

BAB 2

PROSES PENGECORAN

2.1. Pendahuluan

Proses pengecoran melalui beberapa tahap : pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan. Hasil pengecoran disebut dengan coran atau benda cor.

Proses pengecoran bisa dibedakan atas 2 yaitu : proses pengecoran dan proses pencetakan. Proses pengecoran tidak menggunakan tekanan sewaktu mengisi rongga cetakan sedangkan proses pencetakan adalah logam cair ditekan agar mengisi rongga cetakan. Cetakan untuk kedua proses ini berbeda dimana proses pengecoran cetakan biasanya dibuat dari pasir sedangkan proses pencetakan, cetakannya dibuat dari logam.

Cetakan pasir yang digunakan dalam proses pengecoran berdasarkan jenis pola dibedakan atas :

1. pola yang dapat digunakan berulang-ulang
2. pola sekali pakai.

2.2. Prosedur Pembuatan Cetakan

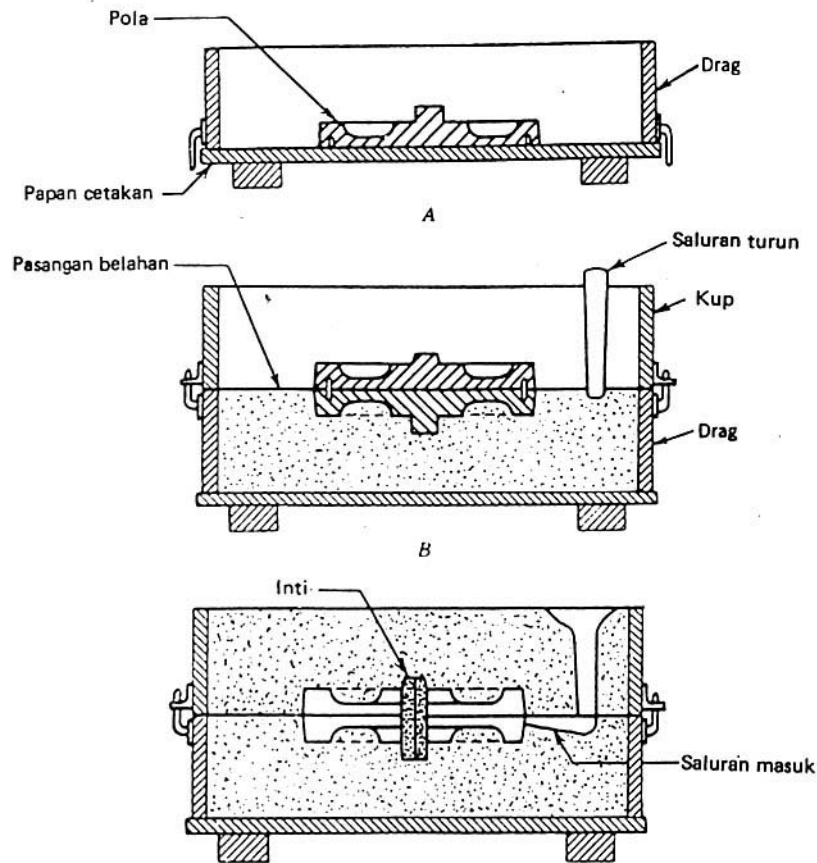
Berdasarkan bahan yang digunakan, cetakan diklasifikasikan atas :

1. *Cetakan pasir basah* (green-sand molds)

Cetakan dibuat dari pasir basah. Urutan cetakannya berdasarkan gambar 1. adalah sebagai berikut :

- A. Belahan pola diletakkan diatas papan cetakan, drag siap untuk diisi pasir.

- B. Drag telah dibalik dan pasangan belahan pola diletakkan di atasnya. Kup siap untuk diisi pasir.
- C. Cetakan telah siap pakai lengkap dengan inti-kering di tempatnya.



Gambar 5.2. Prosedur pembuatan cetakan pasir. *A*, Belahan pola diletakkan di atas papan cetakan, drag siap untuk diisi pasir; *B*, Drag telah dibalik dan pasangan belahan pola diletakkan di atasnya. Kup siap untuk diisi pasir; *C*, Cetakan telah siap pakai lengkap dengan inti-kering di tempatnya.

Gambar 1. Prosedur pembuatan cetakan pasir.

2. Cetakan kulit kering (skin dried mold)

Ada dua cara pembuatan cetakan :

1. Pasir disekitar pola setebal kira-kira 10 mm dicampur dengan pengikat sehingga bila pasir mengering terbentuk permukaan yang keras. Bagian lainnya terdiri dari pasir basah biasa.

2. Seluruh cetakan dibuat dari pasir basah kemudian permukaannya yang bersinggungan dengan pola disemprot atau dilapisi bahan yang mengeras bila dipanaskan. Pelapis terdiri dari minyak cat, molas, sago atau bahan sejenis. Permukaan harus dikeringkan dengan tiupan udara atau dengan pemanasan.

3. *Cetakan pasir kering*

Cetakan dibuat dari pasir yang kasar dengan menggunakan material untuk pengikat. Tempat cetakan terbuat dari bahan logam. Cetakan pasir kering tidak menyusut sewaktu kena panas dan bebas dari gelembung udara.

4. *Cetakan lempung (Loam mold)*

Cetakan lempung biasanya digunakan untuk cetakan benda yang besar. Kerangka cetakan terbuat dari batu bata atau besi yang dilapis dengan lempung kemudian diperhalus permukaannya. Pembuatan cetakan ini biasanya memerlukan waktu yang lama.

5. *Cetakan furan (Furan mold)*

Pasir yang kering dan tajam dicampur dengan asam fosfor yang dalam hal ini merupakan reagens pemercepat. Resin *furan* ditambahkan secukupnya dan campuran diaduk hingga resin merata. Pasir dibentuk dan dibiarkan mengeras yaitu sekitar 1 atau 2 jam.

6. *Cetakan CO₂*

Pasir yang bersih dicampur dengan natrium silikat dan campuran dipadatkan di sekitar pola, kemudian dialirkan gas CO₂ dan campuran akan mengeras. Cetakan CO₂ digunakan untuk bentuk yang rumit dan permukaan cetakannya licin.

7. *Cetakan logam*

Cetakan ini banyak digunakan pada cetakan *die-casting* (cetakan) logam dengan suhu lelehnya rendah. Cetakan mempunyai permukaan yang licin.

8. *Cetakan khusus*

Cetakan khusus adalah cetakan yang terbuat dari plastik, kertas, kayu, semen, plaster atau karet.

Proses pembuatan cetakan dibedakan atas :

1. *Pembuatan cetakan di meja* (Bench molding)

Dipakai untuk benda-benda cor yang kecil.

2. *Pembuatan cetakan di lantai*

Dilakukan untuk benda cor yang berukuran sedang atau besar.

3. *Pembuatan cetakan sumuran* (Pit molding)

Digunakan untuk benda cor yang besar. Benda cor dituang dalam sumuran. Sumuran terdiri dari *drag* dan *kup*. Sisi sumuran diperkuat dengan bata dan alas ditutupi lapisan sinteryang tebal yang dihubungkan dengan pipa-pipa pelepas gas ke lantai pabrik. Cetakan ini tahan terhadap tekanan tinggi.

4. *Pembuatan cetakan dengan mesin*

Pekerjaan memadatkan pasir, membalik cetakan, dan membuat saluran masuk dilakukan dengan mesin sehingga pekerjaan menjadi lebih cepat dan efisien.

Prosedur pembuatan cetakan

Pertama-tama, belahan pola diletakkan diatas papan kayu yang rata. Kemudian rangka cetak bawah (*drag*) diletakkan diatas kayu (lihat gambar 1. *Drag* diisi penuh dengan pasir kemudian dimampatkan dengan cara manual atau mesin. Setelah selesai dimampatkan, pasir yang berlebih diratakan. Untuk memudahkan

pelepasan gas sewaktu penuangan, pasir ditusuk-tusuk di beberapa tempat.

Cetakan bagian bawah tersebut kemudian dibalik, dengan demikian kup (cetakan atas) bisa dipasang. Sebelum dibalik, ditaburkan pasir kering dan diatasnya diletakkan papan. Drag dibalik dan permukaan pasir diratakan dan ditaburi pasir kering. Pasir kering yang ditaburkan adalah pasir silika kering yang halus dan tidak ada kekuatannya. Pasir ini mencegah melekatnya pasir dari kedua cetakan.

Setelah itu kup diletakkan diatas drag (gambar 1b), pasak pin dipasang supaya tidak terjadi pergeseran. Pada cetakan atas perlu dibuat saluran turun (sprue) yang merupakan saluran pengalir logam cair, suatu pin tirus (sprue pin) ditempatkan lebih kurang 25 mm di kiri - kanan pola. Kemudian kup diisi pasir, dipadatkan dan diberi lubang pelepasan gas.

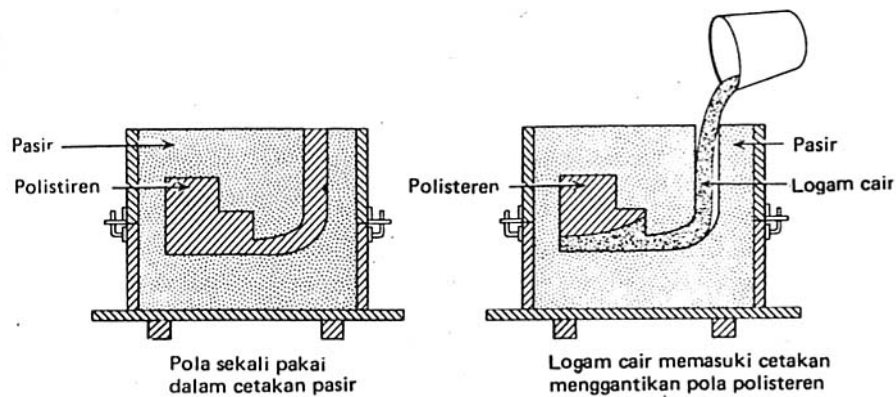
Untuk mengambil pola, pertama-tama salura turun dicabut, kemudian dibuat cawan tuang pada ujun saluran turun sehingga memudahkan penuangan logam cair. Kup kemudian dilepas dan dibalik. Sebelum belahan pola dilepas, pasir disekitar rongga cetakan diseka dengan kain lembab untuk menjaga supaya pinggiran rongga cetakan tidak rontok. Belahan pola kemudian dilepaskan.

Sebelum cetakan ditutup, perlu dibuat saluran masuk (gate) antara rongga cetakan dengan saluran turun.

Cetakan Pola Sekali Pakai

Pola sekali pakai umumnya terdiri dari satu bagian. Umumnya cetakan dibuat dari pasir basah, namun pasir jenis lainnya juga banyak digunakan. Saluran turun dan bagian dari sistem saluran masuk merupakan bagian dari pola. Pola termasuk saluran turun dan saluran tuangnya ditinggalkan dalam cetakan. Pada saat proses pencetakan dimana logam cair dialirkan ke dalam cetakan, pola yang umumnya terbuat dari polistiren akan menguap dan logam cair akan

mengisi rongga cetakan. Proses pengecoran pola sekali pakai bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Cetakan pola sekali pakai.

Keuntungan-keuntungan dari proses ini adalah :

1. Sangat tepat untuk mengecor benda-benda dalam jumlah kecil
2. Tidak memerlukan pemesinan lagi
3. Menghemat bahan coran
4. Permukaan mulus
5. Tidak diperlukan pembuatan pola belahan kayu yang rumit
6. Tidak diperlukan inti atau kotak inti
7. Pengecoran lebih sederhana.

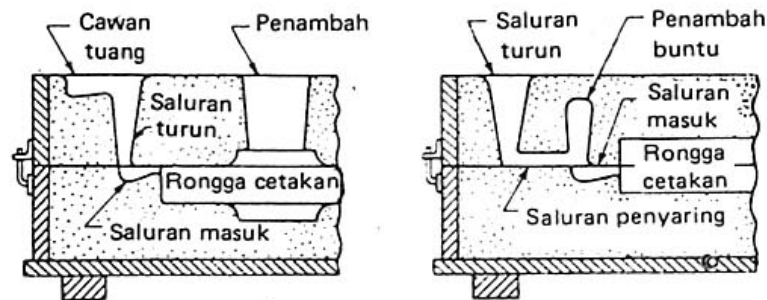
Kerugiannya adalah :

1. Pola rusak sewaktu dilakukan pengecoran
2. Pola mudah rusak, karena itu butuh penanganan yang hati-hati
3. Pada pembuatan pola tidak dapat digunakan mesin mekanik
4. Tidak ada kemungkinan untuk memeriksa keadaan rongga cetakan.

Saluran Masuk, Penambah Dan Karakteristik Pembekuan

Sistem saluran masuk (gating system) bertujuan mengalirkan logam cair ke dalam rongga cetakan. Saluran masuk terdiri dari cawan tuang, saluran turun, pengalir dan saluran masuk tempat logam mengalir memasuki rongga cetakan. Dalam merancang saluran masuk perlu diperhatikan hal-hal berikut :

1. Aliran logam cair hendaknya memasuki rongga cetakan pada bagian dasar atau dekat dasarnya dengan turbulensi seminimal mungkin.
2. Hindarkan terjadinya pengikisan dinding saluran masuk serta rongga cetakan dengan mengatur aliran logam cair.
3. Pembekuan diusahakan terarah yaitu dimulai dari permukaan cetakan ke arah masuknya logam cair.
4. Usahakan agar kotoran, slag, atau partikel lainnya tidak masuk ke rongga cetakan.

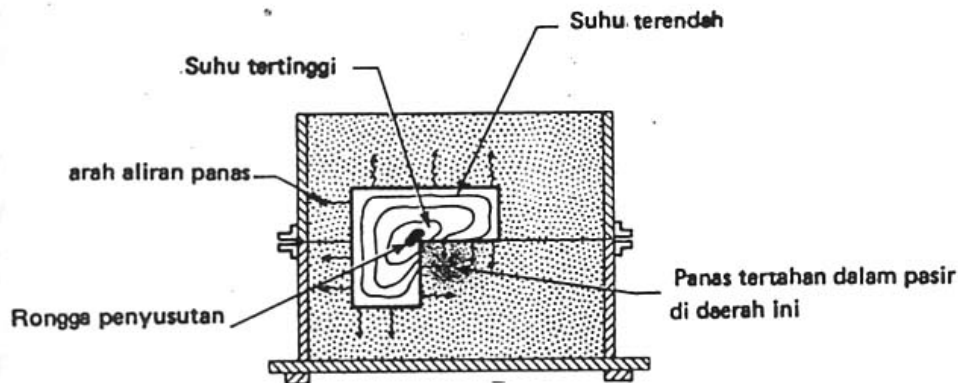


Gambar 3. Cara pengaliran logam cair ke rongga cetakan.

Cawan tuang dibuat untuk memudahkan ketika menuang logam cair dan untuk mencegah masuknya terak ke dalam cetakan. Saluran penyaring untuk mencegah masuknya terak atau partikel lainnya masuk ke dalam saluran turun kedua.

Penambah (riser) digunakan ssebagai cadangan logam cair untuk menutup rongga karena penyusutan.

Penyusutan selalu terjadi jika logam membeku dan apabila penyusutan tidak diatur dengan baik maka bisa menimbulkan rongga penyusutan yang besar. Umumnya rongga penyusutan terjadi pada daerah dengan temperatur paling tinggi atau di tempat dimana terjadi pembekuan paling akhir.

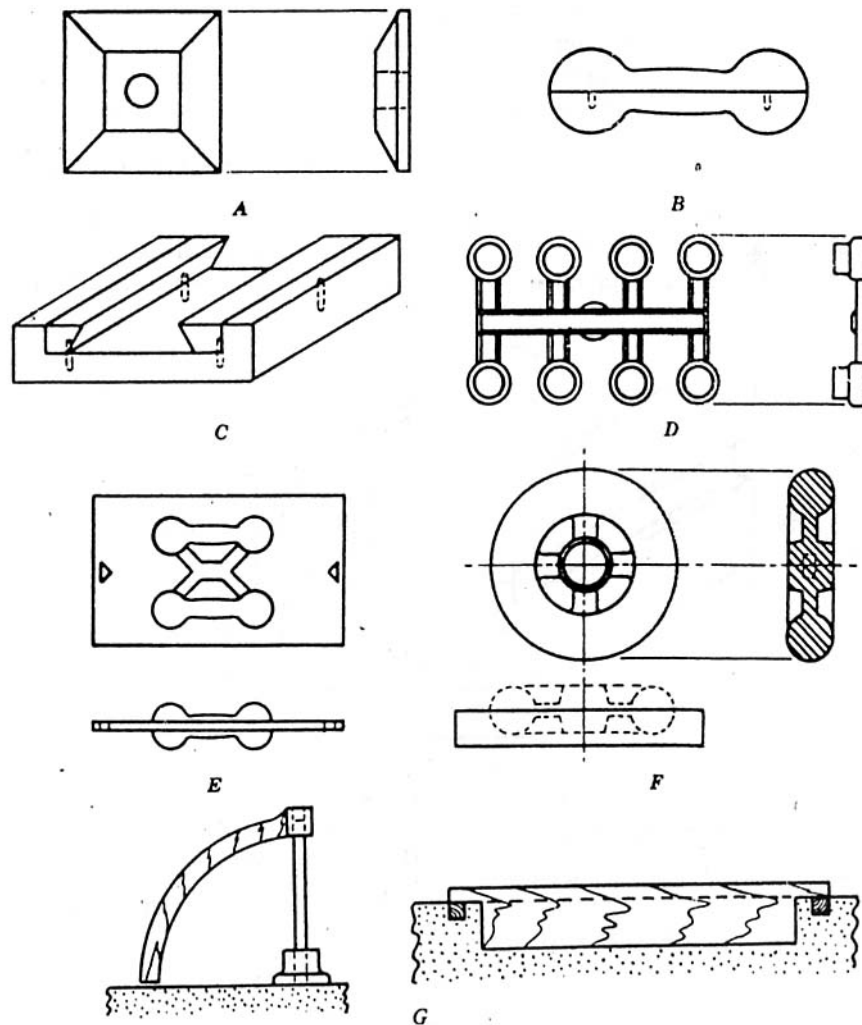


Gambar 4. Isoterm yang menunjukkan daerah dimana mungkin terjadi rongga penyusutan.

2.3. Pola

Pola mempunyai beberapa jenis. Jenis-jenis pola bisa dilihat pada gambar 5. Pola yang paling sederhana, A, merupakan pola tunggal. Kadang-kadang pola dibuat dalam 2 bagian untuk memudahkan pembuatan cetakan seperti pola B.

Untuk membuat cetakan dalam jumlah banyak, dapat digunakan pola lengkap dengan sistem saluran, lihat gambar D. Biasanya pola jenis ini dibuat dari logam sehingga lebih kuat sekaligus mencegah pelenturan akibat kelembaban.



Gambar 5. Jenis pola A. Pola tunggal; B. Pola belah atau pola terpisah; C. Pola terlepas; D. Pola dengan sistem saluran; E. Pola dengan papan penyambung; F. Papan penuntun untuk pola roda; G. Pola sipat; sipat lengkung untuk inti pasir bawah yang besar dan sipat datar untuk alur.

Pada pembuatan pola harus diperhatikan beberapa hal antara lain: pengaruh penyusutan logam cair, ketirusan, penyelesaian, distorsi dan kelonggaran, sehingga akan didapat benda cor yang sesuai dengan benda yang akan dibuat.

Penyusutan

Karena logam akan menyusut pada waktu pembekuan, maka perlu ditambahkan ukuran penyusutan. Untuk kemudahan, untuk besi cor dapat digunakan mistar susut yang 1,04% atau 0,0104

mm/mm lebih panjang dari ukuran standar. Untuk brons perlu ditambah 1,56%, baja 2,08%, aluminium dan magnesium 1,30%.

Tirus

Bila pola diangkat maka tepi cetakan pasir yang bersentuhan dengan pola terangkat. Oleh sebab itu sisi miring pola harus dibuat miring. Untuk permukaan luar biasanya dipakai penambahan sebesar 1,04% hingga 2,08%. Untuk lubang sebelah dalam dapat digunakan kemiringan sampai 6,25%.

Penyelesaian

Untuk permukaan coran yang akan mengalami permesinan maka pola pada bagian tersebut harus dipertebal sekitar 3,0 mm. Untuk pola yang besar penambahannya lebih besar lagi.

Distorsi

Distorsi terjadi pada benda coran dengan bentuk yang tidak teratur karena sewaktu membeku terjadi penyusutan yang tidak merata. Hal ini harus diperhitungkan ketika membuat pola.

Kelonggaran

Bila pasir di sekitar pola ditumbuk-tumbuk kemudian pola dilepaskan, umumnya ruangan pola sedikit lebih besar. Bila benda coran tidak dilakukan penyelesaian maka dibuat pola yang sedikit lebih kecil.

Bahan pola

Pola harus diperhitungkan terhadap pemesinan dan penyusutan dan penambahan lainnya untuk memudahkan pengecoran. Pola biasanya dibuat dari kayu karena relatif murah dan mudah dibentuk. Sebaiknya pola yang dipergunakan untuk produksi dalam jumlah besar biasanya dibuat dengan bahan logam karena lebih awet dalam penggunaan.

2.4. Pasir

Pasir silika (SiO_2) sangat cocok untuk cetakan karena tahan suhu tinggi tanpa terjadi penguraian, murah dan awet. Namun pasir silika murni tidak bisa digunakan karena tidak mempunyai daya ikat. Pasir silika murni dicampur dengan lempung sebanyak 8 sampai 15% untuk meningkatkan daya ikatnya. Jenis lempung yang banyak digunakan adalah kaolin, illit dan bentonit.

Pasir cetak alam telah mengandung sejumlah lempung, sehingga untuk membuat cetakan tinggal menambahkan air saja. Pasir cetak buatan terdiri dari butiran silika ditambah lempung sebanyak 3 sampai 5%. Kemudian ditambahkan air sebanyak maksimum 5%.

Jenis cetakan turut menentukan ukuran butir pasir. Untuk cetakan kecil dan rumit digunakan pasir yang halus sehingga didapat cetakan yang baik. benda cor yang besar memerlukan butir pasir yang kasar supaya memudahkan pelepasan gas.

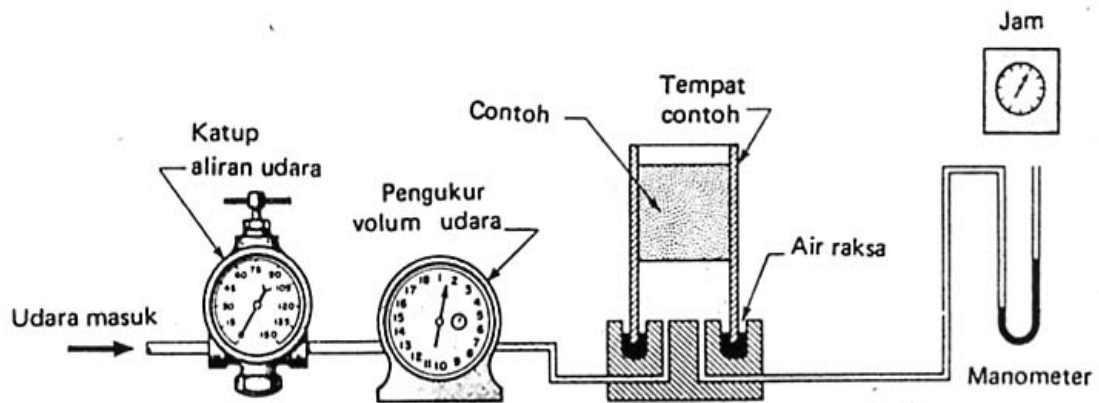
Pengujian Pasir

Pasir cetak harus diuji untuk mengetahui sifat-sifatnya. Pengujian mekanik yang biasa dilakukan adalah :

1. *Permeabilitas*. Porositas pasir akan menentukan pelepasan gas dan uap yang ada dalam cetakan.
2. *Kekuatan*. Pasir harus mempunyai gaya kohesi yang menentukan daya ikatnya.
3. *Ketahanan terhadap suhu tinggi*. Pasir harus tahan suhu tinggi tanpa melebur.
4. *Ukuran dan bentuk butiran*. Ukuran pasir disesuaikan dengan bentuk permukaan yang diinginkan.

Pengujian Permeabilitas

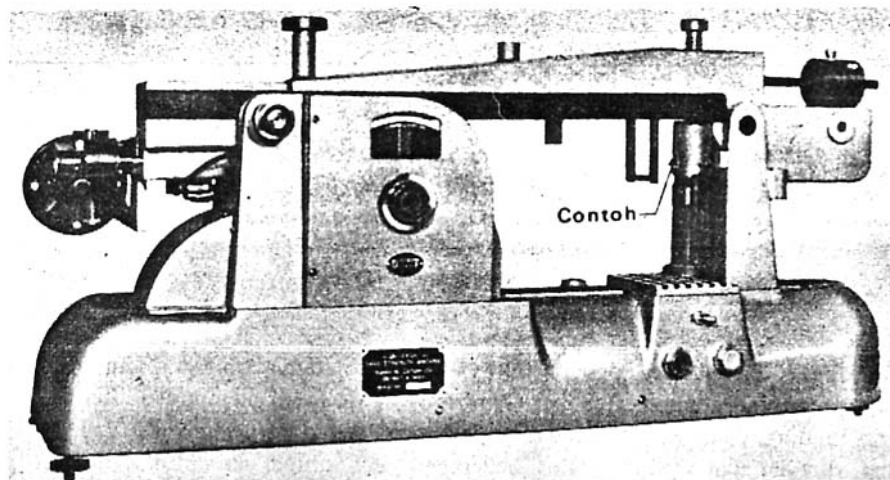
Pasir cetak harus bisa mengalirkan gas-gas yang terperangkap di dalam rongga cetakan. Uji permeabilitas adalah menentukan jumlah udara yang bisa melalui contoh pasir cetak dalam keadaan standar.



Gambar 6. Peralatan untuk mengukur permeabilitas pasir cetak.

Kekuatan Pasir

Untuk mengetahui daya tahan dan daya ikat pasir basah ataupun pasir kering, dilakukan percobaan tekan, tarik, geser atau kekuatan melintang. Yang umum sebagai patokan biasanya kekuatan tekan. Pada gambar 7. tampak mesin pengukur kekuatan pasir.

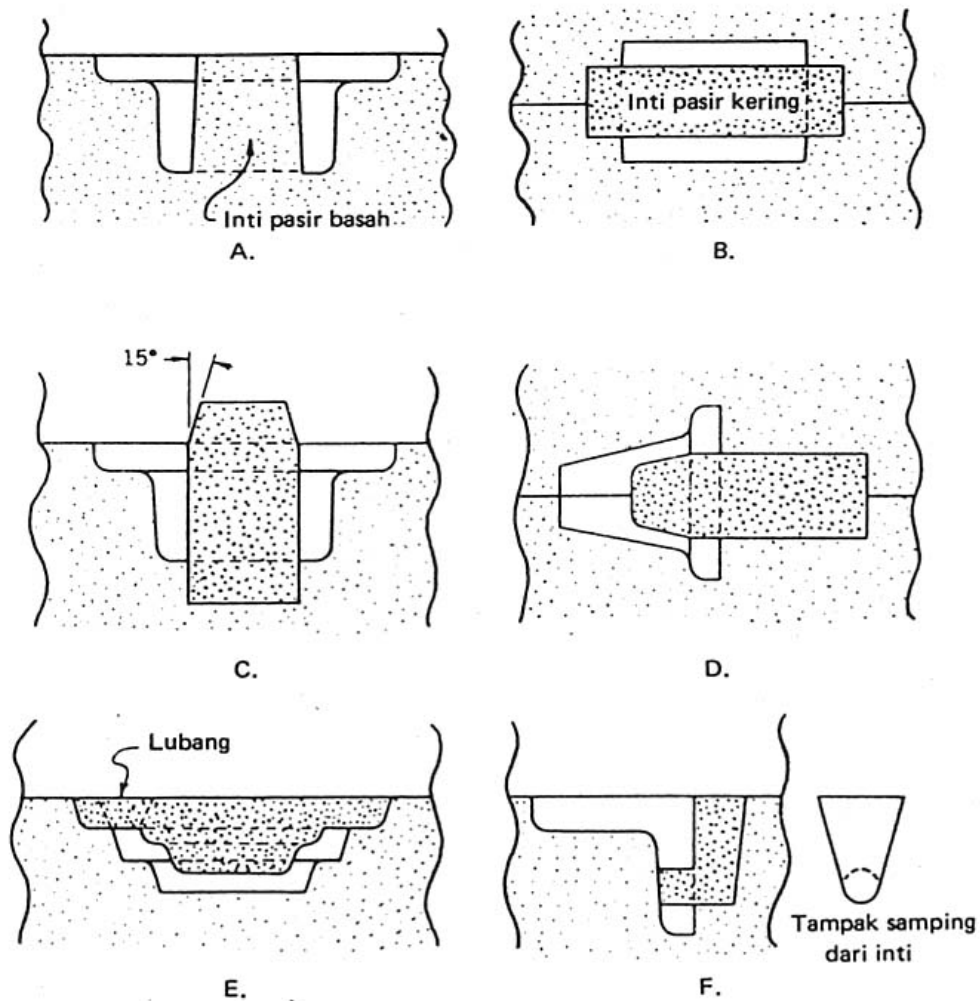


Gambar 7. Mesin pengukur kekuatan pasir.

2.4. Inti

Inti digunakan bila dalam suatu cetakan perlu dibuat rongga atau lubang, misalnya lubang untuk baut. Inti bisa merupakan bagian dari pola atau dipasang setelah pola dikeluarkan.

Inti bisa dibagi atas : inti pasir basah dan inti pasir kering. Inti basah adalah bagian dari pola dan terbuat dari bahan yang sama dengan cetakan. Inti pasir kering dibuat secara terpisah dan dipasang setelah pola dikeluarkan. Gambar 8. adalah jenis-jenis inti.

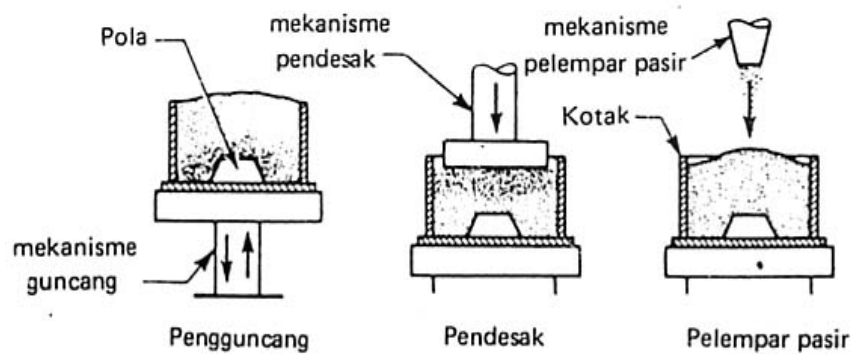


Gambar 8. Berbagai jenis inti. A. Pola dengan inti pasir basah; B. Inti pasir kering yang disangga pada kedua ujungnya; C. Inti pasir kering vertikal; D. Inti pasir kering horisontal; E. Inti pasir kering yang tergantung; F. Inti bawah.

Inti bisa dibuat dengan berbagai jenis mesin pembuat inti seperti mesin guncang, mesin tekan, mesin guncang - tekan dan mesin pelempar pasir.

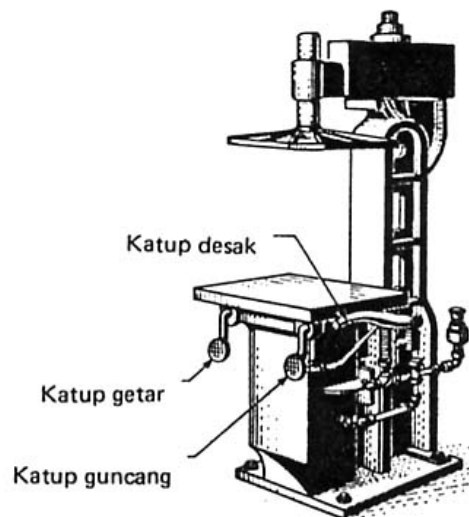
2.5. Mesin Pembuatan Cetakan Secara Mekanis

Dengan memakai mesin bisa didapatkan cetakan dengan mutu baik. Ada beberapa jenis mesin yang digunakan dalam membuat cetakan. Prinsip kerja mesin pembuat cetakan bisa dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Prinsip kerja mesin pembuat cetakan.

Mesin Pengguncang



Gambar 10. Mesin guncang desak.

Pada mesin pengguncang, meja diguncangkan naik-turun dengan tekanan udara yang akan memadatkan pasir. Umumnya pasir lebih padat di sekitar pola dan pada batas permukaan pemisah. Salah satu contoh bentuk mesin pengguncang sekaligus mesin pendesak diperlihatkan pada gambar 10.

Mesin Pendesak

Pada mesin pendesak, pasir dalam kotak yang berada diantara meja dan pelat pendesak dipadatkan. Kepadatan tertinggi diperoleh pada sisi cetakan yang searah dengan gaya.

Mesin Guncang-Desak

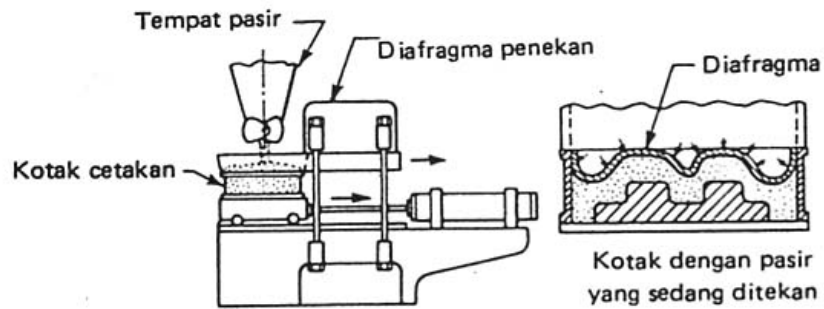
Mesin guncang-desak diperlihatkan pada gambar 10. Cara kerja mesin adalah sebagai berikut : kotak cetakan dipersiapkan, diantara kup dan drag diletakkan papan pasangan, dan keseluruhannya diletakkan dalam keadaan terbalik diatas meja getar. Drag diisi pasir dan diratakan, kemudian ditutup dengan papan alas. Dengan mengguncangkannya, pasir dalam drag dipadatkan. Keseluruhannya kemudian dibalik dan sekarang kup diisi dengan pasir dan diratakan. Cetakan kemudian ditutup dengan papan desak, dan pelat tekan diletakkan diatasnya. Pasir dalam kup tertekan hingga cukup padat. Setelah itu pelat tekan mesin diangkat, kup diangkat dan papan pasangan digetarkan. Setelah itu papan pasangan diangkat dari drag.

Mesin Diafragma

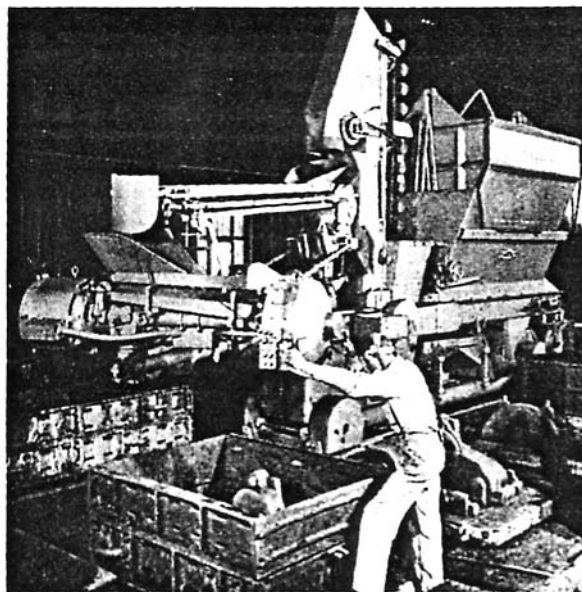
Pada mesin ini pasir ditekan dengan menggunakan diafragma karet seperti diperlihatkan pada gambar 11. Diafragma akan menekan pasir menggunakan tekanan udara. Proses ini cepat, dan bisa diperoleh toleransi yang ketat akibat pemadatan pasirnya rata.

Mesin Pelempar Pasir

Untuk pembuatan cetakan pasir yang besar-besar telah dikembangkan alat yang disebut pelempar pasir.



Gambar 11. Mesin diafragma.



Gambar 12. mesin Pelempar Pasir.

Pada gambar 12. terlihat mesin pelempar pasir yang banyak digunakan. Pasir ditempatkan dalam sebuah kotak dengan kapasitas 8,5 m³, kemudian pasir diteruskan dengan ban berjalan ke kepala

Asyari Daryus – Proses Produksi
Universitas Darma Persada- Jakarta

pelempar pasir yang terdiri dari sudu yang berputar cepat. Kepadatan pasir diatur dengan mengendalikan perputaran kepala sudu.

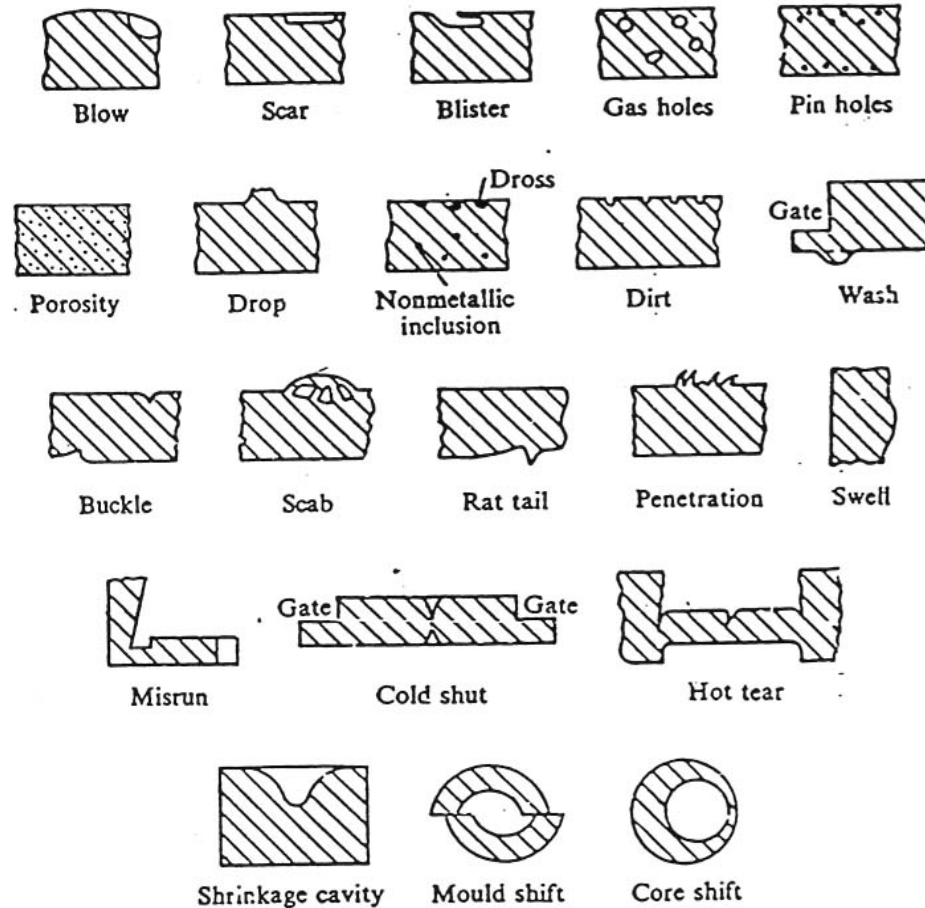
2.6. Cacat-cacat Coran

Cacat yang dijumpai pada coran disebabkan oleh cacat pada hal-hal berikut :

1. Desain pengecoran dan pola
2. Pasir cetakan dan desain cetakan dan inti
3. Komposisi logam
4. Pencairan dan penuangan
5. Saluran masuk dan penambah.

Gambar 13. adalah jenis-jenis cacat yang banyak ditemukan di dalam cetakan pasir :

- (i) Blow yaitu rongga bulat besar yang disebabkan gas karena menempati daerah logam cair pada permukaan kop. Blow biasanya terjadi pada permukaan coran yang cembung.
- (ii) Scar yaitu blow yang dangkal yang biasanya dijumpai pada permukaan coran yang rata.
- (iii) Blister adalah scar yang tertutup oleh lapisan tipis logam.
- (iv) Gas holes (lobang gas) yaitu gelembung gas yang terperangkap yang mempunyai bentuk bola dan terjadi ketika sejumlah gas larut dalam logam cair.
- (v) Pin holes adalah lobang blow yang sangat kecil dan terjadi pada atau dibawah permukaan coran.



Gambar 13. Cacat coran yang umum.

- (vi) Porosity (porositas) adalah lobang sangat kecil yang tersebar merata diseluruh coran.
- (vii) Drop adalah Tonjolan pada permukaan kop yang disebabkan karena jatuhnya pasir dari kop.
- (viii) Inclusion (inklusi) adalah adanya partikel non logam yang ada pada logam induk.
- (ix) Dross adalah impuritas ringan yang berada pada permukaan coran.
- (x) Dirt adalah lobang kecil pada permukaan kop karena jatuhnya pasir ke benda coran. ketika pasir dilepaskan akan meninggalkan lobang kecil.

- (xi) Wash adalah tonjolan pada permukaan drag yang timbul di dekat saluran masuk, hal ini disebabkan oleh erosi pada pasir karena kecepatan logam cair yang tinggi memasuki dasar saluran masuk.
- (xii) Buckle adalah bentuk V yang panjang, dangkal dan lebar yang terbentuk pada permukaan rata coran karena suhu tinggi logam.
- (xiii) Scab adalah lapisan tipis logam, kasar yang menonjol diatas permukaan coran, pada puncak lapisan tipis pasir.
- (xiv) Rat tail yaitu penurunan angular, dangkal dan panjang yang biasanya ditemukan pada pengecoran tipis.
- (xv) Penetration yaitu tonjolan berongga, kasar karena cairan logam mengalir diantara partikel pasir dikarenakan permukaan cetakan begitu lunak dan berongga.
- (xvi) Swell adalah cacat yang dijumpai pada permukaan vertikal pengecoran jika pasir cetakan berdeformasi karena tekanan hidrostatik yang disebabkan kandungan uap air yang tinggi didalam pasir.
- (xvii) Misrun terjadi adanya rongga yang terjadi apabila karena tidak cukup pemanasan logam cair mulai membeku sebelum mencapai titik terjauh dari rongga cetakan.
- (xviii) Cold shut adalah terjadinya misrun pada tengah coran karena pengecoran dilakukan dengan saluran masuk di dua sisi.
- (xix) Hot tear adalah retak yang terjadi karena tegangan sisa yang tinggi.
- (xx) Shrinkage cavity (rongga penyusutan) adalah rongga karena terjadinya penyusutan pada logam ketika membeku dimana saluran penambah tidak bisa mengisinya.
- (xxi) Shift adalah ketidaklurusan antara kedua bagian cetakan atau inti. .