

Yusril Irwan

# Proses Pengecoran Logam





# **PROSES PENGECORAN LOGAM**

**Oleh:  
Yusril Irwan**

Cetakan 1, 2018

Hak Cipta dilindungi undang-undang  
©2018, Penerbit Itenas

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak  
sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Hak Cipta pada Penerbit Itenas, 2018

---

Proses Pengecoran Logam / Oleh Yusril Irwan .- Cet. 1.-

Bandung: Penerbit Itenas, 2018.

80 hlm.; 25,7 cm.

1. Tajuk Subjek.

I. Yusril Irwan

II. Judul

673.2

---

ISBN: 978-602-74127-7-4

Penerbit Itenas,

Jl. PKH. Mustopha No.23 Bandung

Telp.: +62 22 7272215, Fax: +62 22 7202892

Email: penerbit@itenas.ac.id

# KATA PENGANTAR

Segala puji dan sanjungan hanya berhak penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan kasih sayang-Nya yang maha luas hingga tak terbatas oleh ruang dan waktu. Sehingga penulisan buku ini tak sedikitpun akan terselesaikan tanpa rahmat dan izin-Nya.

Memilih proses produksi yang tepat untuk membuat suatu produk dari bahan belum jadi atau setengah jadi hingga menjadi suatu produk yang bermanfaat, sangat tergantung kepada fungsi serta prinsip kerja dari produk dan jenis bahan yang akan di proses. Ada beberapa jenis proses produksi logam yang telah berkembang saat ini antara lain adalah proses pembentukan logam, proses pemesian, proses pengelasan dan proses pengecoran.

Semua proses produksi tersebut masing masing memiliki ciri khas terhadap produk yang di hasilkannya.

Proses pengecoran logam sudah dilakukan semenjak manusia mengenal atau menemukan temperatur tinggi untuk peleburan logam. Teknik pengecoran logam pun berkembang seiring dengan berkembangnya teknologi, diawali dengan menggunakan cetakan pasir hingga proses pengecoran bertekanan tinggi.

Untuk mendapatkan hasil pengecoran yang sesuai dengan yang di rencanakan perlu kiranya untuk mengenal hal hal yang berpengaruh terhadap hasil pengecoran seperti jenis cetakan, pasir, pola, inti, logam coran, peleburan, analisa cacat, dan pemeriksaan hasil coran.

Oleh karena itu dalam buku ini akan dibahas mengenai hal-hal di atas dan diharapkan dapat mengenalkan proses pengecoran ini kepada siswa-siswa teknik, khususnya teknik mesin. Selain itu buku ini juga dapat mejadi buku pegangan, sebagai bahan pembelajaran proses pengecoran, mahasiswa Teknik Mesin dan tidak menutup kemungkinan untuk masyarakat umum. Penulis berharap bahwa buku ini bisa membantu dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat di jadikan sebagai pedoman dalam praktek khususnya dibidang pengecoran logam.

Akhir kata, untuk kesempurnaan buku ini penulis membutuhkan saran dan kritikan untuk mecapai hasil yang terbaik.

Bandung, Maret 2018

Penulis,

Yusril Irwan, MT.

# DAFTAR ISI

	<b>Hal.</b>
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
 BAB 1 PEMBUKA .....	 1
 BAB 2 JENIS CETAKAN .....	 5
2.1. Cetakan Pasir .....	5
2.2. Cetakan Logam .....	10
 BAB 3 PASIR .....	 13
3.1. Jenis Pasir .....	13
3.2. Bahan Pengikat Pasir .....	14
3.3. Bahan Tambahan untuk Pasir .....	15
3.4. Pemilihan Pasir .....	16
3.5. Pengujian Pasir .....	19
 BAB 4 POLA .....	 23
4.1. Jenis Pola .....	24
4.2. Pengeluaran Pola dari Cetakan Pasir .....	26
4.3. Pemeriksaan Pola .....	29
 BAB 5 INTI .....	 33
5.1. Karakteristik Inti .....	33
5.2. Persiapan Inti .....	35
 BAB 6 PENGECORAN KHUSUS .....	 41
6.1. Pengecoran Sistem Sentripugal .....	41
6.3. Pengecoran Sistem Tekanan .....	43
 BAB 7 KARAKTERISTIK LOGAM CORAN .....	 49
7.1. Besi Cor .....	49
7.2. Baja .....	52
7.3. Alumunium .....	54
7.4. Tembaga .....	55
 BAB 8 PELEBURAN .....	 57
8.1. Tungku Kupola .....	57
8.2. Tungku Induksi .....	58
8.3. Tungku Busur Api .....	59
8.4. Tungku Krusibel .....	61

BAB 9	CACAT HASIL PENGECORAN .....	63
	9.1. Analisa Cacat .....	63
	9.2. Jenis Cacat dan Penyebabnya .....	64
BAB 10	PEMERIKSAAN HASIL CORAN .....	71
	10.1. Jenis Pemeriksaan .....	71
	10.2. Pengujian Mekanik .....	73
	GLOSARIUM .....	75
	DAFTAR PUSTAKA .....	76





# 1 PEMBUKA

Proses pengecoran logam adalah salah satu bagian dari proses produksi. Beberapa proses produksi logam lainnya antara lain adalah proses pemesian, proses pembentukan dan proses pengelasan.

Proses pemesian adalah memproduksi suatu komponen dengan cara melakukan proses pemotongan. Proses pemotongan akan terjadi apabila ada gerak relatif antara benda kerja dan pahat

Proses pembentukan adalah proses produksi dengan pemberian beban yang melebihi tegangan luluh kepada benda kerja sehingga terjadi deformasi plastis pada benda kerja. Proses Pengelasan adalah proses produksi penyambungan dua permukaan logam dengan menggunakan panas, sehingga terjadi ikatan metalurgi diantara permukaan logam tersebut.

Proses pengecoran sendiri adalah proses produksi dengan cara meleburkan bahan baku yang kemudian di tuangkan kedalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk yang akan di buat.

Di pilihnya proses pengecoran karena dengan proses ini mampu memproduksi komponen dengan bentuk-bentuk yang sangat rumit dan tidak mampu di produksi dengan cara pemesian atau pembentukan, selain itu proses pengecoran juga dapat membuat suatu komponen dalam jumlah massal dengan waktu yang singkat.

Menuju kepada produksi masal menuntut para ahli untuk merencanakan peralatan peleburan dengan temperatur tinggi dan pembuatan cetakan yang tahan terhadap pengulangan produksi.

Proses pengecoran tergolong kepada proses produksi yang sudah tua. Teknik pengecoran sudah dikenal semenjak manusia mengenal atau menemukan temperatur tinggi untuk peleburan logam.

Peninggalan tertua produk pengecoran berasal dari Asia Barat sekitar 3000 tahun SM berupa senjata dan benda-benda budaya.

Logam pertama yang di cor adalah:

- paduan tembaga
- perunggu (Pb-sn)
- Emas

Dari sejarah perkembangan proses pengecoran modern, peleburan logam umumnya diawali oleh penggunaan tungku-tungku pelebur dengan bahan bakar minyak tanah, gas dan meningkat dengan menggunakan tanur bertenaga listrik. Tuntutan yang tinggi akan ketelitian pada penuangan dan produktifitas sudah di mulai semenjak pertengahan abad ini sehingga melahirkan mekanisasi pada pembuatan cetakan yang sangat baik. Adapun proses pengecoran diawali dengan dikenalnya proses pembakaran dengan tungku tanah liat, kemudian di lanjut dengan pengembangan pola yang terbuat dari lilin dan cetakkan yang terbuat dari tanah liat yang kemudian di gantikan dengan pasir.

Apabila di bandingkan dengan proses produksi yang lain, proses pengecoran memiliki kelebihan antara lain;

1. Waktu produksi dapat di tekan pada proses produksi dalam jumlah masal
2. Mampu membuat produk dalam bentuk yang sangat rumit dan sulit dapat di buat dengan proses pemesinan atau pembentukan.
3. Biaya produksi sangat rendah.
4. Mampu membuat produk dengan ukuran dan dimensi yang sangat besar
5. Dan tidak ada bahan yang terbuang.

Namun demikian keterbatasan proses pengecoran di banding proses produksi lainnya adalah;

1. Membutuhkan energi panas yang tinggi untuk peleburan
2. Membutuhkan berbagai jenis peralatan
3. Memiliki urutan proses yang rumit.
4. Sulit memproduksi suatu produk dengan ukuran yang sangat kecil
5. Membutuhkan tenaga ahli untuk mendapatkan hasil yang maksimum
6. Untuk jenis proses pengecoran tertentu, sangat sulit mendapatkan ketelitian yang tinggi
7. Karena menggunakan panas dan mengalami proses peleburan pada bahan baku, maka akan terjadi perubahan sifat dari bahan baku tersebut.
8. Pada hasil pengecoran memiliki sifat-sifat yang beragam.

Untuk membuat suatu coran secara umum harus melakukan urutan sebagai berikut; mempersiapkan **cetakan**, **mencairkan logam**, **penuangan** cairan kedalam cetakan, **membongkar** dan kemudian di lakukan proses akhir yang bertujuan untuk pemeriksaan dan pembersihan.

Untuk mencairkan logam bermacam-macam tanur yang di pakai, umumnya kupola atau tanur induksi frekwensi rendah, tanur busur listrik.

Cetakan biasanya di buat dengan menggunakan pasir atau logam. Penggunaan cetakan pasir yaitu dengan jalan memadatkan pasir di antara pola untuk membuat rongga dan kemudian logam cair di tuangkan kedalam rongga tersebut. Pasir yang di pakai kadang-kadang pasir alam atau pasir yang di campur dengan tanah lempung. Cetakan ini mudah di buat dan tidak mahal. Untuk menguatkan ikatan antar butir pasir, dicampurkan dengan pengikat khusus seperti semen atau resin. Selain cetakan pasir juga di gunakan cetakan logam, logam yang di gunakan biasanya memiliki titik cair yang lebih tinggi dari pada logam cair yang akan di cor. Pemilihan cetakan logam ini sangat efisien untuk produksi masal dan tingkat ketelitian dimensi yang tinggi. Setelah penuangan, coran di keluarkan dari cetakan dan dibersihkan. Bagian-bagian yang tidak perlu di buang dengan proses pemotongan. Kemudian di lakukan pemeriksaan secara manual dengan melihat untuk memeriksa kondisi permukaan dan dimensi. Pemeriksaan bisa juga di lakukan dengan bantuan alat untuk mengetahui cacat yang mungkin saja terjadi di bawah permukaan seperti porositas dan retak, pemeriksaan tersebut menggunakan alat bantu seperti **ultrasonik** atau **radiografi**.

Maka dengan meningkatnya teknologi pengecoran dan untuk memenuhi kebutuhan akan ketelitian dan kualitas, cara-cara pengecoran pun di kembangkan.

Di awali dengan pengecoran cetakan pasir yang mana proses pengecorannya secara konvensional yaitu dengan penuangan logam cair mengalir kedalam cetakan dengan memanfaatkan **gaya gravitasi**, kemudian di kembangkan dengan **pengecoran sentripugal**

dimana proses pengaliran logam cair ke dalam cetakan memanfaatkan gaya sentipugal, pengecoran cetak (**die casting**) dengan cara menekan logam cair masuk kedalam cetakan, pengecoran tekanan rendah, pengecoran cetakan logam, pengecoran cetakan lilin, pengecoran kontinu dan sebagainya. Masing-masing proses ini memiliki ciri khas pada cetakan dan proses pembekuannya. Walaupun masing-masing proses memiliki ciri khas yang berbeda, tapi maksudnya adalah untuk mendapatkan atau memperbaiki kualitas dan ketelitian.

Mudah atau tidaknya pembuatan produk menggunakan proses pengecoran tergantung kepada bentuk dan ukuran produk yang akan di buat, seperti tebal yang seragam atau tidak seragam, tipis dan lebar, atau inti yang cukup panjang. Atau produk dengan ketelitian yang sangat tinggi dan memiliki sudut-sudut yang tajam atau runcing. Oleh karena itu untuk dapat menghasilkan produk pengecoran yang baik, maka di perlukan perencanaan yang matang dan mengerti mengenai pengecoran.

Hampir semua logam dapat di cor, biasanya di lihat dari kualitas atau sifat mampu cor yang di miliki oleh logam tersebut. Kategori mampu cor disini dapat di lihat dari titik cair dari logam itu, umumnya semakin rendah titik cairnya semakin baik mampu cornya dan kemungkinan terbentuknya cacat-cacat yang rendah bahkan tidak ada. Cacat tersebut seperti retak, pecah, inklusi atau porositas.

Logam-logam yang sering di cor antara lain: besi cor, baja, paduan alumunium, paduan tembaga, dan paduan-paduan logam lainnya. Dimana pemilihannya mempertimbangkan kepada **Fungsi produk, cara kerja dan kondisi kerja produk serta umur pakai dan harga.**

Penggunaan bahan coran sangat banyak sekali antara lain; bagian-bagian kendaraan (blok silinder, rumah engkol, tromol rem, roda gigi), Mesin perkakas (Meja, handle), pipa air, komponen-kompenen pada kereta api, rumah pompa, bagian-bagian kapal, dan lain-lain.



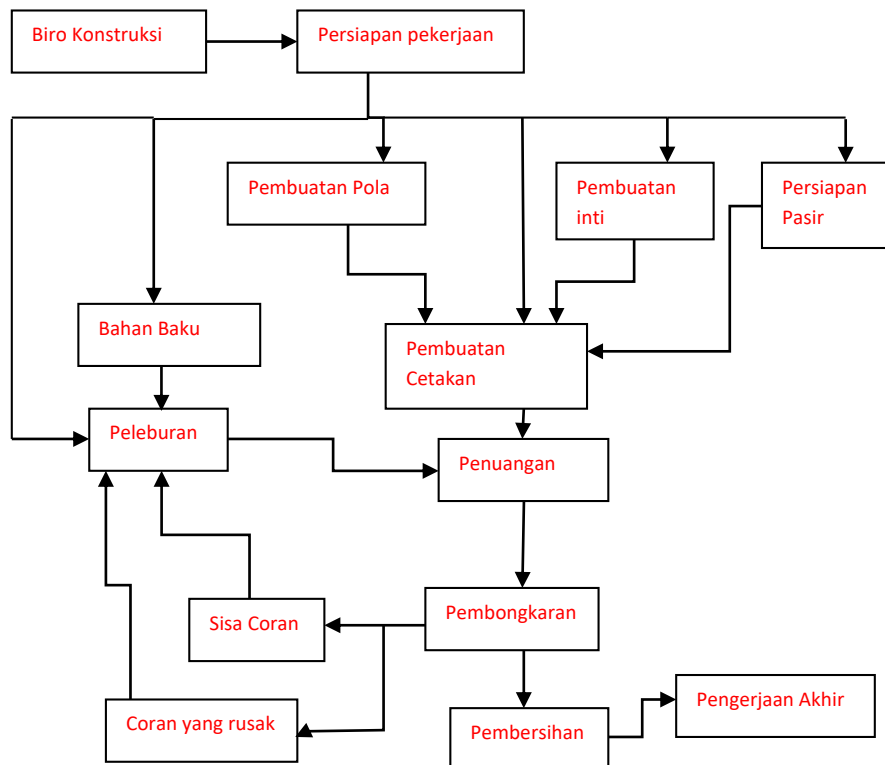
Gambar 1.1 contoh contoh produk hasil pengecoran logam . ([hapli.wordpress.com](http://hapli.wordpress.com), [hanscast.blogspot.com](http://hanscast.blogspot.com), [castmetal.com](http://castmetal.com))

# 2 JENIS CETAKAN

## 2.1. CETAKAN PASIR

Proses pengecoran menggunakan cetakan pasir dengan cara menempatkan pola pada pasir untuk membentuk rongga cetak dan kemudian menuangkan logam cair kedalam rongga cetakan, pada umumnya logam cair mengalir kedalam rongga cetakan dengan bantuan gaya berat atau gaya grafitasi, kadang-kadang di pergunakan tekanan yang di berikan dari luar pada logam cair selama penuangan atau setelah penuangan. Untuk mendapatkan hasil pengecoran yang sempurna, maka perlu persiapan atau perencanaan yang matang dan tepat.

Perencanaan proses pengecoran dengan cetakan pasir dapat di lihat pada gambar 2.1.



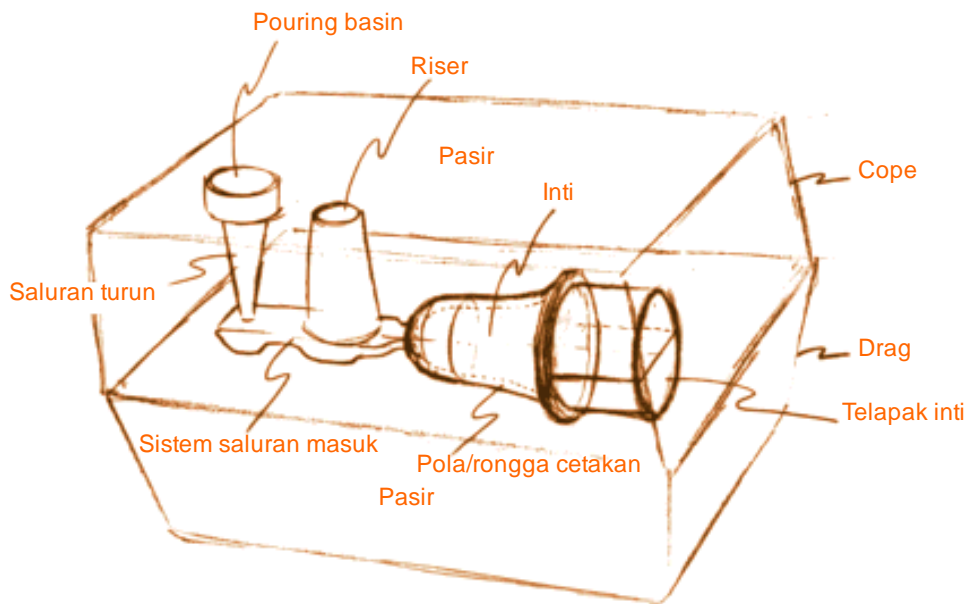
Gambar 2.1. Alur Proses pengecoran cetakan pasir

**Biro Konstruksi** adalah bagian pemberi tugas atau pembuat disain, perencana produk dalam bentuk gambar teknik yang akan di ubah dalam bentuk barang jadi, yang berisikan disain pola, disain inti dan disain cetakan. Dan di harapkan hasil akhir produk sesuai dengan yang di rencanakan oleh biro kontruksi.

**Persiapan pekerjaan** adalah prosedur aplikasi dari yang di berikan oleh Biro Kontruksi, antara lain adalah:

1. **Pembuatan Pola**, Berdasarkan gambar teknik dari biro kontruksi di buat suatu alat atau benda yang berfungsi sebagai pola. Pada pola ini di terapkan kelengkapan teknik pengecoran seperti kemiringan, telapak inti, kelebihan ukuran dan sebagainya.
2. **Pembuatan Cetakan**, Rongga-rongga pada cetakan di buat atas bantuan dari pola. Cetakan pasir biasanya menggunakan pasir Kuarsa yang di ikat dengan bentonit atau tanah lempung. Kepadatan di capai dengan cara penumbukan dengan tangan atau di bantu dengan mesin (mesin pres, mesin getar, atau dengan cara hantakan). Selain pasir di ikat dengan bentonit ada pula pengikat dengan sintetis yang menyebabkan pasir cetakan mengeras sendiri.
3. **Pembuatan inti**, seandainya dalam disain ada rongga seperti lubang untuk poros, maka tersebut di buat dengan bantuan inti. Inti harus memiliki kekuatan yang tinggi, maka pasir untuk inti di buat dengan pengikat khusus.
4. **Persiapan pasir cetak**, pasir cetak pada umumnya terdiri dari bahan dasar berupa pasir dan bahan pengikat seperti lempung, bentonit, bahan sinsitetis maupun semen. Sisamping itu masih di tambahkan bahan-bahan lain untuk memperbaiki mutu pasir cetak seperti debu arang, serbuk gergaji, tepung dan sebagainya yang di tambahkan dengan air. Kadar air dalam pasir juga menjadi pertimbangan, untuk daya ikat. Pasir juga memiliki sifat daur ulang yang tinggi.
5. **Peleburan**, dimana menentukan mutu bahan tuangan, untuk menghasilkan variasi mutu bahan. Alat pelebur yang paling umum di gunakan adalah tanur kupola dan saat ini alat lebur dengan semakin banyak di gunakan seperti tanur induksi dan tanur busur api. Sedangkan untuk melebur logam yang memiliki temperatur cair rendah, bisa di leburkan dengan tunggu berbahan bakar minyak dan gas.
6. **Penuangan**, proses pengaliran logam cair ke dalam cetakan, waktunya sangat singkat sekali. Kesalahan kecil dapat menyebabkan kegagalan dan mengancam keselamatan pekerja. Untuk menjaga pekerjaan ini, di bantu dengan alat tuang yaitu ladle yang memenuhi persyaratan teknis maupun keselamatan kerja. Ladel harus dapat di gunakan untuk membawa logam cair dari tanur ke cetakan dan menuangkannya dengan aman.
7. **Pembongkaran**, setelah cukup waktu pembekuan, dapat di lakukan pembongkaran hasil tuangan dari cetakan. Pembongkaran dapat dilakukan dengan manual yaitu membuka cetakan dengan di pukul atau dengan bantuan mesin getar. Logam hasil tuangan kemudian didinginkan. Pasir bekas cetakan kemudian di tampung lalu di bersihkan lagi untuk penggunaan selanjutnya.
8. **Pembersihan**, meliputi pembuangan sisa pasir-pasir yang menempel pada hasil tuangan yang membeku, bisa dengan penyemprotan udara atau dengan air. Kemudian memotong bagian-bagian bekas saluran tuang, saluran penambah atau bagian-bagian yang tidak di kehendaki.
9. **Pemeriksaan**, dilakukan untuk memeriksa cacat serta dimensi dan bentuk yang di sesuaikan dengan yang telah di tentukan oleh biro kontruksi.

Secara umum cetakan dalam proses pengecoran cetakan pasir harus memiliki bagian-bagian utama seperti yang dapat di lihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.2. Skematik cetakan pasir (efunda.com)**

**Cope**, adalah rangka cetakan yang di gunakan untuk menampung pasir bagian atas

**Drag**, adalah rangka cetakan yang di gunakan untuk menampung pasir bagian bawah.

**Pola**, adalah alat bantu dalam membuat rongga pada cetakan pasir. Pola berbentuk tiga dimensi atau miniatur yang mirip sekali dengan produk yang akan di buat.

**Cavity (rongga cetakan)**, merupakan ruangan tempat logam cair yang dituangkan kedalam cetakan. Bentuk rongga ini sama dengan benda kerja yang akan dicor. Rongga cetakan dibuat dengan menggunakan pola.

**Core (inti)**, fungsinya adalah membuat rongga pada benda coran. Inti dibuat terpisah dengan cetakan dan dirakit pada saat cetakan akan digunakan. Bahan inti harus tahan menahan temperatur cair logam paling kurang bahannya dari pasir.

**Gating sistem (sistem saluran masuk)**, merupakan saluran masuk kerongga cetakan dari saluran turun. Gating sistem suatu cetakan dapat lebih dari satu, tergantung dengan ukuran rongga cetakan yang akan diisi oleh logam cair.

**Saluran turun**, merupakan saluran masuk dari luar dengan posisi vertikal. Saluran ini juga dapat lebih dari satu, tergantung kecepatan penuangan yang diinginkan.

**Pouring basin**, merupakan lekukan pada cetakan yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi kecepatan logam cair masuk langsung dari ladle ke sprue. Kecepatan aliran logam yang tinggi dapat terjadi erosi pada sprue dan terbawanya kotoran-kotoran logam cair yang berasal dari tungku kerongga cetakan.

**Raiser (penambah)**, merupakan cadangan logam cair yang berguna dalam mengisi kembali rongga cetakan bila terjadi penyusutan akibat solidifikasi. Selain itu juga berfungsi sebagai tanda apakah pengisian dari rongga sudah penuh atau belum.

Ada beberapa jenis cetakan dalam pengecoran cetakan pasir antara lain:

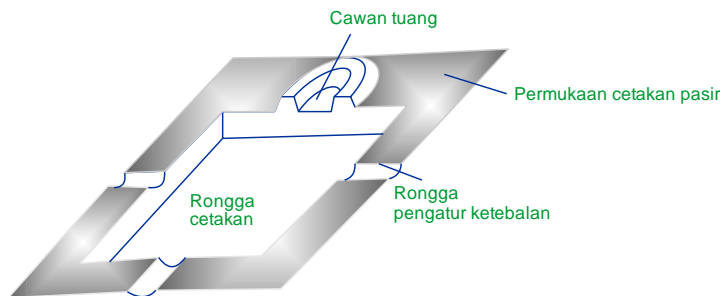
#### A. Cetakan Sederhana

Cetakan sederhana ini di gunakan untuk membuat coran yang tidak presisi seperti produk yang berbentuk plat.

Cetakan sederhana ini dapat di klasifikasikan dalam dua cara:

##### 1. Cetakan Sederhana Terbuka

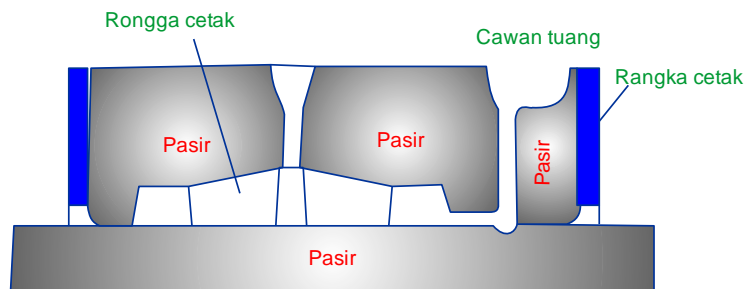
Merupakan cara tertua yang pernah di lakukan, dimana rongga cetakan di buat sederhana diatas permukaan pasir. Hasil dari pengecoran terutama pada bagian permukaan atas menjadi kasar akibat oksidasi selama penuangan dan pembekuan



Gambar 2.3 cetakan sederhana (Dokumentasi penulis)

#### A. Cetakan sederhana tertutup

Merupakan pengembangan dari cetakan sederhana. Dimana untuk menghindari oksidasi, permukaan atas dari cetakan di tutup dengan cetakan atas.



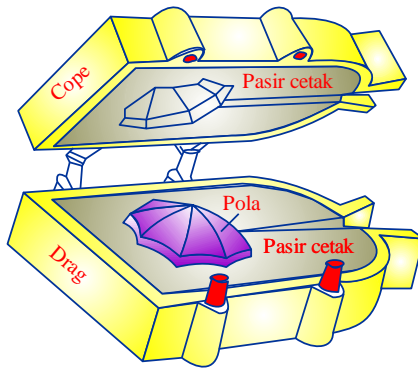
Gambar 2.4 cetakan sederhana tertutup (Dokumentasi penulis)

#### B. Cetakan Dengan Rangka Cetak

Untuk mendapatkan hasil coran yang lebih baik maka cetakan pasir di bantu dengan rangka cetakan yang di kenal dengan Cope dan Drag.

Cope dan Drag digunakan sebagai tempat penampung pasir, dimana Cope adalah penampung bagian atas sedangkan drag adalah penampung bagian bawah, yang nantinya akan di satukan membentuk sebuah rongga yang dapat menampung pasir. Seperti pada gambar.



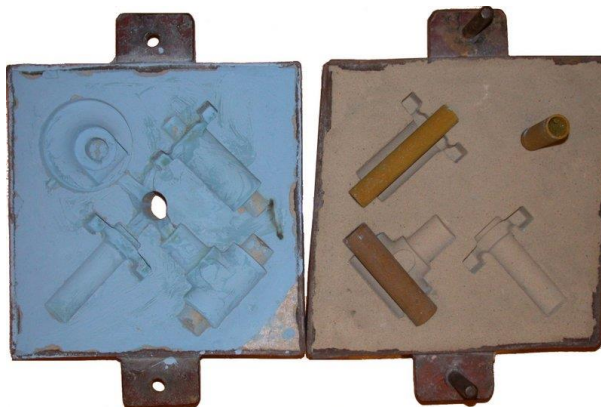


**Gambar.2.5. Cope dan Drag (Dokumentasi penulis)**

Cope dan Drag bisa terbuat dari kayu dan logam, dengan ukuran yang tergantung pada jumlah dan besar produk yang akan di cetak. Untuk produk dalam jumlah masal dan berukuran kecil biasanya menggunakan logam karena dapat di gunakan berulang-ulang. Biasanya logam yang di gunakan adalah baja. Sedangkan yang terbuat dari kayu hanya untuk jumlah produk yang tidak terlalu banyak dan berukuran sedang atau besar. Terkadang rangka cetak dari kayu dapat terbakar.



**Gambar 2.6 Cope dan Drag dari kayu ([rpdrc.ic.polvu.edu.hk](http://rpdrc.ic.polvu.edu.hk))**



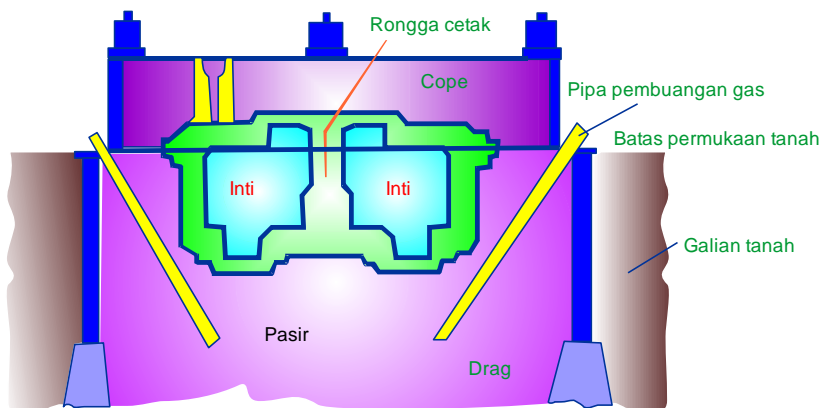
**Gambar 2.7 Cope dan Drag dari Kayu dan Logam. ([rpdrc.ic.polvu.edu.hk](http://rpdrc.ic.polvu.edu.hk))**

Untuk menghasilkan hasil pengecoran yang baik, di perlukan rangka cetak yang harus memenuhi syarat syarat sebagai berikut:

- Kontruksi antara Cope dan Drag harus presisi agar tidak terjadi pergeseran dari hasil pengecorannya.
- Kontruksi harus kaku supaya dapat menahan tekanan dari pasir akibat aliran logam cair.
- Rangka cetak harus di lengkapi lengan pengangkat, pengunci dan bagian bagian pembantu lainnya

### C. Cetakan pada Galian Tanah

Untuk produk coran yang sangat besar sehingga tidak memungkinkan untuk di buat rangka cetakn yang besar, sehingga galian tanah dapat di mamfaat untuk menampung pasir cetak. Penempatannya dimana bagian coran yang terbesar berada dalam galian tanah. Untuk cetak galian ini membutuhkan jumlah pasir yang sangat banyak.



Gambar 2.8. Skematik Cetakan galian tanah (Dokumentasi Penulis)

## 2.2. CETAKAN LOGAM

Dalam proses pengecoran yang sering di gunakan adalah cetakan pasir, namun untuk beberapa proses pengecoran juga menggunakan cetakan logam. Cetakan logam merupakan cetakan tetap, di gunakan untuk pengecoran logam yang memiliki temperatur cair yang harus lebih rendah dari temperatur cair cetakan. Biasanya cetakan logam di gunakan untuk produksi massal dan ukuran produk lebih kecil dari pada produk produk yang di buat dari cetakan pasir. Pada cetakan logam tidak di perlukan pola, tapi pada disain produk yang memiliki rongga, di perlukan juga inti. Biasanya inti nya masih terbuat dari pasir.

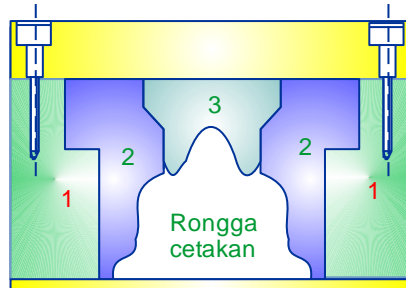
Ada beberapa hal yang harus di perhatikan dalam menggunakan cetakan logam yaitu;

1. Pada saat penuangan logam cair kedalam cetakan. Dimana kondisi cetakan harus memiliki temperatur yang tinggi untuk menghindari pembekuan dini dari aliran logam cair.
2. Dalam dimensi cetakan, harus mempertimbangkan aliran gas dan pemuain dari cetakan logam.

Masalah pada cetakan logam adalah masalah pembuangan gas dari cetakan selama penuangan. Pada cetakan logam ini pembuangan gas tersebut melalui riser dan bagian pemisah. Pada bentuk yang rumit di buatlah menjadi bagian bagian atau CETAKAN

SUSUN, dimana setiap celah nya akan di gunakan sebagai pembuangan gas. Selain untuk pembuangan gas cetakan logam dengan susunan ini memiliki keuntungan sebagai berikut:

- Penghematan bahan yang mahal
- Penggantian dari bagian bagian yang rusak lebih mudah
- Dapat di rancang pendinginan khusus pada bagian bagian tertentu
- Pembuatannya lebih mudah karena terdiri dari bagian bagian terpisah



Gambar 2.9 Cetakan susun yang terdiri cetakan 1, 2, dan 3 (Dokumentasi Penulis)

Ada beberapa kerugian yang dapat terjadi dari cetakan logam, namun dengan ketelitian dan kecermatan maka kerugian tersebut dapat diatasi. Beberapa kerugian tersebut antara lain adalah:

- Harga cetakan cukup tinggi
- Adanya faktor pemuaian, sehingga disain cetakan menjadi pertimbangan yang sangat sulit
- Terjadinya distorsi pada bagian bagian tertentu
- Terjadinya korosi yang sangat memungkinkan.

Untuk menghindari penempelan logam coran dengan cetakan logam, maka di permukaan cetakan di beri pelapis. Selain untuk mengatasi agar tidak terjadi penempelan, pelapis memiliki beberapa fungsi seperti:

- Mempengaruhi perpindahan panas dari logam coran ke cetakan logam
- Memperbaiki permukaan coran
- Melindungi permukaan cetakan dari erosi atau gesekan

Di lihat dari fungsi di atas, maka pelapis harus memiliki syarat-syarat yang harus di miliki seperti:

- Permukaan lapisan tidak kasar, agar permukaan hasil coran tidak ikut kasar
- Tahan panas dan tidak mudah ter erosi akibat aliran dari logam panas
- Memiliki daya lekat yang baik di permukaan logam cetak.

Jenis jenis pelapis yang biasa di gunakan adalah:

- Pelapis grafit.**  
Pelapis yang mengandung 20% grafit. Pelapis jenis ini memiliki perpindahan panas yang baik dari coran ke cetakan logam
- Pelapis isolator**  
Pelapis ini mengandung Kalsium Karbonat, talkum, Asam silikat, kaolin dan air kaca. Pelapis ini berwarna putih yang di lapiskan pada bagian bagian yang tipis dimana bagian tersebut memiliki penyerapan panas yang besar oleh cetakan logam.

**c. Pelapis isolator khusus**

Pelapis ini mengandung Kaolin. Seng oksida air kaca. Berfungsi untuk menghindari penyerapan panas yang terlalu besar oleh cetakan logam, terutama pada rongga cetak dan riser.

Proses pelapisan dapat dilakukan dengan menggunakan kuas, khusus untuk pelapis yang kental. Untuk pelapis yang encer dapat disemprot dengan menggunakan nosel yang dibantu dengan tekanan kompresor. Bahkan untuk cetakan yang berukuran kecil, pelapisan bisa dilakukan dengan pencelupan. Untuk pengenceran dapat dicampur air dengan perbandingan tertentu tergantung dari ketebalan lapisan yang diinginkan. Setelah dilapisi kemudian cetakan logam tersebut dipanaskan hingga temperatur 150°C, sehingga air pencampuran tadi menguap dan yang tertinggal hanya lapisan pelapis.

Dari tabel 2.1 di bawah dapat dilihat beberapa perbedaan antara cetakan pasir dan cetakan logam dengan sistem pengecoran grafitasi.

**Tabel 2.1. perbedaan cetakan pasir dengan cetakan logam**

<b>Cetakan Pasir</b>	<b>Cetakan logam</b>
Memerlukan pola dan inti	Tidak memerlukan pola namun terkadang perlu inti
Ukuran produk relatif besar	Ukuran produk relatif kecil
Pasir yang digunakan harus diuji terlebih dahulu	Cetakan logam yang digunakan harus dipanaskan terlebih dahulu
Permukaan hasil coran lebih kasar	Permukaan hasil coran lebih halus
Ukuran hasil coran kurang teliti	Dapat menghasilkan dimensi coran yang teliti

# 3 PASIR

## 3.1. JENIS PASIR

Dari beberapa penemuan dimulai dari zaman di temukannya teknologi mengenai pengecoran, telah membuktikan bahwa untuk membuat cetakan yang sederhana dengan pola yang sangat sederhana, di duga telah menggunakan pasir sebagai cetakan dengan campuran tanah liat yang menjadi bahan pengikatnya. Ikatan antar pasir sangat menentukan kekuatan cetakan yang terbentuk, selain di tambahkan dengan pengikat, ukuran pasir menjadi penting untuk meningkatkan ikatan antar pasir dan kemampuan permeabilitas yang tinggi. Pasir yang di gunakan rata-rata memiliki diameter antara 0.02 mm-0.2 mm, sedangkan yang lebih kecil dari 0.02 mm, sudah berbentuk debu. Sebagai dasar pemilihan, pasir di kualifikasikan sebagai berikut;

1. Pasir kasar = 50% lebih besar dari 0.2 mm
2. Pasir menengah = 45% lebih besar dari 0.1-0.2 mm
3. Pasir halus = 40% lebih besar dari 0.06-0.1mm

Syarat syarat pasir yang di gunakan untuk cetakan antara lain:

1. Memiliki sifat mampu bentuk yang tinggi  
Karena pasir akan di cetak dengan pola, sehingga dapat membentuk alur alur pola yang di inginkan.
2. Memiliki kekuatan yang tinggi  
Karena pasir yang di cetak akan di aliri logam cair dengan tekanan yang tinggi dan gesekan, di harapkan pasir yang di sudah di cetak tersebut tidak berubah ukuran dan tidak mudah pecah
3. Permeabilitas yang tinggi  
Pasir cetak harus tetap dapat dilewati udara hingga gas-gas hasil penuangan logam cair mudah keluar diantara butir pasir. Penusukan lubang lubang gas juga bisa di lakukan sebagai lubang tambahan.
4. Tahan terhadap temperatur logam yang yang dicairkan  
Karena pasir cetak akan di aliri logam cair yang memiliki temperatur tinggi dan di harapkan pasir tidak ikut terbakar
5. Mampu untuk dipakai lagi  
Untuk penghematan di harapkan pasir cetak yang telah di pakai agar dapat di gunakan lagi sebagai pasir cetak.
6. Memiliki harga yang murah

Berdasarkan asalnya pasir dapat di bagi menjadi beberapa macam, antara lain:

1. **Pasir Alam.**

Contohnya seperti pasir gunung, pasir pantai dan pasir laut.

Pasir ini sering di sebut dengan pasir Kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) memiliki titik lebur  $1700^\circ\text{C}$ , berwarna abu-abu dengan berat jenis  $2.65 \text{ kg/dm}^3$ . Bentuk butiran dari pasir alam ini mendekati bulat.

Pasir ini berharga murah, tetapi memiliki pemuaihan yang besar, yaitu hingga 0.8% dari ukuran awalnya. Namun demikian pasir ini merupakan pasir utama pada industri pengecoran, hampir 90% dari kebutuhan pasir.

Jenis pasir alam lain adalah pasir zirkon ( $33\% \text{SiO}_2 + 67\% \text{ZrO}_2$ ), memiliki titik lebur  $2450^\circ\text{C}$ , putih kecoklat-coklatan dengan berat jenis  $4.6 \text{ kg/dm}^3$ . Pasir ini berharga mahal namun memiliki pemuaihan yang kecil. Oleh karena itu pasir zirkon sangat cocok digunakan untuk pengecoran benda-benda yang memerlukan kepresisian yang tinggi dan pengecoran logam dengan titik cair tinggi.

Pada umumnya pasir alam memiliki bentuk butiran yang relatif bulat.

2. **Pasir sisa pecahan batu**

- **Crhomit** ( $50\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 27\% \text{Fe}_2\text{O}_3 + 10\% \text{Al}_2\text{O}_3 + 10\% \text{MgO} + 3\%$  batuan lain), memiliki titik lebur  $1900^\circ\text{C}$ - $2000^\circ\text{C}$ , berwarna hitam metalik dengan berat jenis  $4,5 \text{ Kg/dm}^3$ .
- **Olivin** ( $93\% 2\text{MgO SiO}_2 + 6\% 2\text{FeOSiO}_2 + 1\%$  batuan lain), memiliki titik lebur  $1730^\circ\text{C}$ , berwarna hijau kelabu dengan berat jenis  $3,3 \text{ kg/dm}^3$ . Olivin memiliki keunggulan selain pemuaihan yang kecil juga ketahanan terhadap penetrasi cairan baja yang tinggi.

3. **Pasir buatan**

Schamote: merupakan produk buatan yang berasal dari jenis lempung ataupun koalin. Umumnya terdiri dari aluminium silika ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) dan kuarsa. Memiliki titik lebur  $1750^\circ\text{C}$ , berwarna abu-abu dengan masa jenis  $2,7 \text{ kg/dm}^3$ . Biasa di gunakan untuk pengecoran baja.

### 3.2. BAHAN PENGIKAT PASIR

Agar kondisi pasir saat menjadi cetakan kuat dan tahan terhadap temperatur tinggi maka antar butir pasir harus di ikat dengan pengikat, pengikatnya antara lain adalah:

a. **Silika**

**Tanah lempung** adalah bahan pengikat yang paling tua di gunakan, saat ini yang paling lazim di gunakan adalah **Bentonit**. Bentonit di olah dari bahan dasar Montmorillonit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 + n \text{H}_2\text{O}$ ) yang berupa batuan vulkanis.

- b. **Semen** adalah pengikat hidrolis, dimana akan mengeras apabila di campur air. Portlan semen di bedakan menjadi semen biasa yang umumnya terdiri dari kalsium silikat dengan kalsium aluminat dan di padu dengan semen alumina, rapid semen yang sangat cepat mengeras merupakan campuran dari 40% kalsium oksid dan 40% tanah lempung. Jenis semen lain adalah semen putih dan semen tahan api yang merupakan campuran dari semen biasa dan batu tahan api.

- c. **Air Kaca** adalah campuran dari natrium silika ( $\text{Na}_2\text{O} \times \text{SiO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ ) yang terbentuk dari hasil peleburan bersama antara kuarsa dan soda, kemudian di larutkan kedalam air. Mutu air kaca ini bermacam-macam, di pengaruhi oleh kandungan air dan

perbandingan antara  $\text{SiO}_2$  dengan  $\text{Na}_2\text{O}$ , yang di kenal dengan kadar kering dan modulnya.

Bentuk fisik: Cairan kental berwarna bening sampai keputih-putihan

d. **Resin**

Jenis jenis resin yang tersedia di pasaran antara lain Hot-box resin, Cold-box resin, No-bake resin. Bentuk fisik dari resin adalah: Cairan encer berwarna coklat bening sampai gelap dan berbau tajam. Umumnya terdiri dari tiga komponen yang harus dicampurkan yaitu resinnya sendiri, pengeras (hardener) dan pereaksi (katalisator).



**Gambar 3.1 Silika dan bentonit (Dokumentasi Penulis)**

### **3.3. BAHAN TAMBAHAN UNTUK PASIR**

Bahan-bahan tambahan ini dibubuhkan kedalam pasir cetak untuk memperoleh karakteristik sebagai berikut:

1. Meningkatkan kehalusan.

Permukaan coran dapat di lakukan dengan mencampurkan pasir dengan:

- a. Coal-dust (debu).
- b. Debu arang.

2. Meredam tegangan

Akibat pemuatan pasir silika. Pasir akan memuai antara 1,5% hingga 2% pada temperatur tinggi ( $600^\circ\text{C}$ ). Hal ini akan menimbulkan tegangan pada permukaan pasir cetak, sehingga akan menyebabkan hasil coran akan rusak. Untuk meredam hal tersebut dapat di campurkan material material yang bersifat elastis pada pasir cetak seperti:

- a. Serbuk gergaji.
- b. Tepung-tepungan.
- c. Bubuk batu bara

3. Meningkatkan ketahanan panas.  
Untuk menghindari penetrasi logam kedalam cetakan maka pasir cetak dicampur dengan pasir-pasir yang lebih tahan panas, terutama pada permukaan muka pasir cetak. Pasir pasir tahan panas tersebut seperti:
  - a. Zirkon.
  - b. Chromite
4. Meningkatkan mampu alir gas.  
Untuk meningkatkan kemampuan alir gas, maka pada pasir cetak dapat di campurkan material material yang mudah terbakar pada saat pengecoran dan meninggalkan rongga rongga yang dapat di lalui oleh gas. Material tersebut antara lain:
  - a. Tepung-tepungan.
  - b. Serbuk gergaji.
5. Meningkatkan kemudahan pembongkaran pasir cetak  
Salah satu kesulitan dalam pembongkaran adalah pembongkaran inti. Untuk memudahkan dalam pembongkaran perlu di capurkan bahan bahan organik pada pasir cetak seperti:
  - a. Tepung-tepungan.
  - b. Gula tetes.
  - c. Serbuk gergaji.

### 3.4. PEMILIHAN PASIR

Pemilihan pasir di tinjau dari penggunaan, proses dan karakteristiknya antara lain adalah:

#### a. Green Sand

Terdiri dari:

- a. Pasir silika (ex daur ulang + pasir baru)
- b. Bentonit                7.5% – 9% (aktif)
- c. Air                        3.5% – 4.5%
- d. Coal-dust

Digunakan pada pengecoran besi dengan berat tuang sampai dengan 200 kg (FC) atau 150 kg (FCD).

Karakteristik:

- a. Pengerasan dicapai melalui pemadatan baik manual ataupun masinal.
- b. Mudah dibongkar.
- c. Kemampuan daur ulang sangat baik.
- d. Cetakan dicor sesegera mungkin.

#### b. CO<sub>2</sub>-process.

Terdiri dari:

- a. Pasir silika (baru)
- b. Air kaca 2% – 5%
- c. Aditive berupa brake-down agent atau yang sejenisnya untuk meningkatkan kemampuan hancur.

Digunakan untuk membuat inti dan dalam batasan yang sempit juga cetakan.

Karakteristik:

- a. Pengerasan diperoleh melalui pemadatan secara manual maupun masinal kemudian direaksikan dengan gas CO<sub>2</sub>.
- b. Memiliki kekerasan tinggi.



- c. Permukaan harus di coating untuk menghasilkan permukaan coran yang baik.
- d. Dapat disimpan ditempat kering selama beberapa hari sebelum dicor.
- e. Kemampuan hancur buruk.
- f. Kemampuan daur ulang buruk.

**c. Cement-process.**

Terdiri dari:

- a. Pasir silika.
- b. Semen                      7% – 10%
- c. Air                            4% – 8%
- d. Gula tetes                3.5%

Digunakan pada pengecoran besi maupun baja dengan berat tuang yang besar (big foundry).

Karakteristik:

- a. Pemadatan dilakukan secara manual.
- b. Kekuatan tekan dapat mencapai 150 N/cm<sup>2</sup> setelah 24 jam diudara terbuka.
- c. Permukaan harus di coating untuk menghasilkan permukaan coran yang baik.
- d. Kemampuan hancur sangat buruk.
- e. Dapat disimpan lama sebelum dicor.
- f. Kemampuan untuk dipakai kembali kurang baik.

**d.No-bake process.**

Terdiri dari:

- a. Pasir silika.
- b. Resin (furan, phenolik) sesuai spek
- c. Hardener dan atau katalis (tergantung kecepatan pengerasan yang diinginkan).

Digunakan pada pengecoran besi maupun baja dengan ukuran kecil sampai besar, baik untuk inti maupun cetakan.

Karakteristik:

- a. Pemadatan ringan dilakukan secara manual selama maksimum 15 menit atau dapat diperpanjang dengan mengurangi jumlah hardener.
- b. Kekerasan maksimum dicapai setelah 6 jam.
- c. Kualitas permukaan coran baik
- d. Dianjurkan untuk coating.
- e. Dapat disimpan lama sebelum dicor.
- f. Kemampuan hancur setelah pengecoran sangat baik.
- g. Kemampuan daur ulang baik.

**e. Cold-box process.**

Terdiri dari:

- a. Pasir silika.
- b. Campuran Resin Phenol dan Polyisocianat (umumnya disebut komponen 1 dan komponen 2) dengan perbandingan 1 : 1 sebanyak 0.8% – 1.3%
- c. Gas amoniak sebagai katalisator 0.05% – 0.2%

Digunakan sebagai pasir inti untuk ukuran kecil atau sangat tipis.

Karakteristik:

- a. Pemadatan dilakukan secara masinal (dengan core-shotter).
- b. Mampu alir sangat baik sehingga mampu mengisi bagian kotak inti yang tipis.
- c. Kekerasan maksimum langsung dicapai setelah hembusan gas amoniak.
- d. Dapat disimpan lama sebelum dicor.

- e. Kemampuan hancur setelah pengecoran sangat baik.
- f. Kemampuan daur ulang rendah

**f. Hot-box process.**

Terdiri dari:

- a. Pasir silika.
- b. Resin furan maupun phenol 1.5% – 2%
- c. Hardener 0.2% – 0.5%

Digunakan untuk membuat inti berukuran kecil ataupun tipis.

Karakteristik:

- a. Kotak inti harus terbuat dari logam.
- b. Pemadatan ringan dilakukan secara manual maupun masinal.
- c. Pengerasan dilakukan dengan cara pemanasan.
- d. Bila disimpan beberapa lama ketahanan patah dapat meningkat sampai dengan 800 N/cm<sup>2</sup>.
- e. Kemampuan hancur setelah pengecoran sangat baik.
- f. Kemampuan daur ulang buruk

**g. Resin Coated Sand (RCS).**

Terdiri dari:

- a. Pasir silika ataupun zirkon.
- b. Resin Phenol.
- c. Resin resol ataupun novolak.
- d. Alkohol ataupun air sebagai pelarut.
- e. Seluruh bahan dicampur dan dikeringkan dengan cara pemanasan sehingga diperoleh butiran pasir yang terselubungi dengan resin (resin coated sand).

Digunakan sebagai inti maupun cetakan pada metode Shell-moulding.

Karakteristik:

- a. Pemadatan tidak diperlukan.
- b. Pengerasan dicapai dengan pemanasan dengan temperatur 200 °C.
- c. Kekuatan maksimum langsung dicapai setelah pengerasan.
- d. Dapat disimpan lama sebelum pengecoran.
- e. Kualitas permukaan coran sangat baik.
- f. Kemampuan hancur setelah pengecoran sangat baik.
- g. Kemampuan daur ulang buruk.

**h. Oil Bentonit Binder (OBB)-sand**

Terdiri dari:

- a. Pasir silika.
- b. Bentonit.
- c. Minyak/gemuk.
- d. Aditive (besi oksida Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Merupakan pasir cetak green-sand bebas air yang digunakan sebagai pasir muka (facing-sand) untuk mendapatkan kualitas permukaan yang baik.

Karakteristik:

- a. Pengerasan dicapai melalui pemadatan secara manual.
- b. Mudah dibongkar.
- c. Kemampuan daur ulang buruk.
- d. Cetakan dicor sesegera mungkin.
- e. Kualitas permukaan coran baik.

### 3.5. PENGUJIAN PASIR

Pemilihan pasir dan kadar campuran pasir sangat menentukan hasil akhir dari produk pengecoran, maka oleh sebab itu pasir yang akan di gunakan sebagai cetakan harus di uji terlebih dahulu dilakukan pengujian. Beberapa pengujian pasir antara lain:

#### 1. Pengujian kadar air.

Dalam pencampuran kondisi pasir tidak kering dan harus memiliki kadar air tertentu. Pengaturan kadar air sangat mempengaruhi kekuatan ikatan antar pasir dengan pengikat. Dan sangat mempengaruhi tingkat permeability dari pasir.

Pengaruh persentase kadar air terhadap campuran pasir adalah:

- a. Semakin tinggi kadar air maka permeabiliti, kekuatan tekan basah dan tekan kering, nya rendah
- b. Semakin rendah kadar air, maka permeabiliti kekuatan tekan basah dan tekan keringnya rendah.
- c. Maka akan ada kadar air optimum. Untuk mendapatkan:

- Permeabilitas
- Kekuatan tekan basah
- Kekuatan

Cara pengujian kadar air antara lain:

- Menimbang campuran pasir
- Pengeringan
- Didinginkan kemudian Ditimbang lagi
- Lalu nyatakan perbedaan berat awal dan akhir, perbedaan berat menyatakan besarnya kadar air yang bebas.
  - a. Untuk pasir dengan pengikat lempung = 4%
  - b. Untuk pasir dengan pengikat bentonit = 2%



Gambar 3.2 Pengujian kadar air (Dokumentasi Penulis)

#### 2. Pengujian Permeabilitas.

Permeabilitas adalah kemampuan pasir membentuk suatu rongga dalam ikatan antar pasir, dimana dengan adanya rongga tersebut akan dapat melepaskan udara yang terperangkap di antara pasir. Dampaknya, Permeabilitas ini akan mempengaruhi permukaan coran, Permeabilitas yang terlalu kecil akan menyebabkan porositas, tapi terlalu besar permeabilitas akan menyebabkan kulit coran yang kasar dan terjadi penetrasi (ketidak rataan permukaan), Jadi sangat di perlukan harga permeabilitas yang optimum.

Cara pengujian:

1. Membuat spesimen (diameter 50 x 50mm) dengan memadatkan pasir dalam silinder pemadat.

2. Spesimen di pasang pada alat uji
3. Pengujian dilakukan dengan mencari perbedaan tekanan dan waktu yang di perlukan untuk melewati udara 2000cc melalui spesimen.



Gambar 3.3 Pengujian permeabilitas (Dokumentasi Penulis)

### 3. Distribusi Besar Pasir.

Dalam cetakan pasir ukuran butir di buat beragam agar ada kombinasi celah untuk pengikat. Untuk memisahkan besar ukuran pasir ini di lakukan pengayakan yang memiliki mesh atau ukuran yang tersusun, dimana untuk mesh kasar berada pada tingkat paling atas dan tingkat berikutnya hingga tingkat bawah adalah mesh yang paling halus. Dengan cara Pasir kering di masukan kedalam ayakan menurut ukuran mesh, kemudian di goyang, maka tiap ayakan terdapat ukuran pasir sesuai dengan mesh kemudian dilakukan penimbangan.

#### **4. Pengujian kekuatan**

Pengujian kekuatan sangat penting untuk melihat apakah cetakan dari pasir tersebut aman apabila menerima beban atau tekanan. Metoda pengujiannya yaitu dengan cara membentuk spesimen pasir yang sudah di padatkan dalam tabung dengan ukuran diameter 50x50 mm. Kemudian dikeluarkan, lalu di tekan hingga pecah. Harga Kekuatan cetakan ini berbeda-beda menurut jenis pasir, pengikat dan kadar air.



**Gambar 3.4 Pengujian tekan geser (Dokumentasi Penulis)**



# 4 POLA

Pola adalah sebagai alat bantu dalam membuat rongga pada cetakan pasir. Pembuatan pola di dasari dari gambar teknik yang di aplikasikan dalam bentuk tiga dimensi atau miniatur yang mirip sekali dengan produk yang akan di buat. Pembentukan rongga pada cetakan pasir di lakukan dengan menekan pola pada permukaan pasir, setelah padat maka pola di angkat dari pasir sehingga meninggalkan bekas yang merupakan bentuk negatif dari produk yang akan di buat. Bekas ini lah yang kemudian membentuk rongga pada cetakan. Selain dengan cara penekanan, pembuatan rongga dengan bantuan pola bisa dilakukan dengan cara mengayak pasir sehingga menimbun pola dan kemudian di getar untuk pemadatan, dan kemudian pola di keluarkan hingga terbentuk rongga.

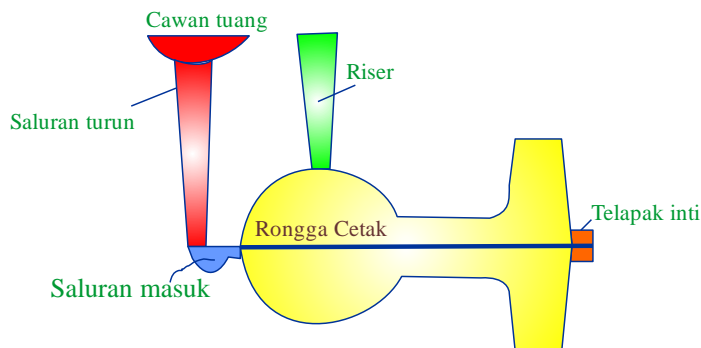
Kualiatas dari hasil pengecoran juga tergantung kepada disain dari pola, ada beberapa bagian penting yang harus di miliki oleh pola;

1. Bagian utama, Adalah bagian yang merupakan miniatur dari produk yang akan di buat. Hasil dari cetakan adalah rongga utama.
2. Bagian Inti, bagian yang sengaja di buat apabila di harapkan hasil produk akan membentuk rongga, sehingga perencanaan juga di lakukan pada pola, dimana pada pola di buatkan tempat sebagai dudukan inti (telapak inti) pada cetakan.

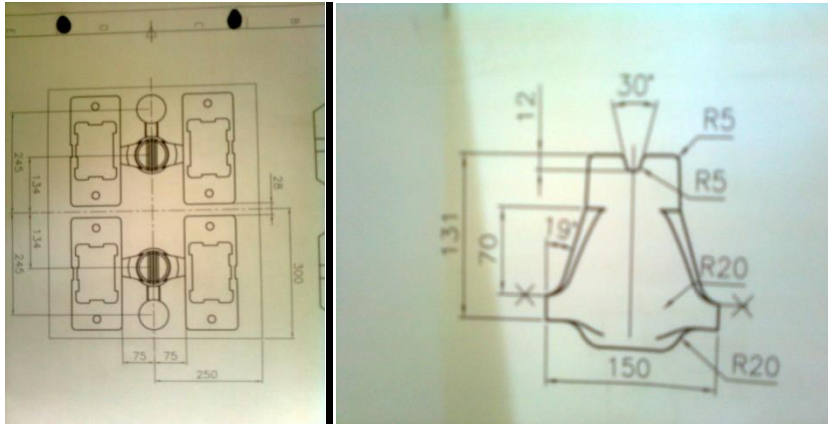
Dari bagian-bagian di atas, terkadang dalam perancangan dan pembuatan pola juga di lengkapi dengan bagian bagian seperti:

1. Bagian saluran masuk dan saluran tuang, bagian ini di buat agar pada cetakan akan terdapat rongga untuk saluran masuk dan saluran tuang.
2. Bagian untuk tambahan (riser), bagian tabahan ini sengaja juga di buat, terutama untuk produk berdimensi besar.
3. Bagian Finising, sengaja di buatkan untuk proses penghalusan permukaan yang akan memungkinkan dilakukan dengan proses pemesinan.

Pembuatan pola adalah membuat bentuk nyata dari sebuah gambar teknik dari birokontruksi, dengan memperhitungkan berbagai persyaratan dalam pengecoran, karena itu pemeriksaan pola harus di perhatikan.



Gambar 4.1 bagian bagian yang terdapat pada pola (Dokumentasi Penulis)



**Gambar 4.2** Contoh gambar teknik sebagai dasar untuk pembuatan pola (Dokumentasi Penulis)

Melihat dari bagian-bagian yang harus ada pada pola, maka beberapa hal yang harus diperhatikan dalam gambar yang akan menjadi referensi tersebut adalah:

1. Bahan baku yang akan di cor
2. Jumlah produksi
3. Macam-macam pola
4. Permukaan pisah
5. Bagaimana proses pembuatan pola yang mudah
6. Bagaimana dudukan inti tercetak pada pasir dengan baik, sehingga inti tetap stabil.
7. Penempatan inti harus sangat teliti agar tidak terjadi kesalahan penempatan.
8. Bagaimana supaya Pola dapat di bongkar dengan mudah.
9. Penentuan penempatan saluran tuang, saluran masuk dan posisi riser, agar terjadi aliran logam yang optimum.
10. Penentuan tambahan dimensi akibat penyusutan pada saat pembekuan.
11. Penentuan tambahan dimensi pada proses finishing.
12. Penentuan Kemiringan pola agar mudah dalam pelepasannya.
13. Bagaimana supaya pola tersebut mudah dalam pengeluarannya dari cetakan

Selain hal di atas, dalam pembuatan pola juga harus memikirkan tentang, bahan coran yang akan di cairkan, jumlah produksi, posisi telapak inti, permukaan pisah dan macam macam pola.

#### **4.1. JENIS POLA**

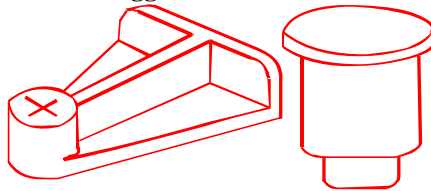
Berdasarkan bentuknya pola terbagi menjadi dua jenis yaitu;

1. Pola tetap: pola yang dapat di pakai berulang-ulang biasanya terbuat dari logam dan kayu.
2. Pola tidak tetap: pola yang hanya di pakai satu kali bisanya terbuat dari platik atau stirofom, lilin



Dan dari jenis ini dapat di kembangkan beberapa macam pola yang ada, antara lain adalah:

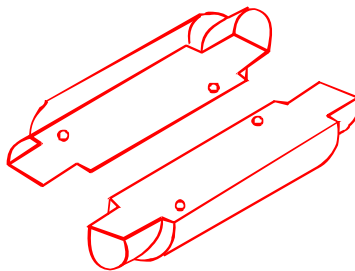
1. **Pola tunggal:**



Pola di buat menyatu pada keseluruhan bagian pada pola, yang sudah di lengkapi dengan pertimbangan untuk Penyusutan, kemiringan dan tambahan untuk proses pemesinan.

Gambar 4.3 Pola tunggal (Dokumentasi Penulis)

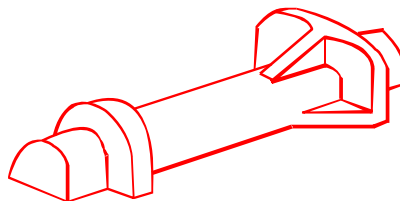
2. **Pola belahan:**



Pola di belah pada bagian tengah menjadi dua bagian sama besar, untuk mempermudah dalam pembuatan cetakan

Gambar 4.4 Pola belah (Dokumentasi Penulis)

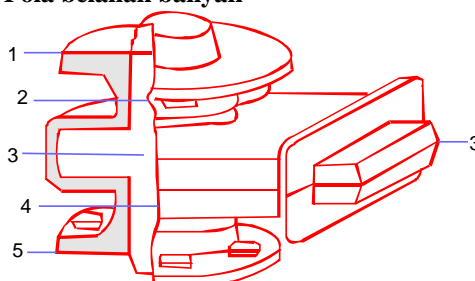
3. **Pola setengah**



Pola ini untuk kup dan dragnya simetri, cetakan pada kup dan dragnya hanya di buat dengan satu pola.

Gambar 4.5. Pola setengah (Dokumentasi Penulis)

4. **Pola belahan banyak**

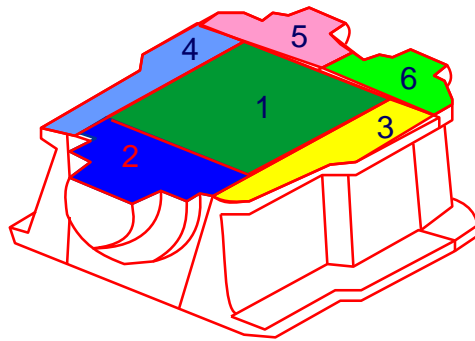


1,2,3,4,5 permukaan pisah dari pola

Gambar 4. 6 Pola belahan banyak (Dokumentasi Penuli

Di buat untuk produk yang cukup sulit, untuk memudahkan dalam penarikan pola dari cetakan (biasanya terjadi pergeseran, sehingga sering terjadi kesalahan ukuran)

## 5. Pola penarikan terpisah



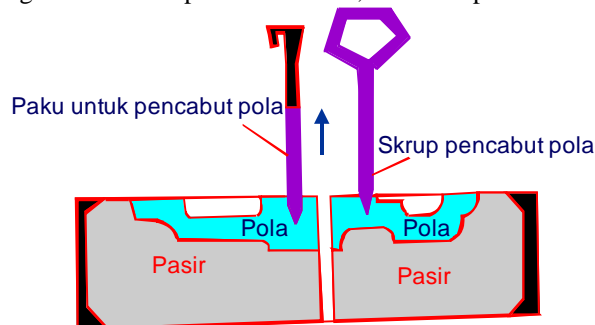
Pola ini dipakai untuk produk yang besar, pola ini dibuat secara terbagi – bagi untuk memudahkan dalam pengambilan dari cetakan (bagian tengah di ambil terlebih dahulu kemudian di ikuti oleh bagian dalam dan pinggir. Dengan urutan 1, 2, 3, 4, 5 dan 6

Gambar 4.7 Pola penarikan terpisah (Dokumentasi Penulis)

## 4.2. PENGELUARAN POLA DARI CETAKAN PASIR

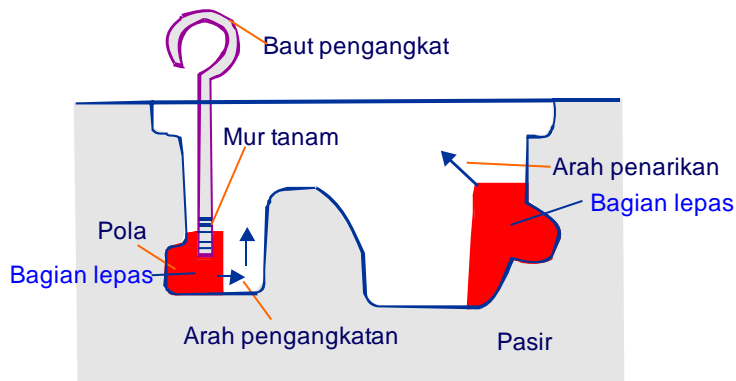
Pola setelah tercetak pada pasir dan harus di keluarkan atau di cabut kembali dari pasir. Dalam pembongkaran pola di harapkan pasir yang berada didinding pola ikut terbawa atau rontok. Cara pengeluran pola dari cetakan sangat tergantung kepada besar dan jenis polanya. Ada beberapa cara untuk mengeluarkan pola dari cetakan antara lain:

1. Menggunakan alat bantu berupa pengait seperti pin, paku pencabut atau sekrup. Alat bantu ini di pakai untuk pola pola yang berukuran kecil yang terbuat dari kayu. Cara ini juga tidak di gunakan untuk produksi massal, karena dapat merusak pola



Gambar 4.8. Proses pencabutan pola dengan paku dan skrup. (Dokumentasi Penulis)

2. Untuk mengeluarkan bagian pisah yang tertinggal setelah pola utama di keluarkan terkadang tidak dapat di keluarkan dengan bantuan jari, karena dapat merusak cetakan yang sudah terbentuk. Untuk itu di perlukan juga alat berupa baut pengangkat di mana pada polanya sudah di buat ulir dalam tempat baut tersebut. Metoda pencabutannya juga mengikuti aturan dan arah pencabutan termudah agar pasir yang sudah tercetak tidak rontok.



**Gambar 4. 9 Arah penarikan pola bagian lepas (Dokumentasi Penulis)**

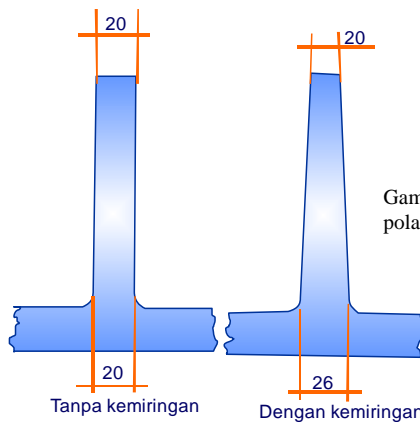
Bagian lepas adalah bagian bagian pola yang sengaja di pisah dari pola utama, karena berada pada posisi yang sulit seperti yang di tunjukan pada gambar 4.9. Kontruksi bagian lepas ini harus di sertai dengan dudukan dan pengarah agar terpasang dengan baik pada pola. Pada pola utam di keluarkan, bagian lepas ini akan tertinggal didalam cetakan dan kemudian di keluarkan dengan cara yang tepat dan arah penarikan yang benar, agar tidak merontokkan cetakan.

Keberadaan pola dengan bagian lepas ini memiliki kejelekan, maka dalam perencanaan disain sebaiknya jumlah bagian lepas ini sangat sedikit.

Beberapa keburukan dari bagian lepas ini antara lain adalah:

- Pada saat pengeluaran atau penarikan bagian lepas ini dari cetakan dapat merusak atau merontokkan cetakan yang sudah terbentuk
  - Pada saat pemadatan cetakan dengan pemukulan, dapat menyebabkan bagian lepas ini bergeser dari dudukannya hingga posisinya sudah tidak tepat lagi
  - Dalam pemasukan pola kedalam cetakan, bagian lepas ini sering terlupa dan hilang.
3. Untuk memudahkan dalam penarikan pola dan agar cetakan tidak rontok, maka pola yang di buat harus mempertimbangkan kemiringan.

Pola yang di buat tanpa kemiringan di khawatirkan pada saat penarikan dari cetakan akan merontokkan pasir, namun kalau di miringkan akan mempermudah penarikan dan cetakan tidak rontok.



Gambar 4.10 Contoh kemiringan pola (Dokumentasi Penulis)

Gambar 4.10 Contoh kemiringan pola (Dokumentasi Penulis)

Pola dapat di buat dari berbagai jenis bahan dimana kualitas pola sangat tergantung dari bahan pola. Pemilihan bahan pola sangat tergantung dari tingkat kesulitan, baik pada saat pembuatan pola tersebut atau tingkat kesulitan dalam pembongkarannya dari cetakan. Selain itu di pilihnya bahan pola juga mempertimbangkan dimensi, ketelitian dan umur pakainya.

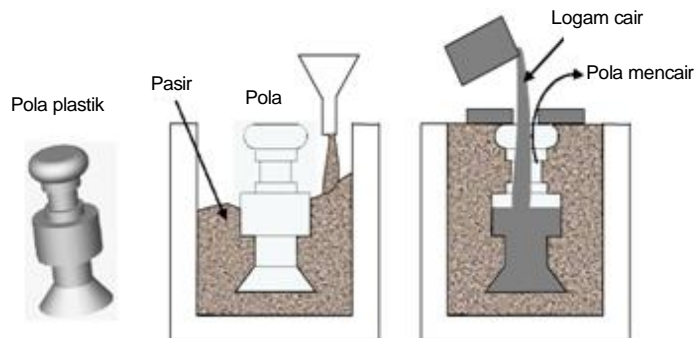
Antara lain bahan pola adalah:

### 1. Kayu

Biasanya di pakai untuk bentuk-bentuk rumit. Proses pembuatan dengan pemahatan atau proses pemesinan. Untuk pemakaian berulang sangat rentan terhadap aus, jadi dapat di gunakan untuk beberapa kali pakai.

### 2. Sterofoam atau plastik,

Biasanya hanya untuk sekali pakai, dan pola ini tidak di bongkar tetapi di biarkan didalam cetakan dan pada saat penuangan akan terbakar oleh logam cair dan menguap.



Gambar 4.11 Skematik pola plastik dan sterofoam (Dokumentasi Penulis)

### 3. Lilin

Hampir sama dengan sterofoam, hanya untuk sekali pakai. Pola ini juga tidak di bongkar, dibiarkan didalam cetakan dan akan mencair/menguap dengan sendirinya pada saat penuangan logam cair. Proses pembuatannya dapat menggunakan cetakan dan pemahatan.

#### 4. Logam

Biasanya di gunakan untuk produksi masal dan bentuk-bentuk dengan ketelitian yang tinggi, dan proses pembuatannya dengan proses pemesian (CNC) atau pengecoran.

#### 5. Resin

Biasanya di gunakan untuk bentuk bentuk rumit dan hanya untuk beberapa kali penggunaan. Proses pembuatannya dapat menggunakan cetakan.

### 4.3. PEMERIKSAAN POLA

Pemeriksaan pola perlu di lakukan untuk mendapatkan rongga cetak yang sesuai dengan yang di rencanakan. Ada beberapa pemeriksaan pada pola antara lain:

#### 1. Pemeriksaan visual dengan mata telanjang.

Pemeriksaan di fokuskan pada bentuk pola yang di sesuaikan dengan disain atau gambar teknik yang di minta. Pemeriksaan di lakukan pada beberapa sudut pandang seperti: pandangan samping, pandangan depan dan Pemeriksaan dengan perbandingan, secara visual dari seluruh permukaan pola.

Pemeriksaan ini meliputi;

- Bentuk dasar pola
- Warna pola
- Kemiringan pola
- Jumlah sisi belah
- Penyusutan yang akan terjadi pada saat pembekuan
- Saluran masuk, telapak inti
- Kesimetrisan

Dan sebagainya, yang berhubungan dengan pola sesuai dengan disain.

#### 2. Pemeriksaan Ukuran.

Pemeriksaan di fokuskan kepada ukuran dimensi yang di sesuaikan dengan disain atau gambar teknik. Pemeriksaan pengukuran ini menggunakan alat ukur seperti: jangka sorong, jangka ukur, dan alat ukur lainnya.

Pada saat pengecoran terjadi penyusutan pada waktu pembekuan, besarnya penyusutan sering tidak sesuai dengan: bahan coran, bentuk, tempat, tebal coran, ukuran dan kekuatan inti.

Besarnya penyusutan tergantung dari bahan coran, maka besarnya penambahan untuk penyusutan pada pola ini dapat disarankan sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Tambahan ukuran pola untuk penyusutan**

<b>Tambahan Penyusutan pada pola</b>	<b>Bahan yang akan di cor</b>
8/1000	Besi cor, baja cor tipis
10/1000	Alumnium
12/1000	Paduan Aluminium,
14/1000	Kuningan
16/1000	Baja (tebal lebih dari 10mm
20/1000	Baja yang sangat tebal

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa besi cor memiliki penyusutan yang rendah dan untuk baja dengan ketebalan yang tinggi memiliki penyusutan yang tinggi. Maka dengan tabel ini dapat menjadi acuan dalam membuat pola untuk mempertimbangkan penyusutan yang akan terjadi.

Dalam disain pola juga harus mempertimbangkan kelebihan tebal bahan untuk proses pemesinan. Kelebihan tebal berbeda-beda tergantung kepada;

- Bahan coran
- Ukuran
- Arah kup dan drag
- Keadaan pekerjaan mekanik

Agar pasir tidak menempel pada pola saat pembongkaran maka di beri atau di taburi bahan pemisah. Bahan pemisah yang sering digunakan antara lain

- Bahan pemisah berupa serbuk yang ditaburkan sebelum pasir di ayakkan diatasnya. Bahan pemisah serbuk tersebut biasanya terbuat dari;

- Serbuk grafit
- Bedak
- Tepung

- Bahan Pemisah cair: minyak tanah dan lilin

Menurut standar DIN 1511, pola sebaiknya di beri panandaan. Penandaan ini bisa berupa penomoran dan pewarnaan pada pola. Ada beberapa tujuan dalam pemberian tanda dan pengecatan ini:

- Untuk memudahkan dalam mengeluarkan pola dari cetakan
- Untuk Memudahkan dalam pekerjaan dalam membuat cetakan
- Untuk mengetahui bahwa cetakan yang akan di buat akan di isi dengan bahan logam cair apa
- Untuk mengetahui bagian lepas dan dudukan inti
- Untuk mengetahui bagian pengerjaan akir

**Tabel 4. 1. DIN 1511 Pewarnaan dan penandaan pola**

Bahan baku	Warna pola	Bagian pengerjaan akhir
Besi cor kelabu	Merah	Kuning
Besi cor nodular	Ungu	Kuning
Baja Cor	Biru	Kuning
Logam berat	Kuning	Merah
Logam Ringan	Hijau	Kuning

**Tabel 4.2 Tanda tanda umum untuk menentukan bagian-bagian pada pola**

BAGIAN	Tanda
Dudukan inti dan posisi inti pada permukaan datar	Hitam merata
Dudukan bagian lepas dan letak baut	Hitam bergaris tepi
Bagian buang	Warna dasar pola dan di arsir hitam

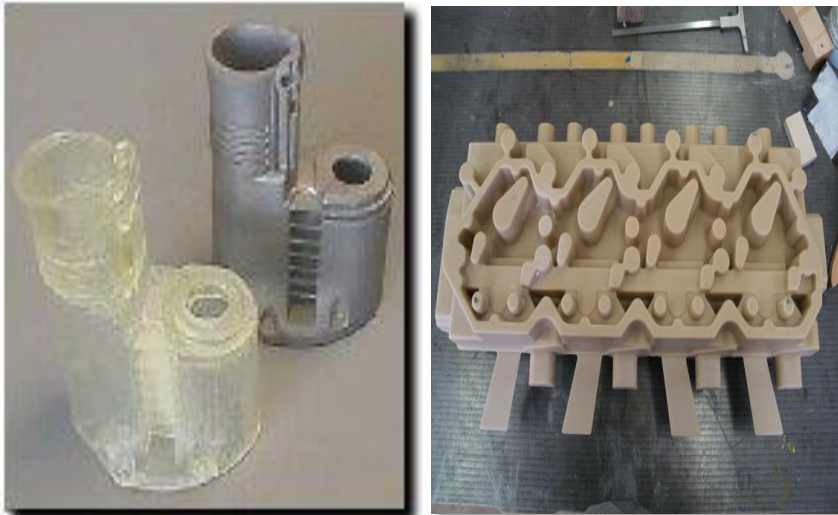


Gambar 4.12. Pola dari Kayu (kovatchcastings.com)



Gambar 4.13 Pola dari logam (kovatchcastings.com)





**Gambar 4.14 Pola dari Resin**



**Gambar 4.15 Pola dari plastik dan sterofoam ( [www.arcabrasives.com](http://www.arcabrasives.com) )**

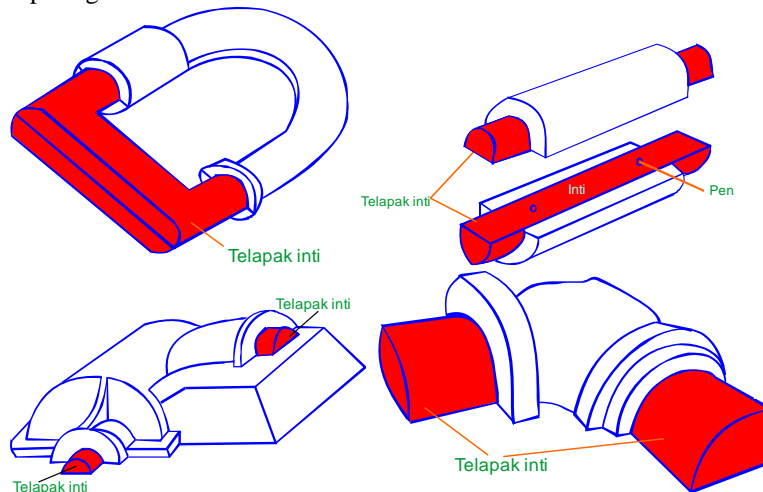


# 5 INTI

## 5.1. KARAKTERISTIK INTI

Dalam proses pengecoran inti berfungsi untuk membuat rongga rongga dalam hasil coran. Inti ditempatkan dalam rongga cetak sebelum penuangan untuk membentuk rongga dibagian dalam produk dan akan dibongkar setelah coran membeku dan dingin. Agar inti tidak mudah bergeser dan stabil pada saat penuangan logam cair, diperlukan dudukan inti (*core prints*). Dudukan Inti sudah di pertimbangkan dalam pembuatan pola, yang di kenal dengan telapak inti.

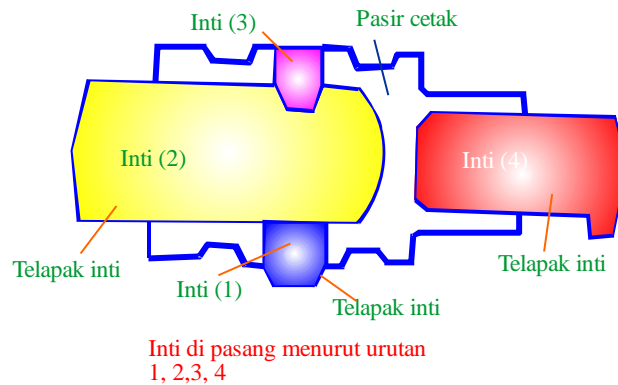
Pada saat pola di lepas dari cetakan, akan terdapat telapak inti pada cetakan tersebut. Telapak inti selain untuk memegang inti, juga diharapkan untuk menyalurkan gas dan udara yang terjebak. Beberapa bentuk telapak inti yang terdapat pada pola dapat di lihat seperti gambar.



Pen diantara pola di buat agar tidak terjadi pergeseran posisi telapak inti pada saat pencetakan pola pada pasir.

Gambar 5.1. Contoh telapak inti pada pola (Dokumentasi Penulis)

Untuk bentuk bentuk rongga yang rumit inti dapat berjumlah banyak dalam suatu proses pembuatan rongga, sebagai contoh seperti pada gambar di bawah, inti berjumlah empat dan pemasangannya berdasarkan no urut, dimana pemasangan di awal dari no 1, 2 dan seterusnya.



**Gambar5.2. Contoh inti dengan jumlah banyak (Dokumentasi Penulis)**

Perbedaan pola dengan inti adalah, pola setelah di cetak dalam pasir, maka pola di keluarkan kembali dari tumpukkan pasir, sedangkan inti di letakkan setelah pola di keluarkan dan akan bersentuhan langsung dengan logam coran. Oleh sebab itu inti harus memiliki sifat sifat antara lain:

- Harus memiliki kekuatan terhadap gesekan.  
Logam panas mengalir menyelimuti inti dengan kecepatan dan tekanan yang relatif tinggi, sehingga permukaan inti harus kuat untuk mengatasi gesekan yang akan terjadi.
- Harus memiliki ketahanan terhadap pengaruh tekanan.
  - Tekanan berasal dari tekanan logam cair yang akan menekan inti ke atas oleh sebab perbedaan massa jenis.
  - Tekanan atau tegangan yang berasal dari beratnya sendiri. Ini dapat terjadi pada saat inti di letakkan pada telapak inti, karena pengaruh berat inti dapat melengkung, retak atau patah.
- Harus memiliki ketahanan terhadap temperatur tinggi
  - Cairan yang bertemperatur tinggi akan meresap kedalam pori pori inti, jika inti tidak tahan maka inti akan rontok.
  - Bahan pengikat pasir inti selama penuangan akan terbakar dan membentuk gas dan terjadi pemuaiian gas di dalam pori pori inti. Gas ini akan dapat meretakkan dan memecahkan inti, jika inti tidak kuat.
  - Setelah coran membeku, maka akan terjadi penyusutan, dan inti harus dapat meredam penyusutan ini. Jika inti pecah, maka hasil coran akan retak
  - Panas yang terlalu lama menyebabkan cairan logam akan menembus pori pori dan bersatu dengan pasir, hal ini akan menyebabkan permukaan hasil coran kasar atau coran akan cacat karena penetrasi dari logam cair.
- Setelah pembekuan, inti harus mudah di bongkar, sehingga coran dapat dengan mudah di bersihkan.

## 5.2. PERSIAPAN INTI

Inti dapat di buat dari pasir dengan pengikat khusus seperti semen dan kemudian dilakukan pengerasan. Untuk memenuhi sifat sifat di atas, maka ada beberapa hal yang harus di perhatikan dalam pembuatan inti antara lain:

### 1. Proses pemadatan

Bagian bagian inti yang keropos di sebabkan karena pemadatan yang tidak cukup. Akibatnya cairan akan menembus pori pori inti sehingga hasil akhir permukaan coran akan kasar.

Pada tabel di bawah ada beberapa jenis pasir untuk membuat ini dan metoda pemadatan yang di lakukan:

Tabel 5.1. Jenis pasir inti dan cara pemadatannya

JENIS PASIR INTI	PEMADATAN	KETERANGAN
Pasir gemuk	Tingkat Pemadatan cukup tinggi dan menengah. Dapat dilakukan dengan mesin atau manual	Di gunakan untuk inti sederhana dengan permukaan yang luas. Untuk pengerasan harus di panaskan sekitar 200°C
Pasir gemuk sintetis	Tingkat pemadatan yang rendah. Dapat dilakukan dengan cara manual	Inti akan mengeras didalam kotak intinya karena pengaruh oksigen dari udara. Untuk meningkatkan kekerasan di panaskan sekitar 220°C
Pasir dengan pengikat sintetis (campuran resin)	Tingkat pemadatan yang rendah. Dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan cara vibrasi.	Karena ada pengaruh asam, maka inti akan mengeras sendiri.
Pasir CO <sub>2</sub>	Tingkat pemadatan yang rendah dan menengah. Dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin penyemprot.	Akan mengeras setelah di tiup dengan gas CO <sub>2</sub>
Pasir cold box	Tingkat pemadatan yang rendah dan menengah. Dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin penyemprot.	Akan mengeras sendiri setelah di tiup dengan gas trietilamin yang menjadi katalis.

### 2. Proses pemadatan dan pengeringan inti

Ada beberapa pasir yang pengeringannya harus di panaskan pada temperatur yang relatif tinggi yaitu berskisar antara 180°C hingga 220°C yaitu **pasir gemuk dan pasir gemuk sintetis**. Pada proses pemanasan gemuk akan mengkristal dan akan meningkatkan kekerasan inti. Sebagian dari gemuk yang mengikat pasir inti akan menguap menjadi gas.

Temperatur pengeringan harus di jaga pada batas yang diijinkan dan peningkatannya juga lambat hingga mencapai temperatur maksimum kemudian di tahan. Hembusan gas panas harus merata ke seluruh permukaan inti.

Bahan baku cetakan adalah penghantar panas yang sangat buruk, maka waktu pemanasan harus di perhatikan hingga inti benar-benar kering sama sekali.

Apabila inti tidak kering maka akan menimbulkan banyak gas pada saat penuangan yang akan menyebabkan terjadinya porositas dan permukaan coran akan kasar. Permukaan yang kasar ini akan menyebabkan inti akan sulit untuk di bongkar dan di bersihkan.

Namun pengeringan yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan ketahanan dan kekerasan permukaan inti.

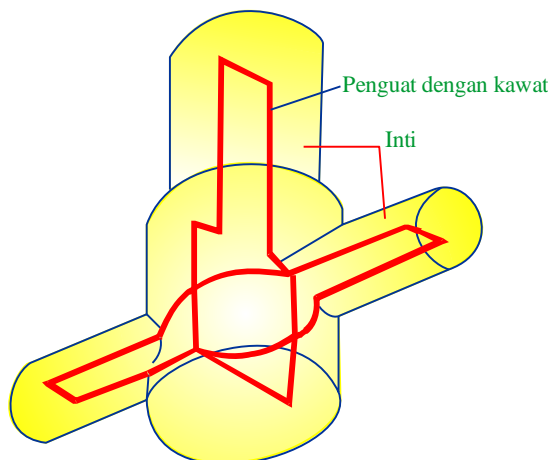
### 3. Penguat Inti

Selain dari kekuatan dari bahan inti sendiri, inti harus masih di beri penguat pada bagian dalam. Prinsipnya adalah menyisipkan bahan penguat seperti tulangan di dalam inti. Penguat ini harus memiliki sifat sifat sebagai berikut:

- a) Penguat harus stabil di dalam inti
- b) Pada saat pemasangan, penguat tidak boleh melenting atau melengkung. Hal ini akan berpengaruh pada saat penuangan, akibat panas maka penguat yang melenting tadi akan membalas lentingannya akibat pemuain, hal ini dapat memecahkan inti.
- c) Logam coran saat pembekuan akan menyusut. Maka penguat harus dapat menyesuaikan diri terhadap penyusutan tersebut.
- d) Setelah pembekuan, penguat harus dapat di keluarkan dalam rongga coran dengan mudah. Hal ini sangat tergantung kepada disain inti dan disain pemasangan penguat.

Bahan bahan penguat tersebut antara lain:

- o Baja baja pejal
- o Kawat
- o Logam Coran yang sengaja di buat untuk penguat
- o Pipa pipa loga



Gambar5.3. Contoh inti dengan penguat kawat (Dokumentasi Penulis)

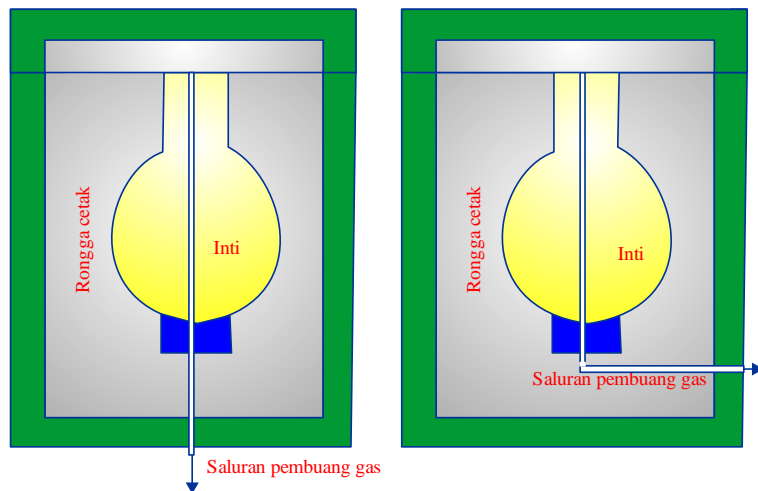
#### 4. Saluran pembuangan gas

Aliran panas akibat penuangan cairan dari coran menyentuh langsung kepermukaan inti hal ini menyebabkan terbentuknya gas didalam inti, apabila tidak ada pembuangan gas, maka gas akan terjebak, hal ini akan merusak inti. Gas gas tersebut bersal dari:

- Udara dari dalam pori pori inti
- Uap air dari pasir atau dari bahan inti
- Bahan pengikat pasir dan inti yang terbakar.

Saluran gas yang di buat didalam inti harus saling bersambungan dan tidak terjadi penyumbatan, karena apabila terjadi penyumbatan, maka gas akan mencari jalan keluar melalui logam coran. Hal ini akan menyebabkan gas tadi akan terperangkap di dalam coran membentuk porositas.

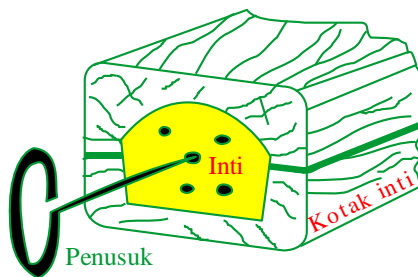
Cairan coran juga harus di jaga agar tidak masuk kedalam saluran gas. Maka dalam disain, saluran gas dibuat di tengah tengahnya dari inti.



Gambar 5.4. Contoh saluran pembuangan gas bisa diarahkan kebawah atau kesamping.  
(Dokumentasi Penulis)

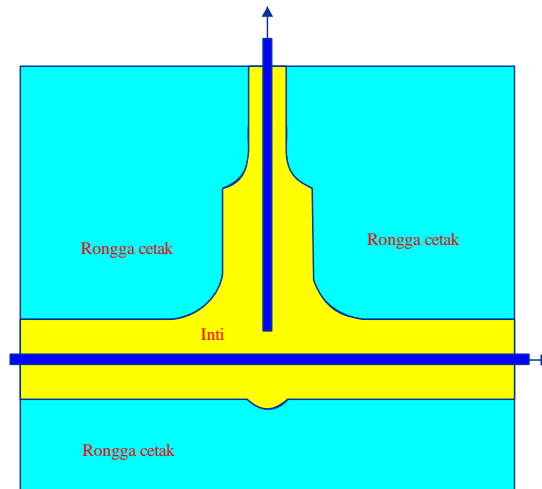
Beberapa disain pembuangan gas dalam inti antara lain:

- Apabila ukuran inti kecil dan berbentuk datar, maka sebelum pengerasan inti di tusuk tusuk dengan batang besi bulat untuk membuat saluran



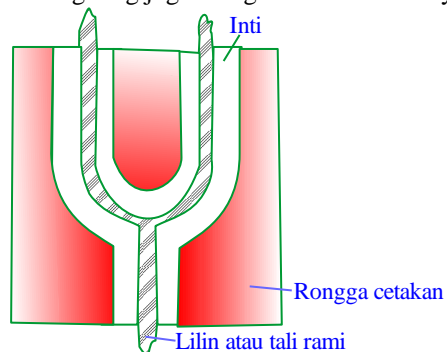
Gambar 5.5. Penusukan inti dengan batang bulat. (Dokumentasi Penulis)

- Inti datar dengan bagian bagian menyilang atau menyamping, pada saat pembuatan di letakkan batang batang besi bulat di tengah tengah inti. Sebelum pengerasan batang ini kembali di cabut.



**Gambar 5.6. Pembuatan saluran dengan batang besi (Dokumentasi Penulis)**

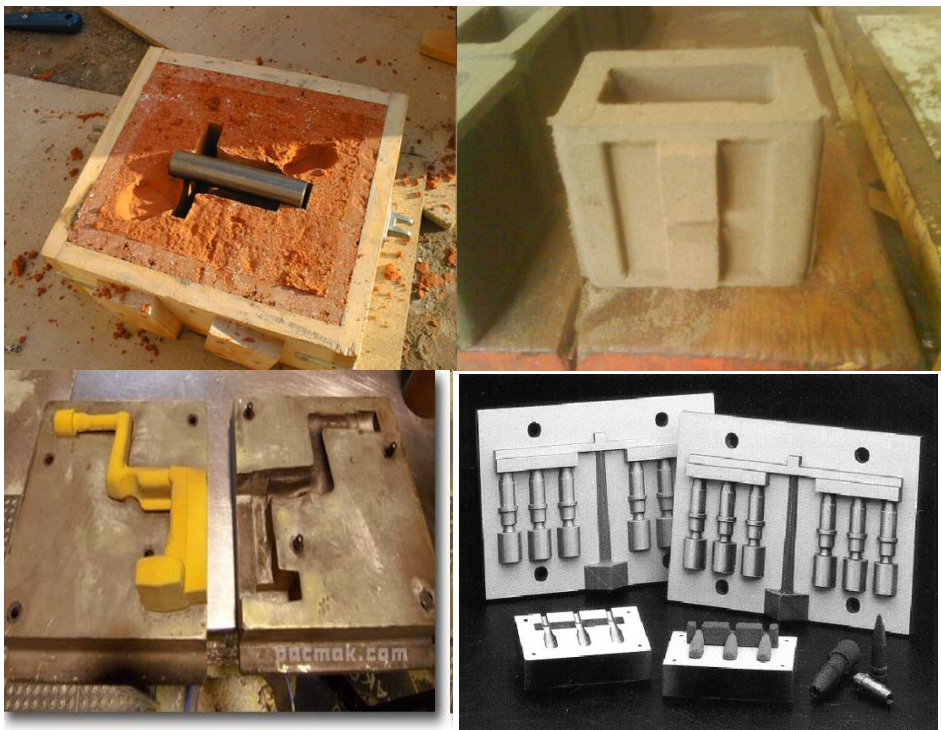
- Untuk inti dengan bentuk bentuk melengkung, maka di butuhkan saluran yang melengkung juga mengikuti bentuk intinya.



Untuk itu di butuhkan bahan yang elastis dan mudah di bentuk. Biasanya menggunakan lilin atau tali rami pada saat pembuatan inti. Dan pada saat pengerasan dengan pemanasan, maka lilin atau tali rami tersebut akan mencair atau terbakar sehingga akan meninggalkan rongga di dalam inti.

**Gambar 5.7. Pembuatan saluran pada inti yang melengkung**

Tapi tidak semua inti terbuat dari pasir, namun ada juga yang terbuat dari logam. Untuk inti yang terbuat dari logam harus memiliki temperatur cair yang lebih tinggi dari logam yang akan di tuang dan tidak mudah bersenyawa dengan logam yang akan di tuang. Biasanya inti yang terbuat dari logam di gunakan untuk proses pengecoran dengan tekanan tinggi (die casting dan sentripugal). Dan inti tersebut harus mudah di lepas dari rongga coran.



Gambar 5. 8. Beberapa contoh inti. (indiamart.com)





# 6 PENGECORAN KHUSUS

Dikatan pengecoran khusus, karena proses pengecoran yang di lakukan dengan sistem pegecoran yang sangat komplit dan di bantu oleh mesin mesin. Sangat berbeda dengan proses pengecoran menggunakan cetakan pasir, dimana sistem pengecoran nya sangat sederhana dengan proses manual.

*Pengecoran sistem sentripugal*

- Logam cair mengalir kedalam rongga cetakan dengan memanfaatkan gaya sentripugal

*Pengecoran sistem tekanan*

- Logam cair mengalir kedalam rongga cetakan dengan bantuan tekanan

## 6.1. PENGECORAN SISTEM SENTRIPUGAL

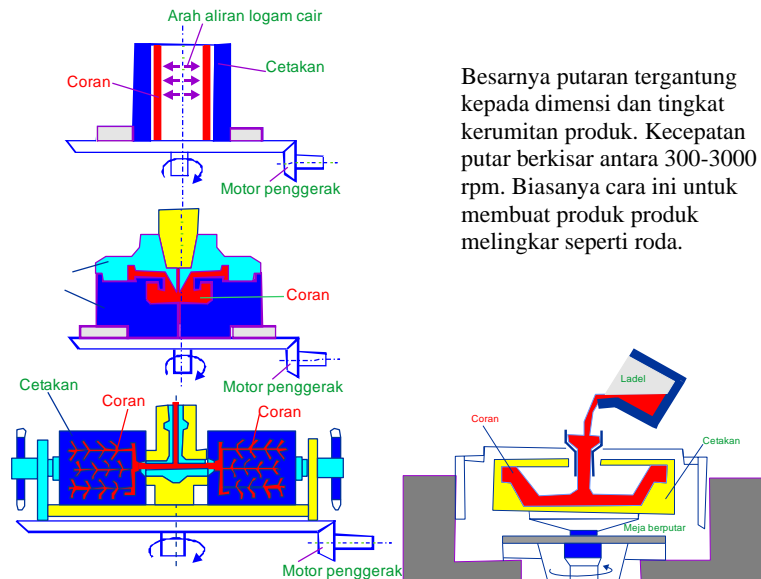
Proses Pengecoran dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar sehingga logam cair mengalir masuk kedalam rongga cetakan akibat pengaruh *Gaya Sentripugal*.

Di lihat dari prinsip kerja pengecoran dengan sistem sentripugal ini, maka yang paling tepat adalah untuk membuat produk produk yang berbentuk silinder dan berdimensi melingkar seperti pipa, roda dan berdimensi simentris antara dua permukaan. Tapi tidak menutup kemungkinan juga sistem pengecoran sentripugal ini juga dapat membuat produk produk yang tidak berbentuk silinder.

Dalam proses pengecoran sentripugal biasanya menggunakan cetakan yang terbuat dari logam, pasir dan grafit. Tapi untuk putaran tinggi cetakan logam sangat sering di gunakan. Dari arah putaran cetakan dan posisi coran proses pengecoran sentripugal terbagi dua yaitu dengan cara:

### 1. Vertikal

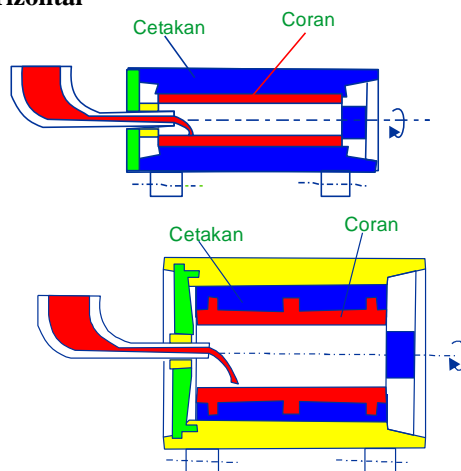
Dari gambar dapat di jelaskan bahwa prinsip dari proses pengecoran sentripugal vertikal ini adalah dengan cara logam cair di tuangkan kedalam cetakan yan di putar dalam sumbu vertikal, sehingga logam cair dengan gaya sentripugal masuk atau memenuhi semua rongga cetakan. Besarnya putaran tergantung kepada dimensi dan tingkat kerumitan produk. Kecepatan putar berkisar antara 300-3000 rpm. Biasanya cara ini untuk membuat produk produk melingkar seperti roda.



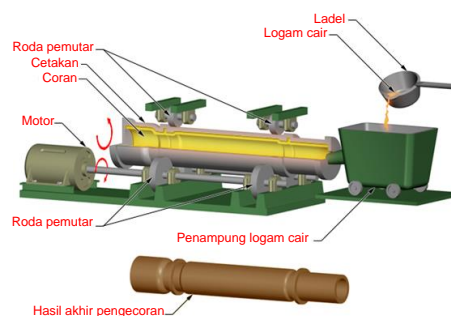
Besarnya putaran tergantung kepada dimensi dan tingkat kerumitan produk. Kecepatan putar berkisar antara 300-3000 rpm. Biasanya cara ini untuk membuat produk produk melingkar seperti roda.

**Gambar 6.1. Skematik Proses pengecoran sentripugal vertikal (Dokumentasi Penulis)**

## 2. Horizontal



Dari gambar samping dapat di jelaskan bahwa prinsip dari proses pengecoran sentripugal horizontal ini adalah dengan cara logam cair di tuangkan kedalam cetakan yan di putar dalam sumbu horizontal, sehingga logam cair dengan gaya sentripugal masuk atau memenuhi semua rongga cetakan. Besarnya putaran tergantung kepada dimensi dan tingkat kerumitan produk. Kecepatan putar berkisar antara 300-3000 rpm. Biasanya cara ini untuk membuat produk produk melingkar seperti pipa.



**Gambar 6.2. Skematik Proses pengecoran sentripugal horizontal (Dokumentasi Penulis)**



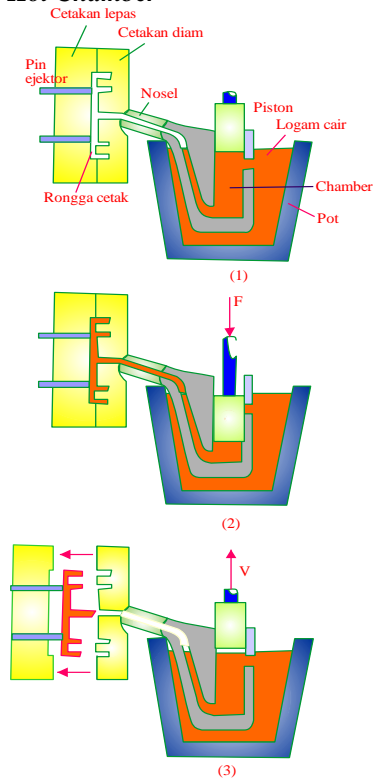
Gambar 6.3 Contoh produk sentripugal casting ([www.mechanicalengineeringblog.com](http://www.mechanicalengineeringblog.com))

## 6.2. PENGECORAN SISTEM TEKANAN

Proses pengecoran ini dimana logam cair di mampatkan kedalam rongga cetakan dengan cara di tekan, baik dengan tekanan rendah maupun tekanan tinggi. Cairan logam di suntikan kedalam rongga cetakan dengan kecepatan tinggi 20 hingga 70 m/detik. Proses ini sering di kenal dengan proses *Die Casting*. Proses die casting ini bekerja dengan sistem hidrolik dengan suatu rangkaian chamber, silender injeksi dan katup, menghasilkan gerak yang berurutan dan bersambung hingga logam cair memasuki rongga cetak.

Ada dua ada dua metoda pengecoran dengan tekanan ini yaitu:

## 1. *Hot Chamber*



Gambar 6.4. Skematik Hot chamber (Dokumentasi Penulis)

Pada gambar 4.4, tahap pertama (gambar 1), Logam cair di tampung pada chamber. Proses injeksi atau penyuntikan langsung dari chamber atau tanur penahan panas. Penyuntikan di lakukan dengan penekanan piston hingga logam cair di paksakan masuk kedalam cetakan (*die*). (Gambar 2). Besarnya gaya injeksi logam cair dapat mencapai 400-400 ton.

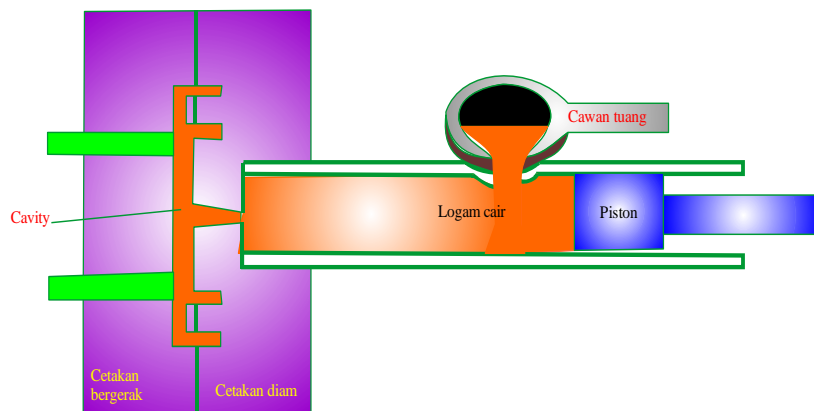
Setelah logam cair memenuhi rongga cetak, maka piston di tarik kembali, maka cairan akan masuk kedalam silinder (chamber) dengan sendirinya.

Pada gambar 3, setelah proses injeksi selesai, cetakan lepas di buka dan coran di lepas dari cetakan.

Proses produksi dengan metoda ini sangat cepat dan dapat mencetak produk produk dengan ukuran yang kecil dan teliti. Namun biaya perlatan untuk proses ini sangat mahal.

## 2. *Cold Chamber*

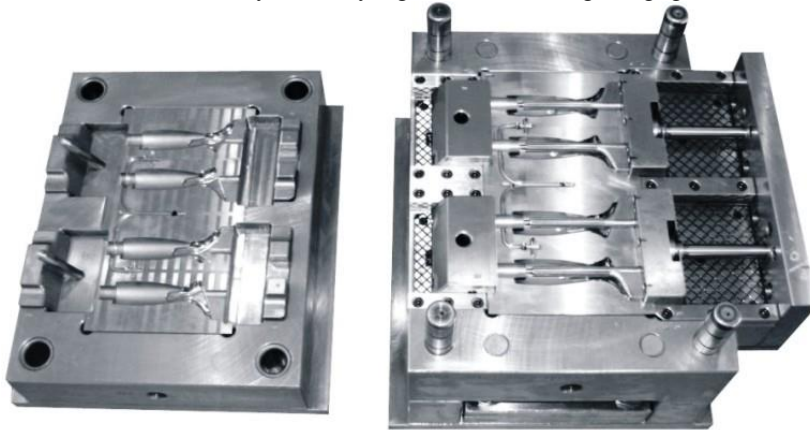
Piston injeksi terpisah dengan tanur. Logam cair di tuangkan dengan ladle kedalam silinder penyuntik secara manual atau otomatis, gambar 4.5. Logam cair di suntikan kedalam cetakan dengan piston hidrolik bertekanan tinggi.



Gambar 6.5. Skematik Cold Chamber (Dokumentasi Penulis)

Karena logam cair di injeksi atau di tekan dengan kecepatan tinggi, maka cetakan yang di gunakan adalah untuk jenis pengecoran ini adalah cetakan logam. Ada beberapa hal yang harus di perhatikan pada cetakan logam untuk proses die casting ini antara lain:

1. Bagian belahan dari cetakan, terutama pada permukaan pisah harus di kerjakan dengan baik dan pertemuan antara dua permukaan cetakan tersebut sangat rapat agar dapat menahan rembesen cairan logam yang di injek dengan tekanan tinggi.
2. Untuk disain coran yang berongga, sehingga selama proses penyuntikan logam cair akan menyelimuti inti dengan tekanan yang tinggi. Maka posisi inti harus stabil dan di lengkapi dengan pengunci-pengunci, dan saat pembekuan maka inti akan di jepit oleh coran dalam hal ini dalam disain harus mempertimbangkan agar inti dapat dengan mudah untuk di cabut.
3. Setelah pengecoran, hasil pengecoran harus mudah di lepaskan dari cetakan dan tidak menempel pada cetakan. Maka untuk itu perlu di beri lapisan dari bahan pemisah seperti pelumas. Syarat dari bahan pemisah adalah:
  - a. Tidak menghasilkan kotoran pada permukaan coran
  - b. Tidak menghasilkan gas yang banyak pada saat penyuntikan
  - c. Memiliki daya lekat yang tinggi di permukaan cetakan
  - d. Memiliki daya lumas yang baik untuk mengurangi gesekan.



**Gambar 6.6. Contoh cetakan die casting. (bbr-construction.com )**

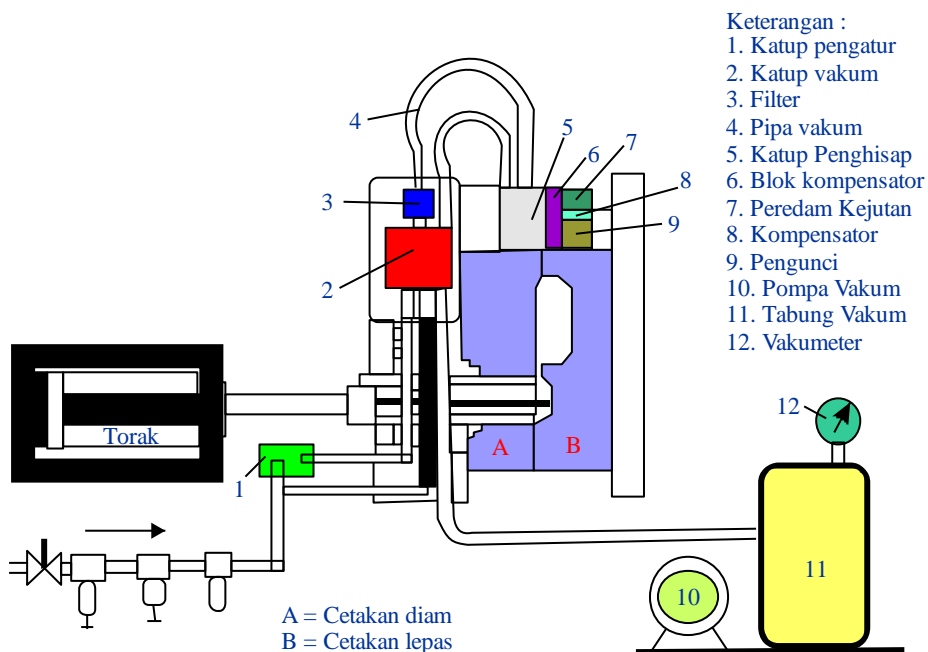
4. Pembuangan gas pada cetakan sangat penting untuk menghindari terperangkapnya gas yang dapat menyebabkan terbentuknya porositas pada coran. Akibat penyuntikan yang sangat cepat sehingga tidak sempat lagi keluar melalui saluran saluran yang ada. Maka untuk proses die casting ini, terbentuknya porositas pada coran sangat tinggi sekali. Gas-gas yang terperangkap tersebut berasal dari:
  - a. Udara dalam sistem pengecoran
  - b. Udara yang ada dalam silender injeksi
  - c. Udara yang berada dalam rongga cetakan
  - d. Gas dari bahan pemisah atau pelumas yang terbakar.

Sangat sulit untuk memperkirakan penempatan saluran pembuangan yang harus di buat. Namun dengan penyaluran ini pun, hanya sebagian kecil udara saja yang dapat keluar. Kemungkinan kemungkinan saluran tersebut seperti:

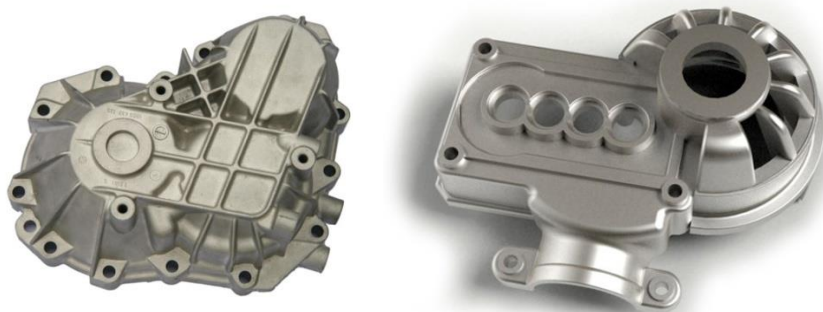
- Memberikan celah celah dari bagian cetakan, dalam hal ini inti sangat tepat membantu pengeluaran gas
- Suaian longgar yang di disain agar pada saat penyuntikan cetakan dapat bergerak, namun tidak merubah dimensi dan bentuk.

Salah satu cara untuk mengatasi masalah pembuangan udara dari rongga cetakan adalah dengan memvakumkan. Dengan bantuan pompa vakum (gambar 4.7), udara dari dalam rongga cetak di hisap keluar. Syarat dari cetakan yang dapat di lakukan pemvakuman adalah ssetiap celah dari cetakan termasuk permukaan pisah, harus benar benar dalam kondisi rapat. Beberapa cara pemvakuman adalah:

1. Penghisapan udara melalui saluran saluran pembuangan udara dari dalam rongga cetakan yang kemudian sesaat sebelum penyuntikan berakir penghisapan di hentikan dan di tutup.
2. Penghisapan dengan menggunakan katup. Penghisap dipasang pada cetakan. Penghisapan di lakukan sejak awal injeksi. Ketika injeksi berakir dan logam cair menyentuh membran khusus dengan tekanan yang tinggi, maka penghisapan secara otomatis berhenti. Katup penghisap ini di pasang pada bagian terakhir yang di sentuh oleh logam cair.



Gambar 6.7. skematik proses pemvakuman. (Dokumentasi Penulis)





**Gambar 6.8. Contoh contoh produk die casting**  
([www.autopartportal.com](http://www.autopartportal.com), [www.aludiecasting.com](http://www.aludiecasting.com), [www.cnmould.com](http://www.cnmould.com))





# 7 KARAKTERISTIK LOGAM COR

## 7.1. BESI COR

Besi cor adalah paduan Fe (besi) + C (Karbon) dengan kandungan karbon (C) > 1,7 % yang di tambahkan 1-3 %Si. Unsur lain dapat ditambahkan dengan maksud untuk meningkatkan sifat-sifat seperti kekuatan, kekerasan atau ketahanan korosi. Unsur yang umumnya ditambahkan yaitu Cr, Cu, Mo dan Ni.

Apabila di dibandingkan dengan Baja, Besi cor memiliki temperatur cair lebih rendah dan juga lebih “encer” ketika cair. Sifat mekanik besi cor tergantung pada jenis struktur mikronya yaitu bentuk dan distribusi elemen-elemen penyusunnya. Salah satu elemen yang berpengaruh adalah *grafit dan matriks*.

Kekuatan dan keuletan dari besi cor sangat di pengaruhi oleh Jumlah, ukuran dan bentuk *grafit*. Selain *grafit*, *matriks* juga ikut mempengaruhi sifat mekaniknya.

*Matriks* besi cor sama dengan yang terdapat pada baja, yaitu feritik, perlitik, feritik+perlitik dan martensitik. *Matriks* yang terbentuk tergantung pada Komposisi kimia, Laju pendinginan, dan Proses perlakuan panas.

Sifat *matriks* dan karakter *grafit* diperoleh dari kesetimbangan:

- Komposisi kimia
- Derajat *inokulasi*
- Laju pembekuan
- Pengaturan laju pendinginan

Untuk mendapatkan sifat yang diinginkan, biasanya pada besi cor diterapkan perlakuan panas karena dari kondisi hasil pengecoran tidak diperoleh sifat yang diinginkan. Proses perlakuan panas yang umum diterapkan: *Annealing*, *Austenitizing* dan *Quenching - Tempering*

Ada lima jenis besi cor yang sering di gunakan atau di kenal antara lain:

1. Besi cor putih (*white cast iron*)
2. Besi cor kelabu (*grey cast iron*)
3. Besi cor malleable (*malleable cast iron*)
4. Besi cor nodular (*ductile cast iron*)
5. *Compacted graphite cast iron* (memiliki struktur mikro antara besi cor kelabu dan besi cor nodular).

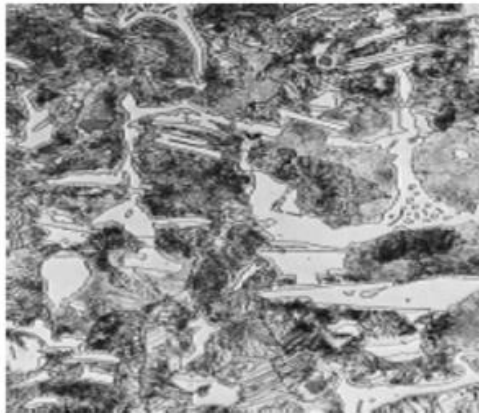
1. Besi Cor Putih

Besi cor putih terbentuk ketika unsur karbon (C) tidak mengendap sebagai *grafit* selama proses pembekuan, akan tetapi tetap berkaitan dengan unsur besi (Fe), krom (Cr) atau molibden (Mo) membentuk karbida.

Besi cor putih bersifat keras dan getas dan memiliki tampilan patahan seperti kristal berwarna putih.

Proses terbentuknya besi cor putih akibat:

- Rendahnya kandungan karbon dan silicon
- Adanya unsur-unsur pembentuk karbida seperti Cr, Mo
- Laju pendinginan dan pembekuan yang tinggi



Tidak terdapat grafit, fasanya terdiri karbida dan perlit.

**Gambar 7.1 struktur mikro besi cor putih (Dokumentasi Penulis)**

## 2. Besi Cor Kelabu

Besi cor kelabu merupakan paduan dari unsur-unsur besi (Fe), karbon (C) dan silicon (Si) yang mengandung karbon bebas dalam bentuk *grafit*. Nama besi cor kelabu didapat dari tampilan patahan berwarna kelabu.

Besi cor kelabu untuk keperluan otomotif dan konstruksi umum lainnya dibagi menjadi 10 kelas yang didasarkan pada kekuatan tarik minimumnya.

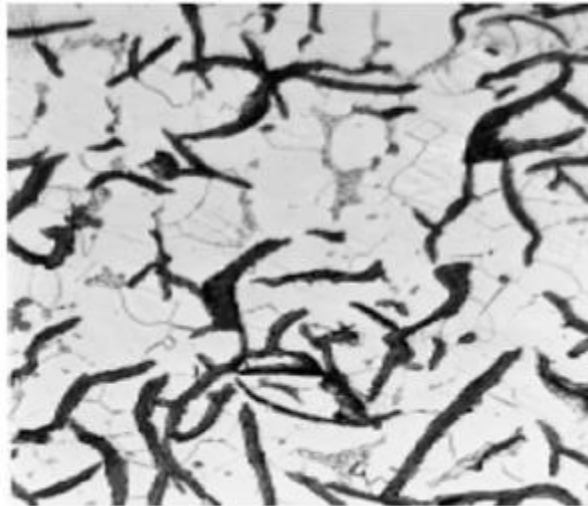
Kekuatan, kekerasan dan struktur mikro dari besi cor kelabu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi kimia, desain, cetakan, karakteristik cetakan, laju pendinginan saat pembekuan.

Unsur Cu, Cr, Mo dan Ni seringkali ditambahkan untuk mengatur struktur mikro *matriks* dan pembentukan *grafit*. Selain itu bertujuan untuk meningkatkan ketahanan korosi besi cor kelabu pada beberapa media.

Besi cor kelabu dapat dikeraskan dengan proses *quenching* dan temperature sekitar 1600 °F (menjadi getas). Kombinasi dengan proses temper akan meningkatkan ketangguhan dan menurunkan kekerasannya

Beberapa sifat dari besi cor kelabu adalah:

- Memiliki struktur yang stabil sehingga ketahanan panas, ketahanan aus, ketahanan korosi, dan mampu mesinnya baik sekali.
- Kekutan tarik 10-30 kg/mm<sup>2</sup>
- Bersifat getas
- Titik cair sekitar 1200°C
- Mampu cor sangat baik dan berharga murah
- Jenis besi cor ini paling banyak di gunakan untuk komponen-komponen mesin.



Yang berwarna hitam pipih adalah grafit dan matrik ferit berwarna terang.

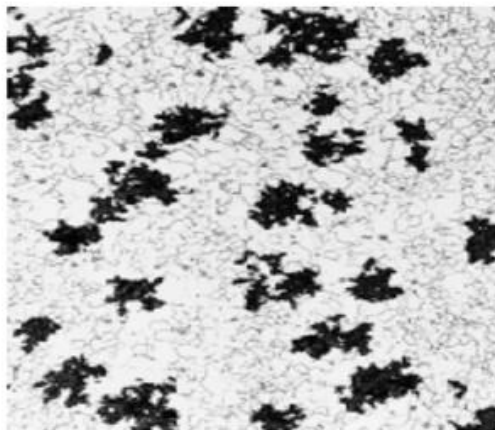
Gambar 7.2 Struktur mikro besi cor kelabu (Dokumentasi Penulis)

### 3. Besi Cor Malleable

Besi cor ini dihasilkan dari proses perlakuan panas besi cor putih yang memiliki komposisi tertentu.

Pada proses pembuatan besi cor *malleable*, besi cor putih dipanaskan hingga temperatur diatas temperatur *eutectoid* (1700 °F) kemudian ditahan hingga beberapa jam dan didinginkan dalam tungku. Proses tersebut menyebabkan unsur karbon terlarut dalam *austenit*, mengendap dan membentuk *grafit* bulat tak beraturan (*irregular nodules of graphite*) yang disebut karbon temper. Proses ini akan menghasilkan besi cor *malleable* dengan *matriks* ferit.

Besi cor *malleable*, dengan matrik perlit lebih ulet di banding dengan besi cor kelabu dan besi cor ini sangat baik untuk komponen yang besar.



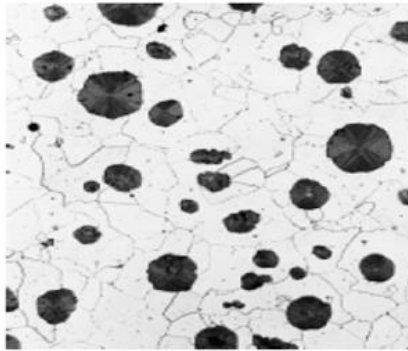
Grafit yang berwarna hitam berbentuk kembang sedangkan yang berwarna putih adalah matrik ferit.

Gambar 7.3 struktur mikro besi cor maliable. (Dokumentasi Penulis)

#### 4. Besi Cor Nodular

Besi cor nodular memiliki komposisi unsur yang sama dengan besi cor kelabu. Unsur tersebut yaitu karbon dan silikon.

Perbedaan besi cor nodular dan kelabu terletak pada bentuk *grafit* (untuk menghasilkan bentuk *grafit* yang berbeda, digunakan proses yang berbeda pula) Pembulatan *grafit* dicapai karena ditambahkan unsur *Magnesium* (Mg) dan *Cerium* (Ce).



Grafit yang bulat menyebabkan besi cor ini sangat ulet di banding besi cor yang lain. Selain keuletan, juga memiliki: ketahanan aus, ketahanan panas dan kekuatan yang lebih tinggi dari besi cor kelabu.

Dari gambar struktur mikro dapat di lihat grafit pada nodular berbentuk bulat dengan matrik ferit.

Gambar 7.4 Struktur mikro besi cor nodular (Dokumentasi Penulis)

## 7.2. BAJA (BAJA COR)

Dalam bahasa sehari-hari baja sering di panggil dengan nama besi, dikarenakan unsur yang paling tinggi dalam pembentukan baja tersebut adalah besi (Fe). Baja memiliki unsur utama Fe dan C, dengan kandungan karbon maksimum 2,1% dan di dalam baja juga terdapat unsur-unsur paduan (*alloying elemen*), crom, nikel, silikon, mangan, sulfur, pospor dan alumunium yang di tambahkan dalam jumlah tertentu. Jumlah unsur paduan menentukan sifat sifat yang di miliki oleh baja tersebut. Jumlah unsur paduan yang rendah biasanya tidak mempengaruhi sifat sifat dari baja tersebut. Baja yang memiliki kandungan *alloying elemen* yang rendah biasanya dalam penggunaannya tanpa mempertimbangkan sifat sifat khusus dengan penggunaan khusus, baja ini dikenal dengan Baja karbon biasa atau sering di sebut dengan *plain carbon steel*. Tetapi untuk meningkatkan sifat-sifat mekanis dan sifat-sifat khusus yang sesuai dengan yang di inginkan maka didalam baja di tambahkan unsur paduan dalam jumlah yang relatif tinggi. Setiap unsur paduan yang ditambahkan memiliki pengaruh yang berbeda dan pada prinsipnya adalah memperbaiki kekurangan dari sifat-sifat yang di miliki oleh baja karbon biasa. Perbaikan sifat itu biasanya menambah, mengurangi atau mengkompensasi sifat-sifat yang tidak diinginkan akibat ditimbulkan oleh penambahan unsur paduan lain.

Struktur mikro baja cor yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,8 % (baja hypoeutektoid) terdiri dari ferit dan perlit. Kadar karbon yang lebih tinggi menambah jumlah perlit dan sementit ( $Fe_3C$ ).

## **Pengaruh unsur paduan terhadap sifat material yang digunakan untuk pengecoran**

### **a. Mangan (Mn)**

Campuran unsur mangan yang dipakai berkisar antara 0,60% - 0,90%. Dalam jumlah rendah tidak seberapa pengaruhnya. Namun apabila jumlahnya diatas 0,5% mangan bereaksi dengan belerang (S) dan membentuk mangan sulfide. Ikatan ini rendah bobot jenisnya dan dapat larut dalam terak. Mangan sulfida tidak membahayakan baja dan mengimbangi sifat yang kurang baik dari sulfur. Mangan merupakan unsur deoksidasi, pemurni sekaligus meningkatkan fluiditas, kekuatan dan kekerasan baja. Bila kadar ini ditingkatkan, kemungkinan terbentuknya ikatan kompleks dengan karbon meningkat dan kekerasan akan meningkat pula. Mangan yang hilang selama proses peleburan berkisar antara 10% - 20%. Mangan bersifat tahan aus/korosi, tahan panas dan tahan terhadap *impact* atau benturan.

### **b. Silikon (Si)**

Kadar silikon menentukan beberapa bagian dari karbon tertikat dengan besi dan berapa bagian bagian berbentuk grafit (karbon bebas) setelah mencapai keadaan setimbang. Silikon bersifat menurunkan kekerasan baja. Silikon yang dipakai berkisar antara 0,15% - 0,35%. Kelebihan silikon membentuk ikatan yang keras dengan Fe sehingga dapat dikatakan bahwa silikon diatas 3,25% akan meningkatkan kekerasan. Silikon yang hilang selama proses peleburan berjumlah  $\pm 10\%$ . Silikon juga dapat menurunkan perubahan bentuk pada proses pembekuan, mencegah penyusutan yang besar dan tahan terhadap panas.

### **c. Karbon (C)**

Unsur karbon yang ditambahkan sebesar 0,52% - 0,58%. Dimana unsur karbon dalam paduan dapat meningkatkan kekerasan/kekuatan dari material karena banyak mengandung karbida besi ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ). Kadar karbon tergantung pada jenis besi yang banyak membentuk karbida besi ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ). Kadar karbon tergantung pada jenis baja kasar dan baja bekas.

### **d. Posfor (P)**

Unsur posfor membentuk larutan besi fosfida. Posfor dapat meningkatkan fluiditas logam cair dan menurunkan titik cair. Posfor dianggap sebagai unsur yang tidak murni dan jumlah kehadirannya di dalam baja di control dengan cepat sehingga persentase maksimum unsur posfor di dalam baja sekitar 0,03%, waktu peleburan umumnya terjadi peningkatan kadar posfor sampai 0,2%. Posfor mengurangi kelarutan karbon dan memperbanyak sementit, akibatnya besi menjadi keras dan rapuh.

### **e. Sulfur (S)**

Sulfur merupakan unsur yang tidak dikehendaki dalam baja paduan, tetapi unsur ini sangat sulit untuk dihilangkan, oleh karena itu selama proses peleburan selalu diusahakan untuk mengikat sulfur tersebut. Sulfur menurunkan sifat mekanis baja terutama kekuatan, mampu las, dan tahan karat. Sulfur juga menimbulkan perubahan struktur kristal sehingga titik cair dari baja meningkat. Unsur ini juga menyebabkan baja menjadi getas.

### 7.3. ALUMINIUM

Memiliki massa jenis =  $2.8 \text{ gr/cm}^3$

Titik cair =  $660^\circ\text{C}$

Dalam penggunaannya aluminium di padu dengan unsur lain dan di bagi menjadi 8 seri berdasarkan paduannya;

1. 1xxx = Aluminium murni 99.9%
2. 2xxx = paduan Cu (copper)
3. 3xxx = paduan Mangan (Mn)
4. 4xxx = paduan Silikon (Si)
5. 5xxx = paduan Magnesium (Mg)
6. 6xxx = paduan Mg + Si
7. 7xxx = paduan seng (Zn)
8. 8xxx = paduan dengan beberapa jenis (other element)

*Seri-seri aluminium yang sering di gunakan :*

#### **1xxx : Aluminium Murni**

Aluminium murni di bagi menjadi tiga kelompok besar;

1. Aluminium komersial  
Kemurniannya 99%-99.5% sisanya terdiri dari pengotor seperti Mn, Si, Cu dan Fe. Aluminium ini jika bersenyawa dengan Si dan Fe, akan membentuk  $\text{AlFeSi}$  yang bersifat sangat getas dan hanya biasa di gunakan sebagai bahan baku untuk paduan Al yang lain. Jenis ini sangat jarang di gunakan di industri.
2. Aluminium untuk industri listrik
  - Konduktifitas listrik harus tinggi maka pengotornya harus sedikit mungkin dan kemurniannya sekitar 99.5-99.7%
  - Aluminium jenis ini lebih ringan dari pada tembaga.
  - Untuk penggunaan tegangan listrik tinggi, dan rentang yang panjang kawat Al di beri inti.
  - Aluminium jenis ini juga sering di gunakan untuk pengelasan termit, yang di gunakan untuk penyambungan rel kereta api, dengan cara serbuk Al ini di campur dengan serbuk besi dengan perbandingan 1 : 4.
  - Sebagai bahan pengemas makanan, karena ketahanan korosinya cukup tinggi.
3. Aluminium super murni  
Memiliki kemurnian 99.9%, sangat jarang di gunakan. Di gunakan hanya sebagai bahan baku untuk aluminium lainnya.

#### **2xxx : Paduan Al-Cu**

Dalam praktek memiliki Cu lebih kurang 5,7 % sering di sebut dengan **DURAL** . Dural ini dapat di keraskan dengan cara pembentukan presipitat yaitu dengan proses Precipitation Hardening. Kekuatannya sangat tergantung kepada bentuk ukuran dan distribusi dari presipitat. Dimana semakin halus dan distribusi yang merata dari presipitat, maka kekuatannya semakin tinggi. Aluminium jenis ini sering di gunakan untuk :

1. Bahan paku keling, dengan cara didinginkan  $0^\circ\text{C}$ , kemudian di panaskan pada temperatur kamar, maka terjadi pembentukan presipitat dengan cara natural aging.
2. Apabila kadar Cu 4-5% di gunakan untuk membuat kulit pesawat, ketahanan korosi dapat di bantu dengan perlakuan permukaan atau dengan proses pengecatan.
3. Kadar Cu yang besar dari 5.7% biasanya memperbaiki sifat mampu cor, karena pengkerutan atau penyusutan yang terjadi tidak terlalu besar, dan sifat mampu mesinnya juga baik, karena  $\text{Cu Al}_2$  sebagai pemutus geram.
4. Sering juga di gunakan untuk pipa penukar kalor (heat exchanger), tapi untuk temperatur tinggi perlu di tambahkan Ni sekitar 2%, karena Ni menghambat laju

difusi dan Cu di dalam Al menghambat proses penuaan (terbentuknya presipitat) sehingga dapat dipakai pada temperatur tinggi.

#### **4xxx : Paduan Al-Si**

Silikon memperbaiki sifat mampu cor dari Al, dimana pengkerutan yang terjadi sangat kecil dalam prakteknya biasanya Si ditambahkan sebesar 1.65%-13%. Dalam aplikasinya digunakan untuk kendaraan kecepatan rendah dan sepatu rem.

#### **5xxx : Paduan Al-Mg**

Komposisi Mg ditambahkan sebanyak 3-7%, lebih kuat karena adanya fenomena solid Solution Strengthening. Dan adanya atom Mg ini mengakibatkan kisi Al terdistorsi dan Mg akan mengubah ketahanan korosi dari Al.

Dari seri Al tersebut ada 2 kelompok jenis Al berdasarkan metoda perubahan sifat mekanik, yaitu:

1. **Alumunium heatreatable** : dimana sifat mekaniknya dapat diubah dengan menggunakan proses pemanasan atau heat treatment.
  - a. Seri 2xxx
  - b. Seri 6xxx
  - c. Seri 7xxx
2. **Alumunium Non Heatreatable** : dimana sifat mekaniknya tidak dapat diubah dengan metoda heatreatable. Jadi sifatnya dapat diubah dengan cara proses deformasi plastis.
  - a. 1xxx      c. 4xxx
  - b. 3xxx      d. 5xxx

### **7.4. TEMBAGA (Cu)**

Tembaga di pasaran dijual dalam 2 jenis :

1. OFHC : Oxygen Free High Conductivity
  - Konduktivitas tinggi
  - Bersih dari inklusi atau pengotor
  - Memiliki harga yang mahal
2. Tembaga otomatis
  - Dipadu dengan Pb
  - Memiliki sifat mampu mesin yang tinggi
  - Mengandung Pb, dimana Pb tidak larut didalam Cu, sehingga partikel-partikel Pb di dalam Cu dapat sebagai pemutus geram. Pb akan meningkatkan sifat mampu mesin.
  - Tetapi Pb memiliki temperatur cair yang rendah 300°C, sehingga sangat rentan digunakan pada temperatur tinggi, maka apabila akan digunakan pada temperatur tinggi, maka Pb diganti dengan Tellurium (Te).

#### **Beberapa paduan Cu:**

##### **A. Paduan Cu-Zn (Kuningan)**

Penambahan Zn hingga sampai 50%, memiliki:

- Sifat mampu cor yang tinggi
- Mampu bentuk yang sangat baik
- Memiliki ketahanan korosi yang tinggi
- Mampu mesin yang tinggi.
- Memiliki sel satuan FCC

**Beberapa jenis kuningan :**

1. Kuningan  $\alpha$  (bersel satuan FCC):
  - a. Zn maksimum 30%
  - b. Sangat mudah untuk pengerjaan dingin
  - c. Sering di gunakan untuk selongsong peluru
  - d. Tetapi pada pengelasan, warna dari kuning dapat berubah menjadi merah karena terjadinya penguapan Zn. Pengelasan biasanya dilakukan dengan las karbit dengan oksigen berlebih, sehingga Zn teroksidasi dan dapat memperkecil penguapan Zn.
2. Kuningan  $\alpha+\beta$  (FCC + BCC)  
Dimana kadar Zn sekitar 40%  
Tidak dapat di proses dengan pengerjaan dingin, bersifat keras dan getas.  
Sifat mampu mesin yang tinggi
3. Kuningan  $\beta$   
Dengan kandungan Zn sekitar 50%, sering di gunakan untuk pelapisan.

**B. Paduan Cu-Sn (Perunggu)**

Kandungan Sn maksimum berkisar sekitar 25%, ada dua jenis perunggu :

- a. Perunggu dengan kandungan Sn 10%, banyak di gunakan untuk membuat pelat dan kawat. Sangat baik di deformasi pada temperatur rendah.
- b. Perunggu dengan kandungan Sn > 10%, sifat mampu cor yang tinggi dan di gunakan sebagai bahan pompa, katup, kran dan sebagai bahan bantalan luncur.

**C. Paduan Cu-Si**

Mengandung 5% Si, dengan penambahan Si, kekuatan dan kekerasan meningkat. Ketahanan korosi yang tinggi dan sering di gunakan untuk bahan pipa di industri

**D. Paduan Cu-Al**

Penambahan Al sekitar 5-7%, memiliki sifat mampu bentuk pada pengerjaan dingin.

Tahan terhadap oksidasi dan tahan terhadap air laut. Logam ini sering digunakan untuk pipa penukar kalor di industri kimia.

**E. Paduan Cu-Ni**

- Karena paduan Cu-Ni memiliki sel satuan yang sama FCC, sehingga saling larut.
- Memiliki ketahanan korosi yang tinggi
- Sifat magnet yang baik dengan kandungan Ni 50%
- Tahan lisriknya tidak berubah dengan temperatur, sering di gunakan untuk kawat pada termokopel, dan logam ini sering di sebut dengan **logam Konstanta**.
- Apabila di tambahkan Zn, maka di sebut dengan Perak Baru atau **New Silver Metal**, memiliki sifat yang mudah mengkilat.



# 8 PELEBURAN

Untuk mendapatkan hasil pengecoran yang baik, sangat tergantung juga kepada bagaimana proses peleburan untuk mendapatkan logam cair yang hendak di tuang. Sehingga proses peleburan merupakan aspek terpenting juga dalam operasi pengecoran, karena berpengaruh langsung pada kualitas produk cor.

Tungku-tungku peleburan yang biasa digunakan dalam industri pengecoran logam adalah tungku kupola, busur listrik, tungku induksi, tungku krusibel. Masing-masing tungku peleburan tersebut memiliki karakteristik tersendiri. Terutama pada konstruksi, jenis energi untuk mendapatkan panas yang digunakan dan kapasitas pencairan.

## 8.2. TUNGKU KUPOLA.

Tungku ini sering di gunakan di industri pengecoran logam, dengan beberapa alasan, seperti konstruksinya yang sederhana dengan pengoperasian yang mudah, biaya peralatan yang murah, kapasitas lebur yang tinggi dan memungkinkan untuk peleburan yang berlanjut.

Bahan bahan yang biasa di leburkan dengan tungku kupola ini antara lain, besi bekas, sisa coran yang tidak terpakai (sisa saluran masuk atau saluran penambah) dan ditambahkan batu kapur untuk pembentuk terak atau *Fluks* yang merupakan senyawa inorganik yang dapat “membersihkan” logam cair dengan menghilangkan gas-gas yang ikut terlarut dan juga unsur-unsur pengotor (*impurities*).

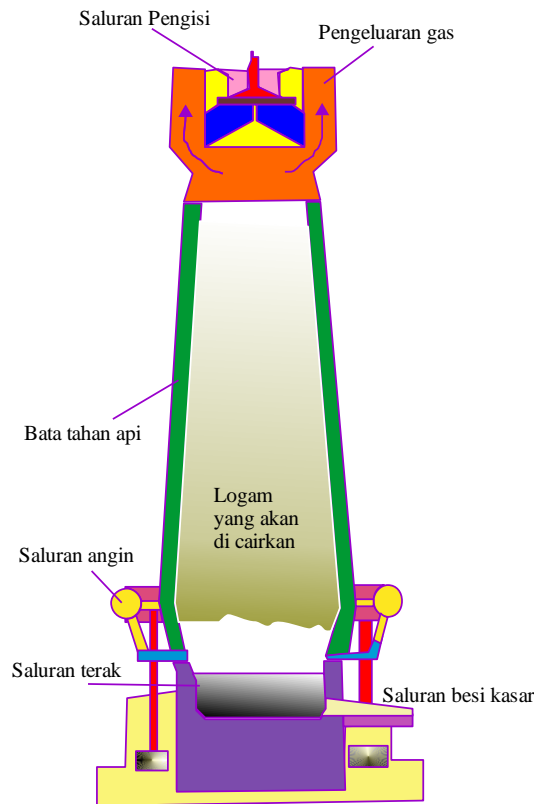
Konstruksi tungku kupola bagian luar terbuat dari silinder baja yang berdiri tegak dan bagian dalam di lapisi dengan batu tahan api atau sering di kenal dengan BTA. Sumber energi adalah dengan cara pembakaran kokas. Bahan baku logam yang akan di lebur dan kokas diisikan dari lubang pengisi. Energi panas untuk menyalakan kokas yaitu dengan cara meniupkan udara menggunakan alat penghembus (blower) kedalam tanur melalui tuyser atau lubang hembus.

Selama proses, ada beberapa daerah yang terjadi di dalam tanur antara lain adalah;

1. Daerah pemanasan awal, adalah daerah dari pintu pengisian hingga ke daerah dimana logam mulai mencair.
2. Daerah pencairan adalah daerah yang berada di atas tuyser yang merupakan bagian atas dari tempat kokas.
3. Daerah panas lanjut, adalah daerah bagian bawah dari daerah pencairan hingga rata dengan tuyser. Pada daerah ini logam yang cair yang turun akan di panaskan lanjut
4. Derah krus, adalah bagian dari tuyser hingga dasar tungku. Derah ini berfungsi untuk menampung logam cair.

Selain daerah di atas, bagian tungku kupola di bagi menjadi daerah oksidasi dan daerah reduksi, yang tergantung kepada reaksi antara kokas dan gas. Dalam daerah oksidasi, kokas di oksidasi oleh udara yang di tiupkan melalui tuyser sedang dalam daerah reduksi, gas CO<sub>2</sub> yang timbul di daerah oksidasi di reduksi oleh kokas.

Bagian belakang tanur di buatkan pintu pada daerah lebur yang berfungsi untuk pengapian. Penyalaan pengapian di lakukan dengan menggunakan alat pembakar dengan bahan bakar minyak seperti solar atau bisa juga menggunakan gas. Pintu belakang ini harus di tutup apabila kokas telah menyala dengan baik.

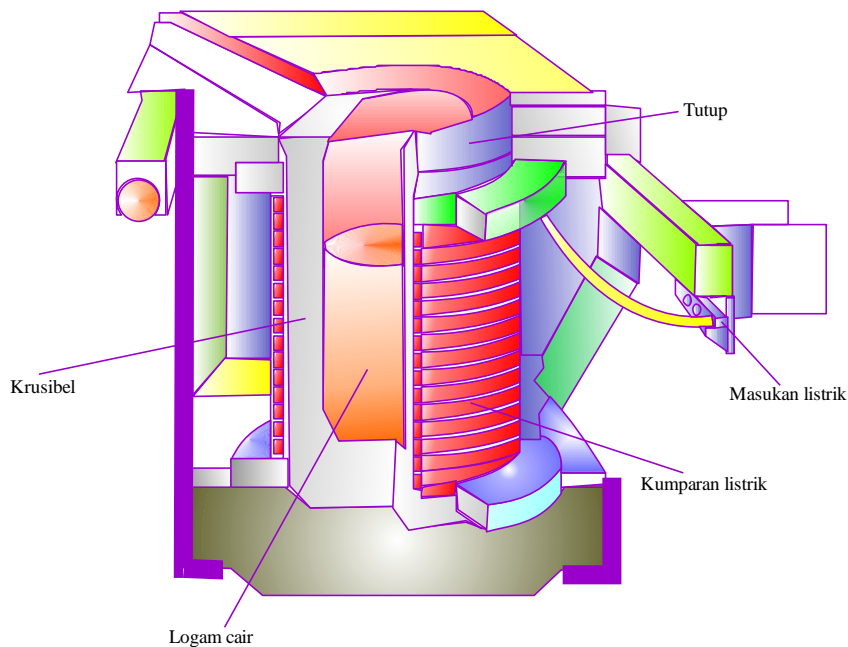


Gambar 8.1. Tungku Kupola (Dokumentasi Penulis)

## 8.2. TUNGKU INDUKSI.

Tungku Induksi merupakan jenis tungku pelebur dengan memanfaatkan energi listrik sebagai pembangkit panas. Secara operasionalnya tungku induksi dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu tungku induksi dengan inti magnet dan tungku induksi tanpa inti magnet. Tungku dengan inti magnet berfungsi sebagai menyimpan cairan panas. Disini kumparan sekunder di gantikan oleh saluran yang di sebut dengan saluran pemanas. Sedangkan tungku induksi tanpa inti magnet memiliki tungku yang dililit dengan kumparan. Medan magnet induksi terkonstruksi dalam tungku menjadi panas yang di gunakan untuk meleburkan logam.

Peleburan juga tergantung kepada tinggi rendahnya frekuensi (frekuensi jaringan listrik) yang di berikan. Semakin tinggi frekuensi yang di gunakan, semakin cepat pula waktu peleburan sehingga menaikan kapasitas lebur persatuan waktu. Sehingga jenis tungku induksi ini juga dapat di bedakan berdasarkan besarnya frekuensi yang di gunakan, yaitu tungku induksi frekuensi rendah dan tungku induksi frekuensi menengah. Namun ada juga tungku induksi menggunakan dua frekuensi atau lebih.



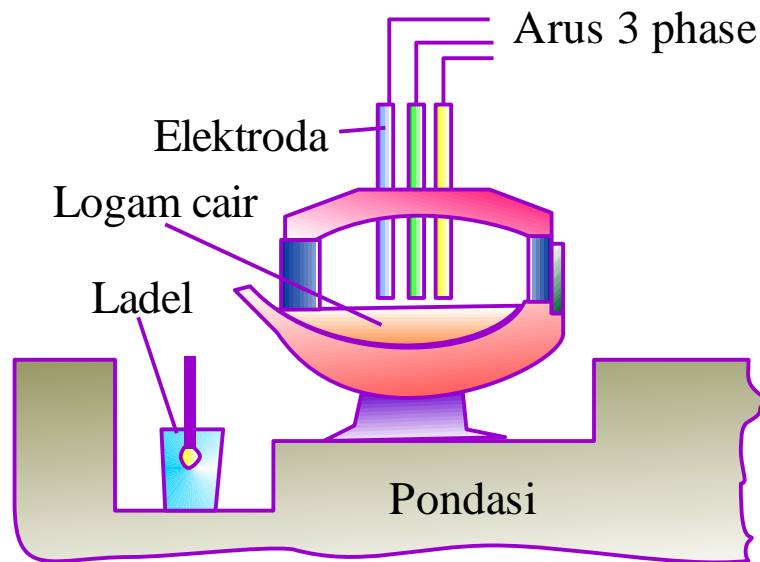
**Gambar 8.2. Tungku Induksi (Dokumentasi Penulis)**

Tungku induksi frekuensi rendah, secara konstruksi tungku ini lebih sederhana dibanding dengan tungku frekuensi menengah. Frekuensi yang digunakan sekitar 50Hz. Frekuensi yang rendah tidak mampu melebur logam yang sudah berukuran kecil sehingga pada tungku ini setelah penuangan selalu menyisakan seperempat dari isi tungku.

Tungku induksi frekuensi menengah, konstruksinya lebih kompleks dibanding tungku induksi frekuensi rendah. Frekuensi yang digunakan berkisar antara 150 – 4000 Hz. Akibat frekuensi tinggi ini, kecepatan peleburan menjadi tinggi dan dapat melebur logam yang sudah berukuran kecil.

### **8.3. TUNGKU BUSUR LISTRIK**

Tungku busur listrik adalah tungku yang memanfaatkan energi listrik yang digunakan untuk peleburan. Konstruksi dari tungku ini terdiri dari sebuah cawan bundar yang terbuat dari pelat baja yang diarah tebalnya dilapisi dengan bata tahan api. Pada konstruksinya atas atau tutupnya juga dilapisi dengan bata tahan api. Dimana pada bagian tutupnya dimasukkan batang batangan grafit yang berfungsi sebagai elektroda yang tegak lurus hingga menyentuh bagian bagian logam yang dicairkan.



Gambar 8.3. Tungku Busur Listrik (Dokumentasi Penulis)

Konstruksi elektroda dapat di angkat, pada umumnya menggunakan sistem hidrolik, terutama pada saat memasukan logam yang akan di cairkan. Dan kemudian elektroda di turunkan kembali hingga menyentuh permukaan logam yang akan di cairkan

Arus listrik mengalir dari elektroda ke permukaan logam yang akan di cairkan. Batang elektroda menyentuh logam yang akan di cairkan, maka akan terjadi loncatan elektron dalam bentuk busur api yang menimbulkan energi panas yang sangat tinggi. Temperatur yang di dihasilkan dapat mencapai  $3500^{\circ}\text{C}$ . Dengan temperatur capaian ini, maka panas yang terjadi sangat cepat untuk meleburkan logam akan di lebur.

Kapasitas lebur dari tungku ini sangat tinggi yaitu dapat mencapai 250 ton besi cor. Daya yang di butuhkan tanur untuk kapasitas rendah berkisar antara 6 MV.A hingga 7 MV.A dan daya yang di butuhkan tanur untuk kapasitas besar berkisar antara 70MV.A hingga 80 MV.A. Sehingga biaya dari peleburan sangat tergantung pada besarnya pemakaian energi listrik.

Busur api yang di timbulkan oleh sentuhan elektroda dan benda kerja menimbulkan konsentrasi energi panas yang tinggi sehingga memiliki daya lebur yang tinggi dan dalam pengoperasiannya pun menjadi mudah. Hal ini menjadikan proses tungku busur listrik ini menjadi unggul di banding tanur lain.

Di tinjau dari permukaan kontak antara cairan dan terak yang luas, memberikan keuntungan bagi terak untuk mengikat kandungan unsur-unsur yang tidak bermanfaat, seperti pada baja, unsur yang tidak bermanfaat tersebut adalah sulfur dan pospor. Hal ini sangat menguntungkan apabila di tinjau secara metalurgi.

Beberapa keuntungan dari tungku busur listrik ini adalah:

- Karena sistem elektroda dan logam yang akan di cairkan terjadi loncatan elektron, maka sangat mudah dalam mencapai temperatur tinggi dalam waktu singkat
- Temperatur dapat diatur dan dapat di jaga konstan, tergantung kepada besarnya pemasukan arus yang di berikan.

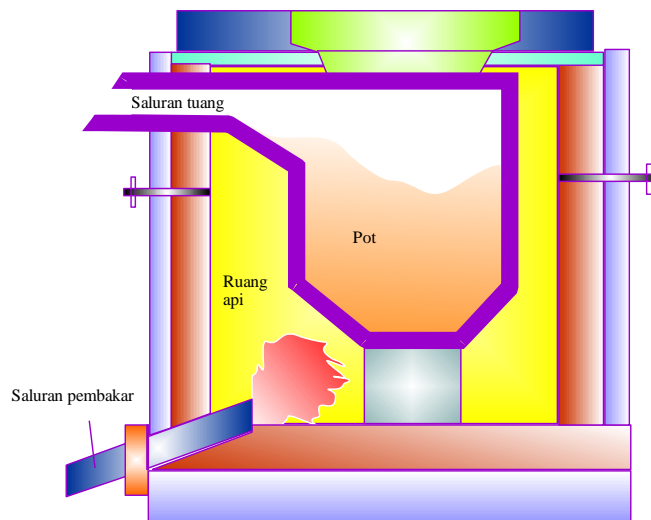
- Efisiensi termis dapur tinggi
- Cairan besi terlindungi dari kotoran dan pengaruh lingkungan sehingga kualitasnya secara metalurgis sangat baik.
- Kerugian akibat penguapan sangat kecil
- Dapat menghasilkan cairan dengan mutu yang sangat tinggi dengan komposisi paduan yang tepat.

#### 8.4. TUNGKU KRUSIBEL

Tungku krusibel sering di sebut dengan tungku pelebur. Tunggu ini sangat populer dari zaman proses pengecoran di temukan. Dimana ruang lebur atau pot di tempatkan di dalam ruang perapian dan logam yang akan dicairkan dimasukan kedalam pot tersebut. Api yang menyelemuti pot dapat berasal dari pembakaran gas atau minyak, karena panas maka logam yang berada didalam pot akan melebur. Ruang perpapian terbuat dari baja dan sekelilingnya di lapisai bata tahan api Kontruksi pot dengan ruang perapian tidak permanen dan dapat di cabut untuk di keluarkan, namun dalam penuangan kedalam cetakan atau ladel, kontruksi tungku di miringkan.

Kapasitas tungku ini relatif rendah yaitu berkisar antara 2 kg hingga 1ton.

Tungku jenis ini sangat banyak di gunakan pada proses pengecoran untuk industri rumahan, karena kontruksi yang sederhana, untuk mendapatkan energi panas dapat menggunakan berbagai macam jenis bahan bakar, kapasitas peleburan yang rendah dan tungku ini pun dapat melebur logam logam non ferro.



Gambar 8.4. Tungku Krusible (Dokumentasi Penulis)



# 9 CACAT HASIL PENGECORAN

## 9.1. ANALISA CACAT

Cacat hasil pengecoran perlu di telaah dan di analisa, baik bentuk cacat, pengaruh cacat dan yang sangat penting adalah penyebab cacat tersebut, agar tidak terulang lagi cacat yang sama. Secara definisi yang di maksud dengan cacat hasil pengecoran adalah suatu kondisi pada produk coran yang tidak sesuai dengan yang di inginkan sehingga produk coran tersebut tidak dapat berfungsi atau di gunakan seperti yang seharusnya. Cacat yang dimaksud berupa cacat pada permukaan yang langsung dapat di lihat dengan mata atau cacat yang berada di bawah permukaan dan tidak terlihat dengan mata.

Cacat terkadang dapat di perbaiki dengan jalan proses pemesinan, namun ada kalanya cacat ini tidak dapat di perbaiki, artinya produk tersebut kembali di cairkan. Dampak dari cacat ini sangat tinggi terutama dari segi biaya produksi yang mencakup kerugian pada bahan baku, energi pemanasan dan waktu. Selain itu kerugian akibat cacat ini adalah hilangnya kepercayaan konsumen atau pelanggan terhadap mutu suatu produk.

Jika di rangkum ada beberapa kriteria suatu produk dapat di anggap cacat atau gagal, antara lain:

- Produk tidak sesuai sama sekali dengan perencanaan seperti bentuk dan dimensi
- Produk tidak berfungsi sebagaimana yang dimaksud,
- Produk tidak memenuhi umur pakai,
- Efisiensi dari produk tersebut menurun.
- Produk masih berfungsi tetapi membahayakan.
- Masih berfungsi tetapi umurnya sangat terbatas

Untuk mengatasi cacat ini perlu di lakukan analisa suatu kegagalan yang bertujuan untuk:

1. Menentukan dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat.
2. Menghasilkan *feedback* yang berarti terhadap penyebab cacat.
3. Menghindari kegagalan yang sama.

Dalam menganalisa cacat ini ada beberapa hal yang perlu di pahami antara lain:

- a. Aspek material yang meliputi:
  - Karakteristik Bahan baku yang akan di cairkan
  - Karakteristik Bahan cetakan dan bahan inti
  - Karakteristik Bahan bakar untuk energi panas yang di gunakan
- b. Aspek proses pengecoran yang dilakukan
  - Aspek pembuatan pola, inti, cetakan
  - Pengujian cetakan yang di lakukan
  - Aspek peleburan
  - Aspek penuangan
- c. Fungsi produk sebagai bagian dari suatu sistem peralatan,  
Hal ini berkaitan:
  - Fungsi dan Prinsip kerja
  - Kondisi kerja produk yang termasuk kondisi lingkungan dan pengaruh komponen yang lain yang mendukung fungsi kerja produk
- d. Gejala yang teramati menjelang terjadinya kegagalan.

- e. Pengumpulan data-data yang termasuk, aspek material, aspek proses, dan aspek fungsi. Selain itu juga mengumpulkan data tentang waktu, tempat dan termasuk kondisi pekerja yang membuat produk. Dan yang sangat penting adalah data terhadap sampel atau barang bukti dari produk yang gagal. Sampel harus dapat memberikan gambaran kegagalan yang terjadi, dan di usahakan sampel belum terkontaminasi dengan kondisi lain atau keadaan lain.
- f. Pemahaman tentang menganalisis data-data yang terkait.

Untuk menganalisa cacat seperti yang di uraikan di atas, maka perlu di ketahui modus dari cacat tersebut yaitu:

1. Cacat apa yang terjadi (*What happened?*),  
Dalam hal ini membuat kita harus mengetahui dan paham terhadap jenis jenis cacat, karena setiap jenis cacat tersebut sangat berhubungan dengan bagaimana proses cacat itu dapat terjadi.
2. Bagaimana cacat itu terjadi (*How it happened?*),  
Hal ini sangat terkait dengan tahapan proses pengecoran yang di lakukan dan faktor faktor yang menyebabkan cacat.
3. Mengapa cacat itu bisa terjadi (*Why it happened?*).  
Dan ini sangat terkait dengan bahan baku dan lingkungan sekitar yang mungkin mendukung proses cacat itu terjadi.

Dengan mengetahui tiga modus di atas, maka di susun lah tahapan-tahapan untuk menganalisa cacat yang terjadi dengan beberapa tahap adalah:

- a. Identifikasi jenis cacat yang terjadi
- b. Mengkolektif data antara lain: waktu terjadinya, lokasi terjadinya cacat dan bagaimana terjadinya.
- c. Menganalisa data bisa dengan pendekatan rumus dan pembuktian pembuktian.
- d. Memberikan rekomendasi atas hasil analisa agar tidak terjadi cacat yang sama pada produk yang sama.
- e. Dokumentasi untuk pengarsipan.

## 9.2. JENIS-JENIS CACAT

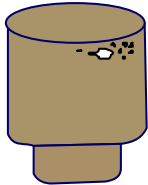
Pada hasil coran sangat banyak jenis cacat yang terjadi, namun cacat yang terjadi biasanya tergantung kepada jenis bahan baku yang di cor dan proses pengecoran yang di lakukan, cacat yang terjadi pun sudah biasa dan sama pada setiap bahan dan proses pengecoran. Sehingga penyebabnya dapat di ketahui dan pencegahannya pun dapat di lakukan. Terkadang dari hasil coran terdapat cacat yang sama namun penyebabnya bisa berbeda. Dibawah ini akan di urai beberapa jenis jenis cacat yang umumnya disebabkan oleh beberapa hal seperti:

1. Perencanaan  
Kesalahan dalam membaca gambar teknik seperti perencanaan coran atau disain, bisa saja di awali pada saat perencanaan pola dan inti
2. Bahan baku  
Kesalahan dalam mengenal karakteristik bahan baku yang akan di cairkan dan karakteristik cetakan (pasir atau logam)
3. Proses  
Kesalahan dalam pengolahan cetakan, pencairan, penuangan, pembongkaran dan kesalahan dalam finising



## 1. Porositas

Porositas adalah rongga rongga udara yang terbentuk pada coran akibat dari terjebakny gas di dalam coran. Ukuran porositas bisa kecil kecil atau besar besar. Gas yang terjebak bisa berasal dari gas saat penuangan, gas dari cetakan atau gas dari hasil reaksi-reaksi saat penuangan.



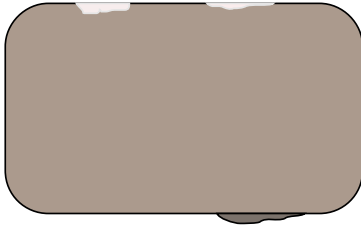
Porositas berbentuk bulat bulat dengan permukaan bulatan yang halus dan tersebar sedikit di bawah permukaan bagian atas. Hampir setiap proses pengecoran cacat porositas ini sering terjadi, hanya jumlah dan ukurannya yang menjadi tolak ukur apakah produk tersebut masih dapat di gunakan atau sudah di anggap riiek.

**Gambar 9.1. Porositas (Dokumentasi Penulis)**

Gas terjebak karena gas tidak dapat keluar dari rongga cetakan yang akan di aliri logam cair dan dari suber asal gas di ketahui, maka penyebab dari porositas ini dapat di perkirakan dan usaha pencegahannyapun dapat di lakukan. Penyebab cacat tersebut antara lain:

- a. Bahan baku
  - Komposisi kimia yang dikandung oleh logam yang akan di cor penyebab terbentuknya gas, seperti: Al, Pb, Sn)
- b. Pasir.
  - Kadar air yang dikandung pasir cetak yang tinggi sehingga pada saat penuangan terrjadi penguapan.
  - Permeabilitas yang rendah, yaitu kemampuan untuk mengalirkan gas yang rendah
- c. Inti
  - Kadar air pada inti yang tinggi
  - Inti yang teralalu lama di simpan sehingga di penuh gas atau udara
  - Saluran pembuangan gas yang biasanya di selipkan pada telapak inti yang kurang baik
  - Inti yang terlalu sering di daur ulang
- d. Cetakan
  - Cetakan pasir yang terlalu padat sehingga permeabilitas menjadi rendah
  - Penusukkan aliran gas pad cetakan pasir yang kurang memadai
  - Terjadi pengembunan atau kondensasi dari cetakan pada saat penuangan.
  - Sistem saluran yang basah.
- e. Peleburan dan penuangan
  - Temperatur penuangan terlalu rendah
  - Laju penuangan yang rendah
  - Logam cair yang teroksidasi

## 2. Kekasaran Permukaan



Kekasaran permukaan hasil coran akan mempengaruhi bentuk, dimensi dan ketidak rataan permukaan. Kekasaran ini berupa tumpukan, cekungan atau rongga-rongga yang terjadi di permukaan. Cacat jenis biasanya terjadi pada pengecoran cetakan pasir.

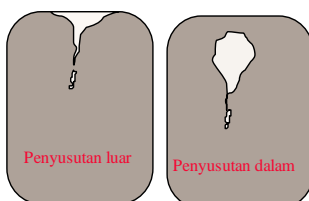
Gambar 9.2. Kekasaran permukaan

Penyebabnya karena terjadi pengikisan pasir pada permukaan rongga cetakan atau akibat pengikisan inti. Pasir yang terkikis akan masuk kedalam coran dan akan menjadi inklusi atau pengotor, hal ini akan menyebabkan cacat baru. Pengikisan pasir atau erosi terjadi akibat:

- a. Pasir dan inti
  - Pemuaian pasir yang disebabkan oleh panas dari logam cair, sehingga di permukaan pasir yang memiliki kekuatan ikatan yang rendah akan terkikis.
  - Bahan pengikat pasir yang kurang baik dan campuran pasir yang tidak tepat
  - Pemuaian dari batang inti yang tidak dapat di tahan oleh telapak inti
  - Kekuatan ikatan antar pasir cetak yang kurang baik
  - Permeabilitas pasir yang rendah
  - Ketahanan panas pasir yang rendah
  - Permukaan inti kasar dan tidak di beri pelapis
- b. Aliran logam cair
  - Kecepatan aliran yang terlalu lambat dan terlalu cepat, hal ini disebabkan oleh perencanaan sistem saluran masuk yang tepat.
  - Temperatur logam coran saat di tuang terlalu tinggi
  - Sistem saluran yang rumit dan belokan dengan sudut sudut yang tajam
  - Disain sudut sudut yang terlalu tajam pada cetakan sehingga saat terkena aliran logam cair akan mudah rontok.
- c. Cetakan
  - Pemadatan cetakan yang tidak merata
  - Pemasangan inti yang tidak baik
  - Getaran getaran saat pengangkatan atau pemindahan cetakan, sehingga merontokkan pasir pada permukaan rongga cetak.

## 3. Penyusutan.

Logam pada saat membeku akan mengalami penyusutan dan besarnya penyusutan sangat tergantung dari jenis logam cair yang akan di cor.



Penyusutan pada permukaan coran dan dapat juga terjadi di bawah permukaan coran. Kedua penyusutan ini dapat terjadi oleh penyebab yang sama. Biasanya terjadi pada bagian coran yang tebal. Bentuk penyusutan terkadang besar dan ada yang mikro dan akan terlihat setelah melalui pengamatan khusus.

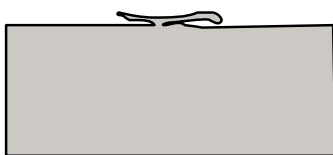
Gambar 9.3. Cacat Penyusutan luar dan dalam (Dokumentasi Penulis)

Penyusutan yang berukuran besar berbentuk rongga atau lubang yang lebih besar dari porositas. Terkadang sangat sulit membedakan cacat penyusutan dengan porositas. Dalam suatu produk pengecoran, setiap bagian coran akan memiliki laju pembekuan yang berbeda, cacat penyusutan ini terjadi pada bagian yang memiliki laju pembekuan yang lambat. Penyebab cacat penyusutan ini antara lain:

- a. Bahan logam coran
  - Bahan yang kotor dan sudah berkarat
  - Komposisi kimia dari logam tidak tepat untuk ketebalan tertentu.
  - Pada Al apabila kurang Si, akan meningkatkan penyusutan
- b. Cetakan
  - Perbedaan ketebalan antara rongga cetak terlalu besar
  - Disain laju pembekuan yang tidak rata
  - Perencanaan pembuatan pola yang tidak mempertimbangkan penyusutan
  - Penempatan riser atau penambah yang tidak tepat
  - Riser yang terlalu rendah sehingga jarak isi menjadi kurang
- c. Penuangan
  - Temperatur penuangan yang terlalu tinggi sehingga laju pembekuan menjadi lambat
  - Penuangan yang tidak penuh, hal ini dapat di lihat dari pengisian riser yang tidak penuh

#### 4. Scab

Cacat ini sering dikenal dengan ekor tikus. Cacat ini merupakan cacat permukaan pasir pada rongga cetak, yang di akibatkan oleh tegangan permukaan saat menerima panas dan menurunnya mampu ikat antar butir pasir di permukaan rongga cetak. Sehingga permukaan rongga cetak mengembang dan bagian tersebut akan di masuki oleh logam cair. Saat pembekuan terlihat rongga lurus seperti ekor tikus. Biasanya cacat ini terjadi pada permukaan sebelah atas. Cacat ini pada umumnya dapat di perbaiki dengan gerinda, namun untuk tegangan permukaan pasir yang terlalu tinggi dapat merontokkan cetakan sehingga menggagalkan hasil coran.

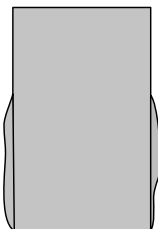


Penyebab cacat ini antara lain :

- a. Kandungan air dari pasir yang tidak tepat
- b. Daya ikat pasir yang kurang baik, akibat penggulangan penggunaan pasir yang terlalu sering
- c. Mampu tarik basah dari pasir yang tidak baik
- d. Permeabilitas yang rendah
- e. Pemasakan cetakan yang terlalu tinggi

**Gambar 9.4. Cacat Scab (Dokumentasi Penulis)**

#### 5. Mengembang



Cacat ini di sebabkan oleh tekanan logam cair yang besar, sehingga pasir di permukaan rongga cetak tidak mampu menahan dan rontok atau cetakan mengembang keluar. Cacat ini dapat di cegah dengan jalan Meningkatkan kekuatan tekanan dari pasir cetak.

**Gambar 9.5. Cacat mengembang (Dokumentasi Penulis)**

## 6. Pergeseran sumbu

Cacat ini mengakibatkan ketidak sentrisan hasil coran antara permukaan pisah. Hal ini di sebabkan karena terjadinya beberapa hal seperti:

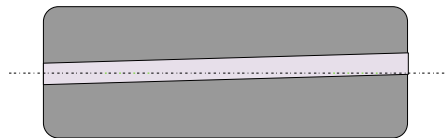
- Pergeseran antara permukaan pisah dari kerangka cetak (cope dan drag).
- Pergeseran garis sumbu dari pola
- Pergeseran baut atau pin pengikat antara cope dan drag
- Lepasnya pengikat rangka cetak cope dan drag
- Rangka cetak yang tidak kuat



Gambar 9.6. Cacat Pergeseran sumbu (Dokumentasi Penulis)

## 7. Bergeser atau pindahnya posisi inti

Cacat ini mengakibatkan rongga hasil coran tidak sentris dan tidak sesuai dengan yang di rencanakan.



Masalah ini dapat di sebabkan oleh:

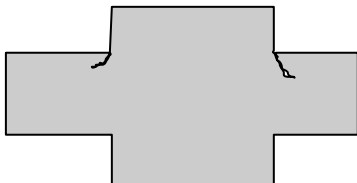
- Terapung nya inti akibat daya apung dari logam cair yang cukup tinggi
- Perencanaan telapak inti pada pola yang sudah mengalami pergeseran
- Penempatan inti pada telapak inti yang tidak baik
- Besar atau dimensi inti yang sangat kecil dibanding dengan dimensi telapak inti sehingga sangat mudah di pengaruhi oleh daya apung dari logam cair.

Untuk mengatasi ini, untuk logam dengan daya apung yang tinggi, inti di beri penyangga.

Gambar 9.7. Cacat akibat bergesernya inti (Dokumentasi Penulis)

## 8. Retak

Retak merupakan cacat yang sering terjadi selain cacat poritas. Secara garis besar retak disebabkan oleh penyusutan logam yang tinggi saat pembekuan dan tinggi nya tegangan sisa. Retak akibat penyusutan sering terjadi pada sudut-sudut tajam dimana bagian yang sedang membeku akan menarik cairan yang belum membeku dan retakan akan membesar dalam keadaan padat. Sedangkan retak akibat tegangan sisa sering di akibatkan dari pemuaiian cetakan dan ketidak seragaman laju pendinginan atau perbedaan temperatur antara bagian coran yang cukup tinggi.



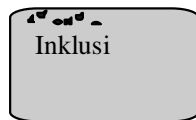
Untuk mengatasi cacat retak ini ini di usahakan:

- Laju pembekuan yang sama, terutama antara bagian coran yang tebal dan bagian coran yang tipis.
- Saluran penuangan di buat dari beberapa tempat agar pengisian merata dan laju pembekuan bisa sama
- Waktu penuangan harus singkat.

Gambar 9.8 Retak (Dokumentasi Penulis)

## 9. Pengotor atau inklusi

Pengotor ini bisa saja dari unsur yang bukan logam tapi bisa saja dari logam, pada umumnya inklusi ini bukan logam yang di akibat kan oleh reaksi kimia selama peleburan dan penuangan. Pengotor biasanya mengapung di permukaan dan ada juga yang berada di bawah permukaan coran. Pengotor ini berasal dari:



- Oksidasi dari logam cair
- Inokulan yang terlalu banyak
- Pasir yang rontok yang di sebabkan oleh ketahanan panas pasir yang kurang
- Rongga cetak yang tidak bersih
- Penuangan yang tidak menggunakan cawan tuang
- Ladel yang di gunakan tidak bersih

**Gambar 9.9. Cacat inklusi (Dokumentasi Penulis)**

## 10. Pelentingan atau pelenturan



Cacat ini biasanya terjadi pada coran yang berbentuk plat yang tipis dan panjang. Coran akan bengkok karena perbedaan tegangan selama pendiginan. Bagian yang bertemperatur rendah akan menarik bagian yang bertemperatur tinggi sehingga terjadi pelentingan.

**Gambar 9.10. Cacat Pelenturan (Dokumentasi Penulis)**

Pencegahan yang di lakukan untuk pengecoran plat panjang biasanya dalam perencanaan agar tahan lentur di perkuat dengan rusuk-rusuk penguat atau balok. Atau di dalam perencanaan untuk plat yang panjang di usahakan agar momen inersia penampang di buat besar.

Jadi dari jenis cacat di atas dan penyebabnya dapat di tarik kesimpulan bahwa sumber sumber penyebab terjadi nya cacat dapat diketahui dan menjadi konstansi khusus dalam perencanaan sebuah proses pengecoran agar cacat tersebut tidak terjadi. Sumber penyebab cacat tersebut adalah:

- 1. Perencanaan dari coran yang akan di buat.**
  - Kelayakan proses pengecoran yang di pilih
  - Gambar teknik
  - Dimensi coran yang akan di buat
- 2. Peleburan, yaitu:**
  - Teknik peleburan yang di gunakan
  - Bahan bakar yang digunakan
- 3. Penuangan**
  - Teknik penuangan
  - Waktu penuangan
  - Laju penuangan
- 4. Pola**
  - Perencanaan pola
  - Dimensi pola
  - Jenis pola

- Kualitas pola yang terkait dengan bahan pola
  - Bagian-bagian pembantu
  - Teknik pembongkaran pola
- 5. Inti**
- Bahan inti dan penguat yang di gunakan
  - Dimensi dan bentuk inti
  - Proses pembuatan inti
  - Bagian saluran pembuang gas pada inti
- 6. Pasir**
- Kualitas pasir
  - Campuran untuk pengikat
  - Pengujian karakteristik cetakan pasir
  - Sistem pemadatan cetakan pasir
- 7. Sistem saluran**
- Perencanaan saluran turun
  - Perencanaan riser
  - Penempatan bidang pisah
  - Perencanaan saluran masuk
  - Perencanaan pengalir cairan ke rongga cetak
  - Kebersihan cawan tuang
- 8. Cetakan**
- Dimensi rangka cetak
  - Kondisi rangka cetak cope dan drag
  - Pengunci rangka cetak
  - Perencanaan rongga cetak
  - Penempatan telapak inti
  - Teknik pembuatan rongga cetak
- 9. Logam cair yang akan di cor**
- Komposisi kimia logam cair
  - Kebersihan atau kondisi logam cair
  - Karakteristik logam cair.

# 10 PROSES AKHIR PENGECORAN

Setelah penuangan logam cair kedalam cetakan, terjadilah pembekuan. Untuk proses pengecoran sentripugal dan die casting yang menggunakan cetakan logam, proses akhirnya tidak serumit apabila dibandingkan pengecoran dengan pasir cetak. Pada cetakan logam, proses akhirnya hanya proses pemotongan saluran tuang atau saluran masuk saja dan untuk permukaan hasil coran sudah sangat bagus di banding dengan cetakan pasir. Namun pada cetakan pasir, selain pemotongan saluran turun, saluran masuk dan riser, hasil coran perlu juga dilakukan proses pembersihan dan pemeriksaan. Di bawah ini proses pembersihan di fokuskan kepada pembersihan pada coran hasil cetakan pasir.

## 10.1. PEMBERSIHAN

Proses pembersihan termasuk proses lanjutan dari urutan pengecoran. Pembersihan yaitu pembebasan coran dari pasir cetak, sistem penuangan, riser dan pembersihan dari bagian bagian yang tidak di kehendaki.

Proses pembersihan ini antara lain adalah, pelepasan coran dari cetakan pasir, pengikisan pasir dan penyelesaian.

### 1. Pelepasan coran

Pelepasan coran dari pasir cetak biasa di lakukan dengan beberapa cara, untuk cetakan yang berukuran kecil pelepasan coran dari cetakan, bisa dengan cara pemukulan pasir dengan beban yang rendah ke rangka cetak, namun untuk cetakkan yang besar untuk pelepasan dapat di bantu dengan alat penggetar.

Dengan alat penggetar ini, rangka cetak di gantung dan di ikat pada alat tersebut kemudian di getar dengan sistem hidrolik atau elektrik. Akibat getaran pasir-pasir yang menyelimuti coran akan rontok. Untuk sistem getaran ini sangat bagus untuk pasir dengan pengikat bentonit.

Alat penggetar, selain di gantung ada juga dalam bentuk meja getar. Metoda meja getar ini lebih simpel, yaitu dengan meletak rangka cetak di atas meja tersebut dan kemudian di getar sehingga pasir rontok dengan sendirinya. Disain meja dengan alas saring dan penampung pasir dengan bantuan konvenyor, pasir yang rontok tadi di bawa kemesin daur ulang.

### 2. Pengikisan

Setelah pelepasan pasir cetak dari coran, namun masih banyak pasir-pasir yang menempel pada permukaan coran. Pengikisan dapat dilakukan dengan bantuan udara bertekanan tinggi dengan bantuan kompresor dan nosel, udara disemprotkan kepermukaan coran. Kecepatan udara bertekanan ini mencapai 125 m/detik hingga 150 m/detik dengan kecepatan tersebut, pasir yang menempelan pada permukaan coran akan terlepas.

Untuk membuka lapisan permukaan yang teroksidasi dan pasir-pasir halus yang menempel kuat pada permukaan coran, biasanya pengikisan di lakukan dengan proses sand blasting, yaitu dengan dengan menyemprotkan pasir-pasir halus dengan kecepatan tinggi hingga

menyentuh permukaan coran. Akibat tumbukan itu tersebut permukaan kulit dari coran akan terkelupas sehingga permukaan coran sangat bersih. Hasil pembersihan dengan sand blasting dapat di lihat pada gambar 10.1. Pada gambar sebelah kiri sebelum di sand blasting dan sebelah kanan setelah sand blasting. Untuk proses sand blasting ukuran produk yang dapat di bersih biasanya produk yang berukuran kecil, karena terbatas dengan ukuran mesin dan alat pendukung proses sand blasting itu sendiri.



**Gambar. 10.1 hasil sand blasting**

Selain pengikisan dengan udara dan sand blasting, pembersihan pasir yang menempel pada permukaan coran, dapat di lakukan dengan penyemprotan menggunakan air. Metoda pembersihan ini di peruntukan untuk produk-produk yang relatif berukuran besar. Tekanan air yang biasa di semprot kan berkisar antara 100 bar hingga 600 bar. Dengan tekanan yang besar ini dapat juga merontokkan inti. Untuk produk coran yang berukuran besar, konstruksi dari alat ini biasanya di bantu oleh meja berputar dan nosel oleh operator dapat di arahkan kesetiap sudut dari produk coran. Di bandingkan dengan proses sand blasting, proses pembersihan dengan air ini prosesnya lebih cepat.

### **3. Pemotongan**

Perkerjaan ini bertujuan untuk memotong bagian bagian yang sudah tidak diperlukan dalam suatu produk coran tersebut, seperti saluran tuang, saluran turun, saluran masuk dan saluran penambah atau riser. Pemotongan untuk bahan yang getas seperti besi cor dapat di lakukan dengan cara pemukulan, namun untuk bahan yang ulet seperti aluminium tidak dapat di lakukan dengan pemukulan, biasanya pemotongan dengan bantuan alat potong. Alat potong yang biasa di gunakan adalah mesin gergaji atau mesin gerinda. Permukaan hasil pemotongan dengan gerinda lebih bersih di banding dengan gergaji, namun pemotongan dengan gerinda ini sangat terbatas pada bagian-bagian yang tidak sulit di jangkau dan bagian yang berukuran kecil, karena konstruksi pahat gerinda tersebut berbentuk bulat dengan prinsip kerjanya berputar.

Selain menggunakan mesin potong, pemotongan dapat juga di lakukan dengan bantuan api hasil pencampuran acetelin (karbit) dengan oksigen.

### **4. Finishing**

Finishing ini adalah pekerjaan akhir setelah proses pembersihan. Proses ini biasanya merapikan lekukkan dan bekas-bekas pemotongan. Proses ini biasanya menggunakan gerinda dengan mata pahat halus atau batu gerinda yang halus. Mesin gerinda tangan ini ada dua tipe yaitu tipe radial dan vertikal. Selain menggunakan batu gerinda, juga dapat dengan menggunakan mesin amplas tangan.



## 10.2. PEMERIKSAAN

Untuk menjaga mutu dan menjamin kualitas hasil coran, maka sebelum hasil coran bungkus atau di kirimkan kepada pemberi order, maka hasil coran sangat perlu di periksa terlebih dahulu. Selain menjaga mutu, pemeriksaan juga dapat menyempurnakan produk dan teknik pengecoran tersebut.

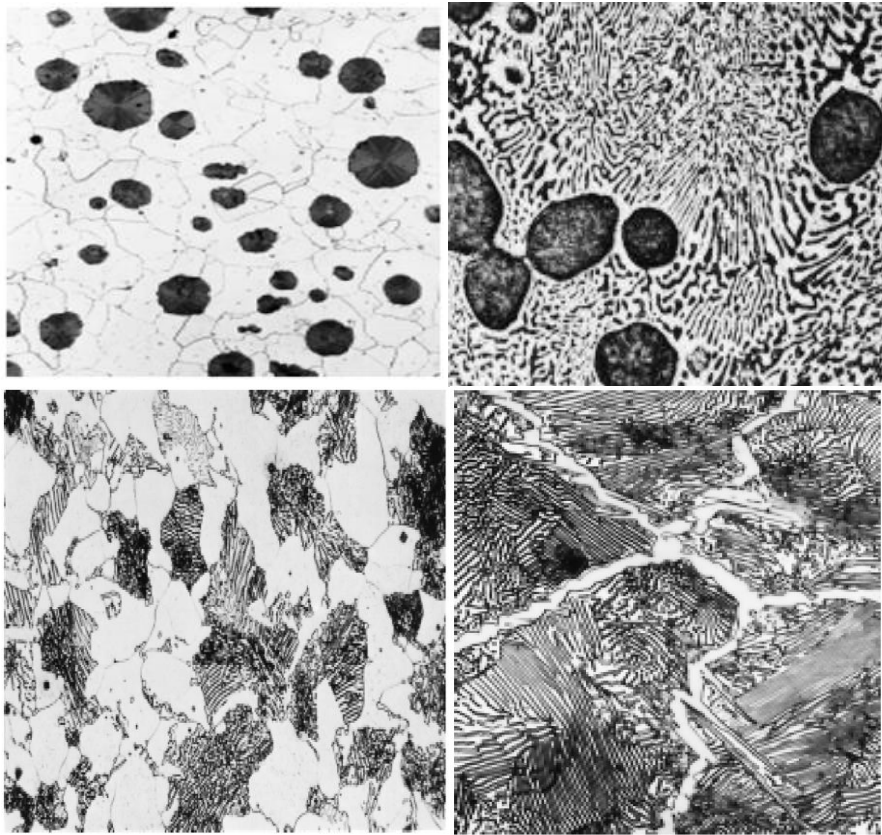
Pemeriksaan dapat dilakukan dengan cara visual atau dengan bantuan alat seperti alat ukur dan mesin uji. Hasil dari pemeriksaan ini akan dilaporkan kebagian perencanaan. Laporan ini penting di buat sebagai bahan dokumentasi.

Pemeriksaan secara visual ini meliputi, pemeriksaan:

- a. Bentuk coran.  
Bentuk coran ini di sesuaikan dengan rencana baik yang di tuangkan dalam gambar rencana atau bentuk bentuk contoh yang sudah ada.
- b. Lubang atau rongga.  
Hal ini mencakup posisi lubang terutama untuk sumbu lubang dan posisi rongga yang tidak sentris
- c. Cacat permukaan  
Memeriksa cacat cacat permukaan yang dapat di lihat langsung dengan mata atau alat bantu kaca pembesar, seperti retak, penyusutan dan sendi atau sudut-sudut tajam yang pecah.

Pemeriksaan dengan alat ukur meliputi pemeriksaan:

- a. Ukuran dan dimensi  
Pemeriksaan ukuran dan dimensi biasanya menggunakan jangka sorong, penggaris ukur dan jika perlu untuk ukuran bagian yang kecil dapat menggunakan mikro meter.
- b. Sifat sifat mekanik  
Pemeriksaan ini untuk mengetahui karakteristik sifat mekanik, seperti kekerasan permukaan. Alat yang digunakan alat uji keras seperti mesin viker dan mesin rockwell.
- c. Cacat cacat  
Cacat cacat yang berada di bawah permukaan dan tidak dapat terlihat langsung biasanya cacat ini di ketahui dengan menggunakan alat bantu, seperti uji ultrasonik, uji radiografi. Tapi pengujian ini tidak harus di lakukan untuk setiap hasil pengecoran, namun untuk produk produk yang membutuh kualitas tinggi yang di persyaratkan tanpa ada cacat sedikitpun maka uji ini sangat diperrlukan.
- d. Struktur mikro  
Pemeriksaan ini untuk mengetahui struktur mikro dari hasil coran. Dengan cara memotong sampel yang akan di periksa. Setelah itu di amplas dari mesh yang kasar hingga mesh yang halus. Amplas yang di gunakan mesh 600 hingga mesh 2000, dilanjutkan dengan memoles menggunakan alumina hingga semua goresan hilang. Agar batas batas butir terlihat jelas, sampel di etsa dengan larutan kimia. Etsa merupakan proses pengkorosian, yaitu dengan mencelupkan sample kedalam larutan kimia dalam waktu beberapa detik. Pencelupan tidak boleh terlalu lama, karena dapat membakar sampel. Setelah itu struktur mikro dari sampel dapat dilihat dengan bantuan mikroskop.



**Gambar 10.2. Contoh gambar struktur mikro**

# GLOSARIUM

Anneling	Proses perlakuan panas untuk pelunakan dan penghilangan tegangan sisa
Bagian belah	Bagian antara rangka cetak atas dan rangka cetak bawah
Baja	Logam paduan Fero dan karbon
Beban	Besarnya gaya yang di berikan
Bentonit	Bahan Pengikat untuk pasir
Besi cor	Logam paduan Fero dan karbon dengan kadar karbon yang tinggi
BTA	Bata Tahan Api
Chamber	Tempat penampungan logam cair
Coating	Pelapisan permukaan logam untuk pelindungan terhadap korosi
Cope	Rangka cetak bagian atas
Deformasi plastis	Perubahan permanen yang terjadi pada material
Die	Landasan atau cetakan
Die casting	Pengecoran dengan tekanan tinggi
Distorsi	Penyimpangan kontruksi akibat panas atau beban berlebih
Drag	Rangka cetak bagian atas
Elektroda	Logam yang di gunakan untuk penghubung arus listrik
Etsa	Cairan kimia yang di gunakan untuk pengkorosian
Eutektoid	Reaksi perubahan fasa pada baja (fasa austenit berubah menjadi perlit)
feedback	Reaksi balik dari suatu gaya
Gambar Teknik	Gambar acuan yang di standarkan
Gaya gravitasi	Gaya tarik bumi
Gerak relatif	Gerak yang berlawanan arah
Getas	Sifat lemah atau mudah patah
Grafit	Karbon bebas yang berada di dalam besi cor
Ikatan Metalurgi	Ikatan antar atom antar logam yang terjadi pada temperatur tinggi
Impact	Beban secara tiba tiba
Injeksi	Penyuntikan
Inti	Bagian Komponen dari cetakan yang berfungsi untuk membuat rongga
Isolator	Sifat yang tidak dapat mengantarkan arus
Kalor	Panas
Kekuatan tekan basah	Kekuatan yang di miliki oleh pasir pada saat basah
Kekuatan tekan kering	Kekuatan yang di miliki oleh pasir pada saat kering
Kokas	Bahan bakar untuk peleburan
Komponen	Bagian dari kontruksi
Kompresor	Mesin yang berfungsi menaikkan tekanan udara
Kondensasi	Proses pengembunan

Konduktivitas listrik	Konstanta pengantar listrik
Korosi	Suatu kejadian akibat Reaksi logam dengan lingkungan yang menurunkan kualitas
Ladle	Tempat penuangan logam cair
Massa Jenis	Berat persatuan volume
Masinal	Proses pemesinan
Matrik	Bagian latar yang memegang serat
Membran	Lapisan tipis diantara dua permukaan
Mesh	Ukuran dari saringan, dimana banyak nya lubang dalam persatuan luas (inchi)
Miniatur	Duplikat dari produk aslinya
Nosel	Alat untuk meningkatkan kecepatan keluar dari aliran fluida
Oksidasi	Hasil reaksi dari oksigen
Pahat	Alat yang di gunakan untuk memotong
Pasir kuarsa	Pasir untuk pasir cetak
Pasir Zirkon	Pasir untuk campuran pasir cetak
Peleburan	Proses pencairan logam yang di lakukan di dalam tungku
Pemuaiian	Penambahan dimensi akibat pengaruh temperatur tinggi
Penetrasi	Penerobosan logam cair yang tinggi
Penukar kalor	Suatu alat yang di gunakan untuk penukar panas
Permeabilitas	Kemampuan pasir untuk mengalirkan udara
Piston	Alat yang di gunakan dalam sistem hidrolik
Pola	Bagian dari cetakan yang merupakan bentuk tiruan dari produk yang akan di cor
Porositas	Terperangkapnya udara di dalam coran sehingga membentuk rongga
Presipitation Hardening	Pengerasan akibat pengendapan
Presisi	Gabungan dua permukaan benda yang segaris atau sama
Proses Pembentukan	Proses produksi dengan pemberian beban, hingga terjadi perubahan
proses Pemesinan	Proses produksi dengan bantuan alat potong
Proses pengcoran	Proses produksi dengan proses pencairan dan penuangan ke dalam cetakan
Proses pengelasan	Proses penyambungan dengan menggunakan panas
Proses Produksi	Proses pembuatan suatu produk
Quenching	Proses perlakuan panas dengan pemanasan dan pencelupan cepat
Radiografi	Proses dan alat yang di gunakan untuk memeriksa cacat
Rangka catak	Rangka yang di gunakan untuk menampung pasir cetak
Resin	Cairan yang dapat mengeras apabila di campur dengan katalis
Rijek	Rusak hasil produksi dan tidak dapat berfungsi seperti yang di harapkan
Riser	Saluran pada cetakan yang di gunakan untuk penambah atau indikator cetakan
Rongga cetak	Rongga dalam cetakan yang akan di isi oleh logam cair

Sand blasting	Proses pembersihan permukaan dengan pasir kecepatan tinggi
Sistem Hidrolik	Sistem pemampatan fluida guna untuk menaikkan tekanan
Talkum	Tepung yang di gunakan sebagai lapisan agar pasir dengan coran tidak menempel
Tanur	Tempat yang di gunakan untuk peleburan logam
Tanur Busur listrik	Tempat peleburan yang memanfaatkan hubungan arus listrik negatif dan positif
Tanur Induksi	Tempat peleburan yang memanfaatkan elemen pemanas
Tanur Kupola	Tempat peleburan yang memanfaatkan Bahan bakar sebagai sumber panas
Tegangan	Besarnya beban persatuan luas
Tegangan luluh	Besarnya beban persatuan luas yang merupakan awal terjadinya deformasi platis
Telapak inti	Tempat injakan inti
Tempering	Proses perlakuan panas setelah proses Quenching
Tuyer	Tempat saluran udara peniupan pada tanur
Ultrasonic	Proses atau alat yang di gunakan untuk mengetahui cacat hasil coran
Unsur paduan	Unsur unsur tambahan dalam logam
Vakum	Kondisi dimana tekanan sangat rendah, mendekati nol.



# DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Dötsch and Herbert Doliwa Dortmund, "Economic melting in medium frequency crucible-type induction furnaces", Casting Plant+Tcchnology, German Foundrymen's Association
- [2] W.J. Jackson & M.W. Hubbard, "Steelmaking for Steelfounders", SCRATA Textbook, Shiefeld - Great Britain, 1979
- [3] Politeknik Manufaktur "Teknik Pengecoran Logam I dan III" 1992
- [4] Kenji Chijjiwa & Tata Surdia "Teknik Pengecoran Logam" Pradnya Paramita, 1996
- [5] [www.efunda.com](http://www.efunda.com)
- [6] [www.rpdrc.ic.polyu.edu.hk](http://www.rpdrc.ic.polyu.edu.hk)
- [7] [www.kovatchcastings.com](http://www.kovatchcastings.com)
- [8] [www.arcabrasives.com](http://www.arcabrasives.com)
- [9] [www.mechanicalengineeringblog.com](http://www.mechanicalengineeringblog.com)
- [10] [www.autopartportal.com](http://www.autopartportal.com) , [www.aludiecasting.com](http://www.aludiecasting.com). [www.cnmould.com](http://www.cnmould.com)
- [11] [www.hapli.wordpress.com](http://www.hapli.wordpress.com), [hanscast.blogspot.com](http://hanscast.blogspot.com), [castmetal.com](http://castmetal.com)







# Proses Pengecoran Logam

Proses pengecoran logam sudah dilakukan semenjak manusia mengenal atau menemukan temperatur tinggi untuk peleburan logam. Teknik pengecoran logam pun berkembang seiring dengan berkembangnya teknologi, diawali dengan menggunakan cetakan pasir hingga proses pengecoran bertekanan tinggi.

Untuk mendapatkan hasil pengecoran yang sesuai dengan yang di rencanakan perlu kiranya untuk mengenal hal hal yang berpengaruh terhadap hasil pengecoran seperti jenis cetakan, pasir, pola, inti, logam coran, peleburan, analisa cacat, dan pemeriksaan hasil coran.

Oleh karena itu dalam buku ini akan dibahas mengenai hal-hal di atas dan diharapkan dapat mengenalkan proses pengecoran ini kepada siswa-siswa teknik, khususnya teknik mesin. Selain itu buku ini juga dapat mejadi buku pegangan, sebagai bahan pembelajaran proses pengecoran, mahasiswa Teknik Mesin dan tidak menutup kemungkinan untuk masyarakat umum.