperatur, komposisi kimia, dan fasa. Pada proses pendinginan yang sangat lambat perubahan fasa akan berlangsung seperti pada diagram fasa, akan tetapi kondisi seperti itu hampir tidak pernah tercapai karena pada kondisi normal pendinginan berlangsung lebih cepat dari waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya perubahan fasa seperti yang tercantum dalam diagram fasa. Akibatnya, difusi atom tidak dapat berlangsung sempurna sehingga terbentuk fasa yang berbeda pada temperatur kamar. Paduan besi dan karbon terdapat fasa karbida yang disebut sementit dan grafit, untuk grafit lebih stabil dari pada

sementit (Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1985). Sementit mempunyai kadar C = 6,67 %.



Gambar 2.8 Diagram Keseimbangan Fasa Fe-C

(Sumber: Sinha, 2003)

Fase-fase yang terjadi pada baja antara lain:

- Ferrite

Ferrite adalah fase larutan padat yang memiliki struktur BCC (body centered cubic). Ferrite dalam keadaan setimbang dapat ditemukan pada temperatur ruang, yaitu alpha-ferrite atau pada temperatur tinggi, yaitu deltaferrite. Secara umum fase ini bersifat lunak (soft), ulet (ductile), dan magnetik (magnetic) hingga temperatur tertentu, yaitu T. Kelarutan karbon di dalam fase ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan kelarutan karbon di dalam fase larutan padat lain di dalam baja, yaitu fase Austenite. Pada

temperatur ruang, kelarutan karbon di dalam alpha-ferrite hanyalah sekitar 0,05%.

Berbagai jenis baja dan besi tuang dibuat dengan mengeksploitasi sifat-sifat ferrite. Baja lembaran berkadar karbon rendah dengan fase tunggal ferrite misalnya, banyak diproduksi untuk proses pembentukan logam lembaran. Dewasa ini bahkan telah dikembangkan baja berkadar karbon ultra rendah untuk karakteristik mampu bentuk yang lebih baik. Kenaikan kadar karbon secara umum akan meningkatkan sifat-sifat mekanik ferrite sebagaimana telah dibahas sebelumnya. Untuk paduan baja dengan fase tunggal ferrite, faktor lain yang berpengaruh signifikan terhadap sifat-sifat mekanik adalah ukuran butir. (Sumber: Material Teknik, 2016)

- Austenite

Fasa Austenite memiliki struktur atom FCC (Face Centered Cubic). Dalam keadaan setimbang fase Austenite ditemukan pada temperatur tinggi. Fase ini bersifat non magnetik dan ulet (ductile) pada temperatur tinggi. Kelarutan atom karbon di dalam larutan padat Austenite lebih besar jika dibandingkan dengan kelarutan atom karbon pada fase Ferrite. Secara geometri, dapat dihitung perbandingan besarnya ruang intertisi di dalam fase Austenite (atau kristal FCC) dan fase Ferrite (atau kristal BCC). Perbedaan ini dapat digunakan untuk menjelaskan fenomena transformasi fase pada saat pendinginan Austenite yang berlangsung secara cepat. Selain pada temperatur tinggi, Austenite pada sistem Ferrous dapat pula direkayasa agar stabil pada temperatur ruang. Elemen-elemen seperti Mangan dan Nickel misalnya dapat menurunkan laju transformasi dari gamma-austenite menjadi alpha-ferrite. (Sumber: Material Teknik, 2016)

- Cementite

Cementite atau carbide dalam sistem paduan berbasis besi adalah stoichiometric inter-metallic compound Fe-C yang keras (hard) dan getas (brittle). Nama cementite berasal dari kata caementum yang berarti stone chip atau lempengan batu. Cementite sebenarnya dapat terurai menjadi bentuk yang lebih stabil yaitu Fe dan C sehingga sering disebut sebagai fase metastabil. Namun, untuk keperluan praktis, fase ini dapat dianggap sebagai fase stabil. Cementite sangat penting perannya di dalam membentuk sifat-sifat mekanik akhir baja. Cementite dapat berada di dalam sistem besi baja dalam berbagai bentuk seperti: bentuk bola (sphere), bentuk lembaran (berselang seling dengan alpha-ferrite), atau partikel-partikel carbide kecil. Bentuk, ukuran, dan distribusi karbon dapat direkayasa melalui siklus pemanasan dan pendinginan. (Sumber: Material Teknik, 2016)

- Pearlite

Pearlite adalah suatu campuran lamellar dari ferrite dan cementite. Konstituen ini terbentuk dari dekomposisi Austenite melalui reaksi eutektoid pada keadaan setimbang, di mana lapisan ferrite dan cementite terbentuk secara bergantian untuk menjaga keadaan kesetimbangan komposisi eutektoid. Pearlite memiliki struktur yang lebih keras daripada ferrite, yang terutama disebabkan oleh adanya fase cementite atau carbide dalam bentuk lamel-lamel. (Sumber: Material Teknik, 2016)

- Martensite

Martensite adalah mikro konstituen yang terbentuk tanpa melalui proses difusi. Konstituen ini terbentuk saat Austenite didinginkan secara sangat cepat, misalnya melalui proses quenching pada medium air. Transformasi berlangsung pada kecepatan sangat cepat, mendekati orde kecepatan suara, sehingga tidak

memungkinkan terjadi proses difusi karbon. Martensite yang terbentuk berbentuk seperti jarum yang bersifat sangat keras (hard) dan getas (brittle). Fase martensite adalah fase metastabil yang akan membentuk fase yang lebih stabil apabila diberikan perlakuan panas. Martensite yang keras dan getas diduga terjadi karena proses transformasi secara mekanik (geser) akibat adanya atom karbon yang terperangkap pada struktur kristal pada saat terjadi transformasi polimorf dari FCC ke BCC. Hal ini dapat dipahami dengan membandingkan batas kelarutan atom karbon di dalam FCC dan BCC serta ruang intertisi maksimum pada kedua struktur kristal tersebut. Akibatnya terjadi distorsi kisi kristal BCC menjadi BCT (Body Centered Tetragonal).

Meskipun memiliki kekerasan yang sangat tinggi, Martensite tidak memiliki arti penting di dalam aplikasi rekayasa. Untuk kebanyakan aplikasi rekayasa martensite perlu ditemper atau dipanaskan kembali pada temperature tertentu untuk mengurangi kegetasan (brittleness) dan meningkatkan ketangguhannya (toughness) ke tingkat yang dapat diterima tanpa terlalu banyak menurunkan kekerasannya. (Sumber: Material Teknik, 2016)

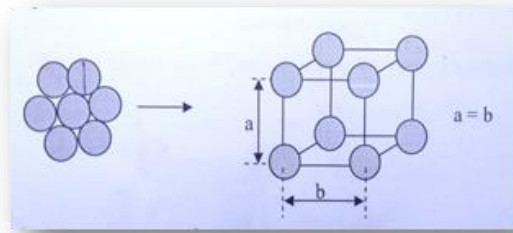
2.6 Sel Satuan

Sistem slip menentukan karakteristik sifat mekanik dari logam. Semakin banyak sistem slip logam tersebut, maka semakin mudah atom-atom untuk bergerak, semakin mudah atom bergerak maka logam tersebut semakin lunak, dan sebaliknya semakin sulit atom bergerak atau semakin sedikit jumlah bidang slip suatu logam, maka logam tersebut semakin keras.

Sel satuan tidak dapat berubah dengan diberinya deformasi. Sel satuan dapat berubah apabila fasa dari logam tersebut berubah. (Sumber: Material Teknik, 2016)

Contoh sel satuan:

- a Kubus Sederhana (*Simple Cubic*)



Gambar 2.9 Kubus Sederhana (*Simple Cubic*)

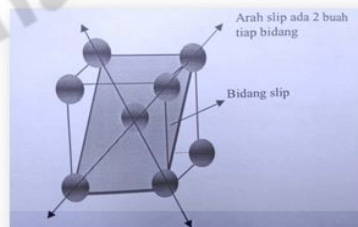
(Sumber: Buku Material Teknik, 2016)

Memiliki bilangan kordinasi = 6 dimana satu atom dikelilingi oleh 6 atom yang sama, ini tidak logam

Jumlah atom persatuan sel satuan:

$\frac{1}{8} \times 8 = 1 \text{ atom}$, ini berguna untuk menentukan masa jenis atom teoritik.

b *Body Center Cubic* (BCC)



Gambar 2.10 Sel Satuan *Body Center Cubic* (BCC)

(Sumber: Buku Material Teknik, 2016)

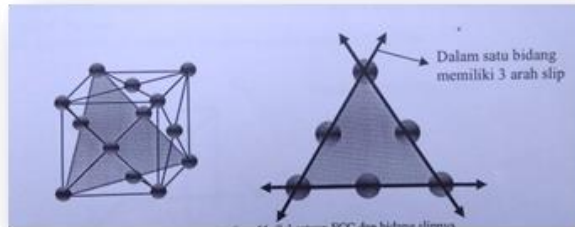
Jumlah atom persel satuan:

$\frac{1}{8} \times 8 = 1 \text{ atom} + 1 \text{ atom} = 2 \text{ atom}$, memiliki bidang geser (bidang slip)

= 6

Bidang slip adalah bidang yang memiliki jumlah atom terbanyak dan terpadat.

c *Face Center Cubic* (FCC)



Gambar 2.11 Sel Satuan *Face Canter Cubic* (FCC)

(Sumber: Buku Material Teknik, 2016)

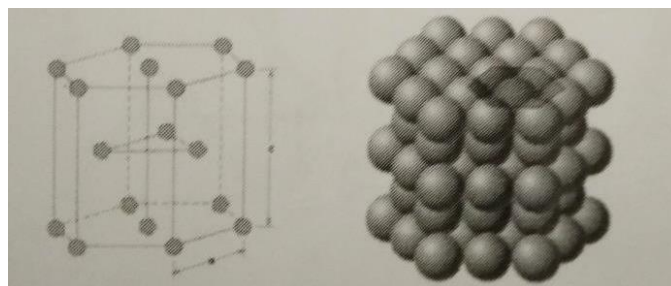
Jumlah atom per sel satuan

$$\frac{1}{8} \times 8 = 1 \text{ atom} + \left(\frac{1}{2}\right) \times 6 \text{ atom} = 4 \text{ atom}$$

Memiliki bidang geser (bidang slip) = 8

Bidang slip adalah bidang yang memiliki jumlah atom terbanyak dan terpadat. Jumlah arah slip dari FCC adalah 3 setiap bidang slipnya. Sehingga sistem slip dari FCC adalah $(3 \times 8) = 24$ buah

d *Hexagonal Close Packed* (HCP)



Gambar 2.12 Sel Satuan *Hexagonal Close Packed* (HCP)

(Sumber: Buku Material Teknik, 2016)

Mempunyai struktur yang rumit tapi tetap di sederhanakan. Pada gambar dapat dilihat susunan atomnya sangat rumit dan di tengahnya

terdapat 3 buah atom. Jumlah atom tiap sel satuannya adalah 8 atom yaitu:

- Atom sudut terdiri dari $\frac{1}{3}$ atom dikali 12 = 4 atom
- Atom di pusat bidang $\frac{1}{2}$ dikali 2 = 1 atom
- Atom yang berada di dalam sel 3 atom

2.7 Sifat – Sifat Material

Secara umum sifat – sifat material dibagi menjadi tiga:

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah sifat yang menunjukkan kelakuan material apabila material tersebut diberi beban mekanik (statik dan dinamik)

- Kekuatan tarik – tekan.
- Keuletan, ketangguhan.
- Keras getas.
- *Strain hardening*.

2. Sifat Fisik – Sifat Kimia

Sifat fisik – sifat kimia adalah sifat yang berkaitan dengan karakteristik fisik atau kondisi dari material.

- Temperatur cair.
- Massa jenis.
- Warna.
- Ketahanan korosi.
- Konduktivitas panas dan listrik.

3. Sifat Teknologi

Sifat teknologi adalah sifat yang berhubungan dengan kemudahan material untuk diproses lebih lanjut. Contoh:

- Mampu mesin: kemampuan suatu material untuk dipotong, dengan menggunakan alat potong (pahat, gergaji, kikir dan gerinda).

- Mampu cor: kemampuan suatu material untuk dicairkan dan di tuang ke dalam cetakan tanpa adanya cacat (patah, retak, porositas, segregasi).
- Mampu las: kemampuan suatu material untuk disambung dengan menggunakan panas tanpa adanya cacat (fasa keras, retak, distorsi).
- Mampu bentuk: kemampuan suatu material untuk di deformasi plastis dengan tidak terjadinya necking dan beban yang diperlukan rendah (necking adalah pengecilan penampang pada saat deformasi plastis berlangsung). (Sumber: Material Teknik, 2016)

2.8 Uji Keras

Bertujuan untuk mengevaluasi kekerasan suatu material, dengan cara melihat ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis, semakin tahan material tersebut terhadap deformasi plastis maka material tersebut semakin keras.

- Metoda Penekanan

Ada beberapa metoda penekan yang sering dilakukan.

a Metoda Brinnell

Prinsip pengujian yaitu dengan menekan indenter bola baja yang berdiameter 10 mm ke permukaan benda kerja, permukaan benda kerja (spesimen uji) harus rata dan bebas dari kotoran. Besarnya gaya penekanan (P) harus lebih besar dari batas luluh dari benda kerja agar terjadi deformasi elastis berupa jejak bebas penekanan. Ukuran jejak sangat tergantung kepada besar kecilnya gaya P yang diberikan. Prinsip harga kekerasan menurut brinnell:

$$\text{BHN} = \frac{P}{A} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

b Metoda Vicker

Prinsip kerja sama dengan brinnell, tetapi perbedaan dari bahan dan bentuk dari indenter. Pengujian vicker menggunakan indenter piramida

intan, dengan memperhitungkan sudut maka kekerasan vicker dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{VHN} = 1,854 \frac{P}{d^2} \text{ dengan harga } d = \frac{d_1+d_2}{2}$$

Pembebanan pada pengujian vicker:

- Beban makro: 1kg – 30kg, biasa digunakan untuk mengukur kekerasan material yang memiliki permukaan yang kasar atau spesimen yang besar.
- Beban mikro: < 1kg (kecil dari 1000g). Biasa digunakan untuk mengukur kekerasan fasa – fasa yang terdapat pada logam, sehingga mengukur diagonal jejak dengan menggunakan mikroskop.

c Metoda Meyer

Prinsip kerja hampir sama dengan metoda brinnell, hanya berbeda dalam pengukuran luas jejak penekanan dimana luasnya adalah luas permukaan jejak. Jejak hasil penekanan dilihat dengan mikroskop ukur kemudian dirata – ratakan $d = \frac{d_1+d_2}{2}$, maka $\text{MHN} = \frac{4p}{\pi d^2}$

d Knoop

Prinsip kerja hampir sama dengan vicker hanya luas penekanan yang berbeda dan alas penekanan berbentuk belah ketupat.

$$\text{KHN} = 1,5 \frac{P}{d^2}$$

e Rockwell

Pengujian rockwell memiliki dua beban:

1. Beban minor: harganya tetap 10kg, berfungsi untuk penekanan awal, agar kotoran dan kerak atau logam – logam sisa pemotongan tidak terhitung kedalam harga kekerasan.
2. Beban mayor: harganya berubah – ubah tergantung kepada skala yang digunakan dan jenis indenter yang digunakan.

Prinsip pengujian:

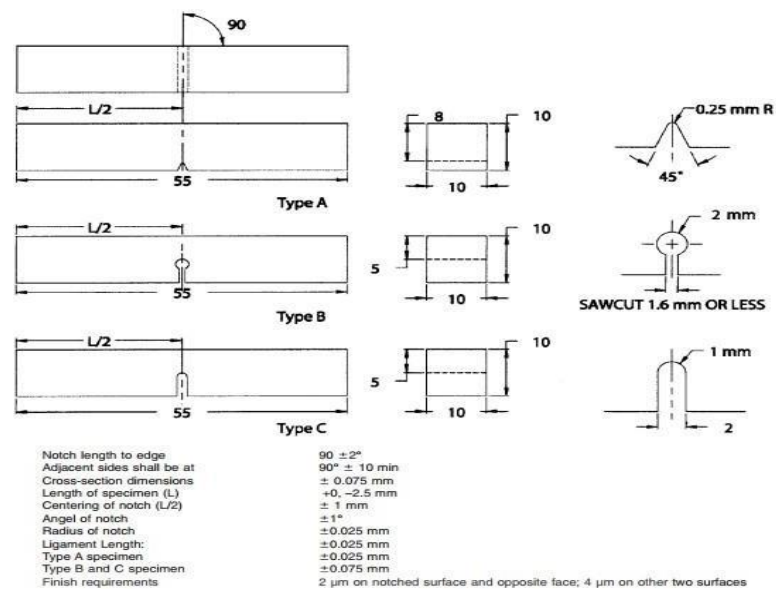
- Tahap I: menerapkan beban minor 10kg, dengan waktu penekanan sekitar 10 detik (untuk aliran material) dial indicator diseting nol.
- Tahap II: menerapkan beban mayor, yang bebannya tergantung skala yang digunakan, penetrator menusuk benda kerja lebih dalam. (Sumber: Material Teknik, 2016)

2.9 Uji Impak

Tujuan pengujian impak:

1. Melihat ketahanan material terhadap pembebanan yang tiba – tiba (impak).
2. Untuk melihat apakah material tersebut ulet atau getas, hal ini dapat dilihat dari harga impak (HI) dimana untuk material yang ulet HI yang tinggi dan untuk material yang getas memiliki HI yang rendah. Ulet dan getas juga dapat dilihat dari bentuk patahan hasil pengujian. Untuk yang ulet bentuk patahan berserabut sedangkan yang getas mengkilat.
3. Untuk menentukan temperatur transisi dari material, temperatur transisi adalah temperatur peralihan antara patah ulet dan patah getas.

$$\text{Persamaan harga impak: } HI = \frac{E}{A}$$

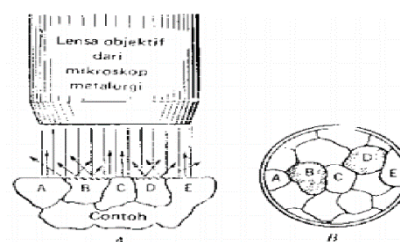


Gambar 2.13 Dimensi Spesimen Serdasarkan Standar ASTM E-23
(Sumber: Material Teknik, 2016)

2.10 Uji Struktur Mikro

Struktur bahan dalam orde kecil sering disebut struktur mikro. Struktur ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi dapat dilihat dengan menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya: mikroskop electron, mikroskop field ion, mikroskop field emission, dan mikroskop sinar – X. penelitian ini menggunakan mikroskop cahaya, adapun manfaat dari pengamatan struktur mikro ini adalah:

1. Mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan.
2. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.



Gambar 2.14 Pemeriksaan benda uji dengan mikroskop metalurgi
(Sumber: Material Teknik 2016)

- A. Contoh yang di etsa sedang diperiksa dengan mikroskop
- B. Penampilan contoh melalui mikroskop

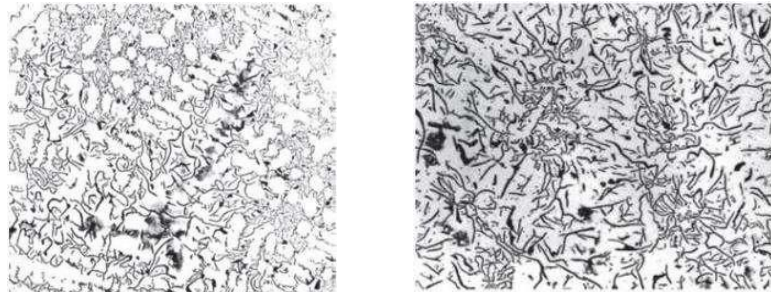
Persiapan yang harus dilakukan sebelum mengamati struktur mikro adalah pemotongan spesimen, pengampelasan dan pemolesan dilanjutkan pengetsaan. Setelah dipilih bahan uji dan diratakan kedua permukaannya, setelah memastikan rata betul kemudian dilanjutkan dengan proses pengampelasan dengan nomor kekasaran yang berurutan dari yang paling kasar (nomor kecil) sampai yang halus (nomor besar). Arah pengampelasan tiap tahap harus diubah, pengampelasan yang lama dan penuh kecermatan akan menghasilkan permukaan yang halus dan rata. pemolesan dilakukan dengan autosol yaitu metal polish, bertujuan agar didapat permukaan yang rata dan halus tanpa goresan sehingga terlihat mengkilap seperti kaca. Langkah terakhir sebelum melihat struktur mikro adalah dengan mencelupkan spesimen dalam larutan etsa dengan posisi permukaan yang di etsa menghadap keatas. Selama pencelupan akan terjadi reaksi terhadap permukaan spesimen sehingga larutan yang menyentuh spesimen harus segar/baru, oleh karena itu perlu digerak-gerakkan. Kemudian spesimen dicuci, dikeringkan dan dilihat atau difoto dengan mikroskop logam. Pemeriksaan struktur mikro memberikan informasi tentang bentuk struktur, ukuran dan banyaknya bagian struktur yang berbeda. (Sumber: Material Teknik, 2016).

2.11 Inokulasi

Inokulasi merupakan sebuah proses pada pembuatan besi cor yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah inti pembekuan sehingga akan meningkatkan jumlah grafit eutektik, mengurangi under cooling dan menurunkan tendensi terbentuknya struktur pembekuan putih (ledeburit).

Bahan dari inokulasi merupakan partikel-partikel padat ataupun unsur-unsur yang segera bersenyawa dengan O_2 serta membentuk partikel padat yang dibutuhkan ke dalam cairan. Partikel-partikel ini berfungsi sebagai inti pada pertumbuhan baik grafit. Unsur-unsur pembentuk partikel ini dicampurkan dalam bahan pembawanya yaitu grafit, ferrosilicon (FeSi based inoculant) atau

calcium silicide (CaSi based inoculant). Bahan inoculan yang sering digunakan adalah Fesi based inoculant dengan kandungan unsur Al, Ba, Ca, Sr dan Zr.



(a)

(b)

Gambar 2.15 (a) Tanpa Inokulasi (b) Dengan Inokulasi

(Sumber : Buku Struktur Mikro, 2016)

itenas library