

PL III

PERENCANAAN PENGECORAN LOGAM

3.1 Tujuan

1. Praktikan mengetahui, memahami, dan mampu mempersiapkan apa saja yang dibutuhkan dalam perencanaan pengecoran logam.
2. Praktikan dapat merencanakan desain sistem saluran dan pola pada cetakan pasir.
3. Praktikan mengetahui tahapan pembuatan cetakan pasir.
4. Praktikan mampu memecahkan masalah - masalah dalam perencanaan pengecoran logam cetakan pasir.

3.2 Dasar Teori

3.2.1 Pola

3.2.1.1 Definisi Pola

Pola merupakan alat yang digunakan untuk membuat *cavity* atau rongga pada cetakan dengan tambahan toleransi (Surdia dan Chijiwa, 2013:51).

Pada pemilihan bahan pola bergantung pada beberapa faktor seperti:

1. Memenuhi syarat minimum pembuatan yang meliputi kuantitas, kualitas, kerumitan coran, ketebalan minimum yang diinginkan, tingkat ketepatan serta finishing yang dibutuhkan.
2. Kemungkinan perubahan desain.
3. Tipe produksi pengecoran, jenis metode cetakan, dan peralatan yang akan digunakan.
4. Kemungkinan adanya pesanan yang berulang

Syarat-syarat bahan pola yang baik yaitu:

1. Mudah dikerjakan, dibentuk, dan disambung.
2. Memiliki beban yang ringan untuk penanganan/penggunaan dan pengerjaan.
3. Kuat, keras, dan tahan lama.
4. Tahan abrasi, korosi, dan tidak mudah bereaksi secara kimia.
5. Dimensinya stabil dan tidak mudah terpengaruh temperatur dan kelembaban.
6. Ketersediaan dalam harga murah.
7. Dapat diperbaiki bahkan digunakan kembali.
8. Memiliki kemampuan untuk menghasilkan permukaan akhir yang baik.

Sumber: Jain (1999:6)



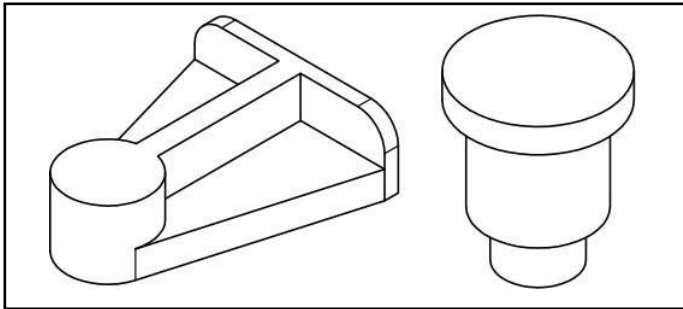
3.2.1.2 Macam-Macam Pola

1. Pola Pejal

Pola pejal adalah pola yang biasa dipakai yang bentuknya hampir serupa dengan bentuk coran. Pola ini dibagi menjadi 6 macam, yaitu pola tunggal, pola belahan, pola setengah, pola belahan banyak, pola penarikan terpisah, dan pola penarikan sebagian (Surdia dan Chijiwa, 2013:56).

a. Pola Tunggal

Pola ini dibentuk sesuai dengan corannya, disamping itu kecuali tambahan penyusutan, tambahan penyelesaian mesin, dan kemiringan pola, kadang-kadang dibuat juga menjadi satu dengan telapak inti (Surdia dan Chijiwa, 2013:57).



Gambar 3.1 Pola Tunggal

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:57)

Keuntungan :

- Pola yang paling sederhana
- Membutuhkan biaya produksi yang rendah
- Tidak perlu penyambungan dalam pembuatannya

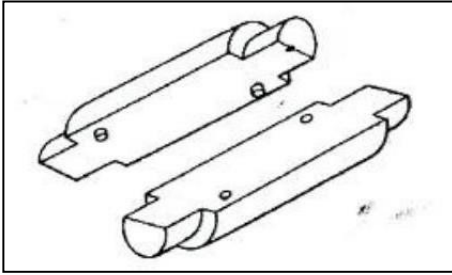
Kerugian :

- Tidak dapat dibongkar pasang menjadi bentuk lain
- Untuk pola yang rumit, proses pembuatan agak sulit

b. Pola Belahan

Pola ini dibelah ditengah untuk memudahkan pembuatan cetakan. Permukaan pisahnya sebisa mungkin dibuat satu bidang. Pola ini terdiri dari dua *part* yang akan disambung menggunakan pin (Surdia dan Chijiwa, 2013:57).





Gambar 3.2 Pola Belahan
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:57)

Keuntungan :

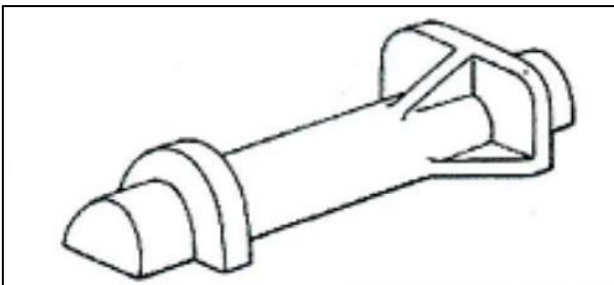
- Dapat digunakan untuk geometri yang rumit
- Pola bagian atas dan bawah dapat dipisahkan

Kerugian :

- Posisi antara cetakan pada cope dan drag kemungkinan dapat bergeser
- Proses pembuatan lebih rumit dibandingkan pola tunggal
- Dibutuhkan sambungan yang presisi dan akurat.
- Harga pembuatan pola belahan lebih mahal dibanding pola tunggal.

c. Pola Setengah

Pola ini dibuat untuk coran dimana cope dan dragnya simetri terhadap permukaan pisah. Cope dan dragnya hanya dicetak dengan setengah pola (Surdia dan Chijiwa, 2013:57).



Gambar 3.3 Pola Setengah
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:57)

Keuntungan :

- Harga pola setengah lebih murah dari harga pola tunggal
- Pembuatan pola lebih cepat

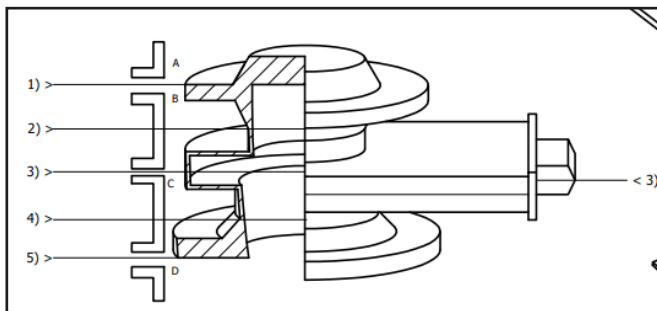


Kerugian :

- Proses pengerjaan cetakan lebih lama
- Hanya untuk bentuk sederhana tanpa ada banyak sudut dan kelengkungan yang butuh ketelitian tinggi
- Tidak dapat digunakan untuk benda kerja tidak simetris

d. Pola Belahan Banyak

Dalam hal ini pola dibagi menjadi 3 bagian atau lebih untuk memudahkan melakukan penarikan cetakan dan untuk penyederhanaan pemotongan inti (Surdia dan Chijiwa, 2013:57).



Gambar 3.4 Pola Belahan Banyak
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:57)

Keuntungan :

- Dapat digunakan untuk bentuk - bentuk yang banyak memiliki lengkungan
- Memudahkan penarikan dari cetakan

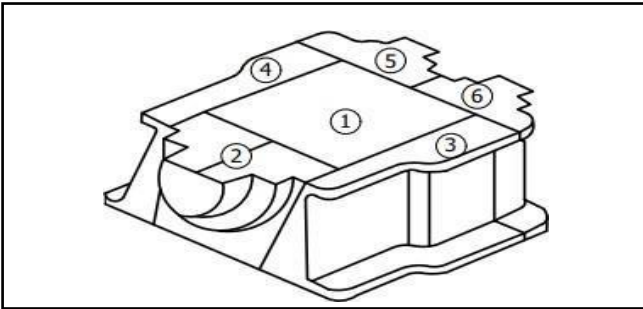
Kerugian :

- Umumnya terjadi pergeseran, sehingga menyebabkan dimensi benda hasil coran tidak sesuai desain yang diharapkan
- Pembuatan pola membutuhkan waktu yang lama karena membuat pola dan cetaknya lebih dari tiga.



e. Pola Penarikan Terpisah

Pola penarikan terpisah dipakai untuk pola berukuran besar atau untuk cetakan jenis mengeras sendiri. Pola dibuat secara terbagi - bagi untuk memudahkan pengambilan dari cetakan. Bagian yang di tengah ditarik terlebih dahulu, kemudian bagian utama ditarik pertama kali dan bagian cabang ditarik satu demi satu (Surdia dan Chijiwa, 2013:57).



Gambar 3.5 Pola Penarikan Terpisah
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:57)

Keuntungan :

- Memudahkan dalam pencabutan pola dari cetakan
- Cocok untuk cetakan berukuran besar dan berbentuk rumit
- Karena pencabutannya secara berurutan maka terjadinya cacat dalam produk lebih kecil

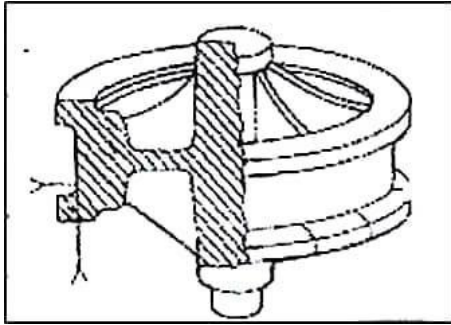
Kerugian :

- Pencabutan pola membutuhkan waktu yang lama
- Pencabutan harus sesuai dengan urutannya sehingga harus lebih teliti saat pengambilan
- Pembuatan pola lebih rumit dan lama

f. Pola Penarikan Sebagian

Pada pengambilan pola dari cetakan apabila sebagian dari pola tidak mungkin ditarik, maka bagian itu harus dipisahkan terlebih dahulu. Kemudian bagian utama ditarik pertama kali dan bagian cabang ditarik satu demi satu (Surdia dan Chijiwa, 2013:57).





Gambar 3.6 Pola Penarikan Sebagian
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:57)

Keuntungan :

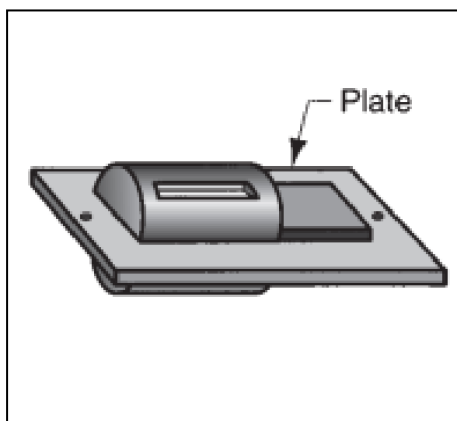
- Memudahkan pengambilan dari cetakan
- Cocok untuk benda berbentuk silinder dengan banyak sudut dan dibutuhkan ketelitian tinggi
- Penarikan pola lebih cepat dibandingkan pola penarikan terpisah

Kerugian :

- Pembuatan pola membutuhkan waktu yang agak lama
- Pola yang digunakan harus simetris

2. Pola Plat Pasangan

Pola ini adalah plat di mana kedua belahannya ditempelkan pola demikian juga saluran turun, pengalir, saluran masuk, dan penambah. Pola ini biasanya dibuat dari logam atau plastik (Surdia dan Chijiwa, 2013: 58).



Gambar 3.7 Pola Plat Pasangan
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:58)



Keuntungan :

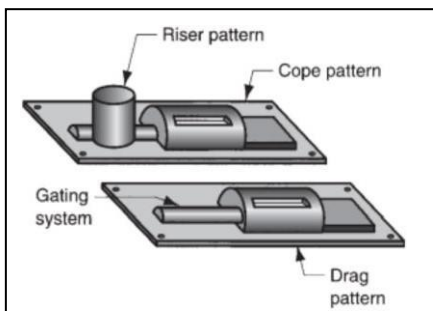
- Pola ini cocok untuk produksi massal dari coran kecil
- Memudahkan untuk pengerjaan yang selanjutnya karena sudah dibuat sistem saluran.

Kerugian :

- Pembuatan polanya harus lebih detail dari pada pola yang lainnya
- Membutuhkan bahan pembuatan yang lebih banyak

3. Pola *Cope* dan *Drag*

Dalam hal ini pola kayu, logam, atau plastik dilekatkan pada dua plat demikian pula saluran turun, pengalir, saluran masuk, dan penambah. Plat tersebut ialah plat *cope* dan *drag*. Kedua plat dijamin oleh pena-pena agar bagian atas dan bawah dari coran menjadi cocok (Surdia dan Chijiwa, 2013:58).



Gambar 3.8 Pola *Cope* dan *Drag*
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:58)

Keuntungan :

- Digunakan untuk meningkatkan produksi karena pelaksanaannya lebih cepat dan lebih efisien
- *Cope* dan *drag* bisa digunakan berulang-ulang sehingga lebih ekonomis

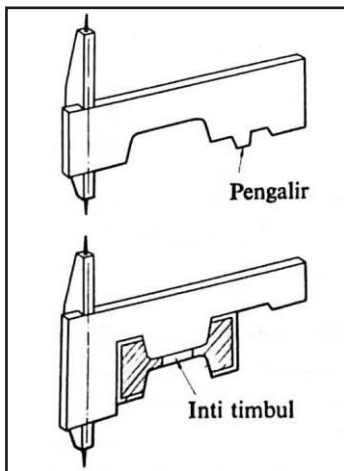
Kerugian :

- Kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengerjaan lebih tinggi

4. Pola Cetakan Sapuan

Dalam hal ini bentuk dari coran silinder atau bentuk benda putar. Alat ini dibuat dari pelat dengan sebuah penggeret dan pemutar pada bagian tengahnya. Pembuatan cetakan dilakukan dengan memutar penggeret di sekeliling pemutar (Surdia dan Chijiwa, 2013:58).





Gambar 3.9 Pola Cetakan Sapuan
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:58)

Keuntungan :

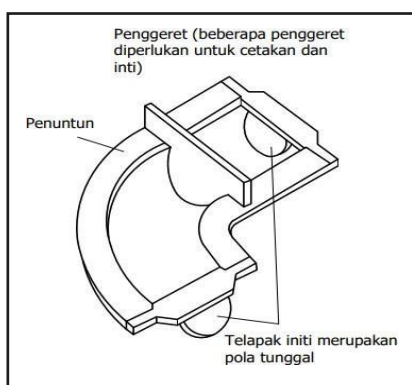
- Harga untuk membuat pola relatif lebih murah
- Bentuk pola relatif sederhana

Kerugian :

- Harus penuh ketelitian pada pembuatan pola dan dalam pembuatan penggeret
- Tidak semua benda kerja dapat dilakukan pola cetakan sapuan dan benda kerja harus berbentuk silinder.

5. Pola Penggeret dengan Penuntun

Digunakan untuk pipa lurus atau pipa lengkung yang penampangnya tidak berubah. Penuntun dibuat dari kayu dan pembuatan cetakan dilakukan dengan menggerakkan penggerak sepanjang penuntun (Surdia dan Chijiwa, 2013:58).



Gambar 3.10 Pola Penggeret dengan Penuntun
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:58)



Keuntungan :

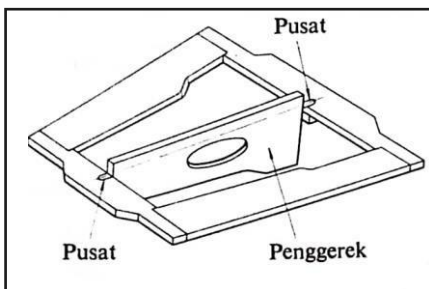
- Harga pola tidak mahal
- Bagus untuk pola melengkung dan penampang tetap
- Mempermudah membuat produk yang mempunyai rongga

Kerugian :

- Pembuatan cetakan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan cetakan biasa dengan pola tunggal
- Membuat pola lebih sulit
- Hanya dapat digunakan untuk benda yang penampangnya tetap

6. Pola Penggeret dengan Rangka Cetak

Pola dapat ditukar serta konsentris. Pola dengan kedua ujung dari penggeret mempunyai poros. Pembentukan cetakan dilakukan dengan mengayunkan penggeret disekeliling porosnya (Surdia dan Chijiwa, 2013:58).



Gambar 3.11 Pola Penggeret dengan Rangka Cetak
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:59)

Keuntungan :

- Biaya pembuatan pola tidak terlalu tinggi
- *Design* pola lebih mudah

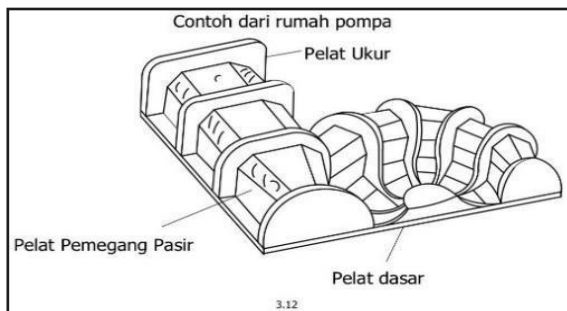
Kerugian :

- Cetakan yang di hasilkan memiliki kemungkinan tidak sesuai dimensi
- Pembuatan pola harus lebih teliti
- Penggeretan lebih berat pada benda kerja dengan dimensi besar



7. Pola Kerangka A

Pola ini dibuat dengan meletakkan pelat dasar dan membuat pelat dudukan penuntun di atasnya dan mengikat pelat - pelat untuk menahan pasir antara setiap penuntun. Pasir ditimbunkan di atasnya dan disapu oleh penggeret untuk membuat permukaan kelengkungan yang kontinyu (Surdia dan Chijiwa, 2013:59).



Gambar 3.12 Pola Kerangka A
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:59)

Keuntungan :

- Cocok untuk bentuk dengan lengkung yang berbeda – beda
- Cetakan pasir memiliki kemungkinan kecil untuk rusak
- Cocok untuk membuat benda dengan dimensi yang besar

Kerugian :

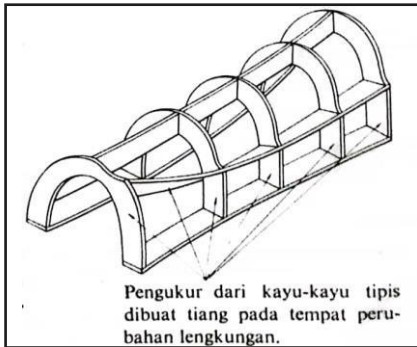
- Lamanya pembuatan cetakan menjadi bertambah
- Pembuatan cetakan jadi lebih sulit karena memerlukan plat penahan yang banyak
- Hanya dipakai untuk jumlah produksi kecil

8. Pola Kerangka B

Pola ini dibuat dengan meletakkan pelat ukur pola, permukaan pisah dan di atasnya diletakkan pengukur - pengukur dari ketebalan yang sama seperti dudukan coran dan mempertemukan pengukur - pengukur lain yang mempunyai ketebalan serupa sehingga menjadi kerangka berbentuk sangkar. Pada pembuatan cetakan, pasir ditimbun dan dipadatkan sampai batas luar dan kertas direkatkan di atasnya, sehingga menjadi seperti pola tunggal atau pola belahan. Kemudian rangka cetak dipasang dan pasir ditimbun serta dipadatkan di sekelilingnya kemudian cetakan dibalik sehingga permukaan pisah berada di atas. Pasir dikikis sampai ke tepi dalam dari pengukur untuk dijadikan bentuk dari kotak inti, selanjutnya kertas direkatkan pada permukaan dalamnya. Inti dibentuk di



dalamnya kemudian diambil dan pola rangka diambil dari cetakan (Surdia dan Chijiwa, 2013:59).



Gambar 3.13 Pola Kerangka B
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:59)

Keuntungan :

- Cocok untuk bentuk dengan lengkungan yang berbeda – beda
- Dapat digunakan untuk cetakan tipis
- Harga pembuatan pola lebih murah dari pola biasa

Kerugian :

- Pembuatan pola memerlukan waktu yang lama
- Hanya dipakai untuk jumlah tidak lebih dari dua
- Pembuatan cetakan jadi lebih sulit karena memerlukan plat penahan yang banyak



3.2.1.3 Bahan Pola

Tabel 3.1
Karakteristik dari Bahan Pola

<i>Characteristic</i>	<i>Rating</i>				
	<i>Wood</i>	<i>Aluminum</i>	<i>Steel</i>	<i>Plastic</i>	<i>Cast Iron</i>
<i>Machinability</i>	E	G	F	G	G
<i>Wear resistance</i>	P	G	E	F	E
<i>Strength</i>	F	G	E	G	G
<i>Weight</i>	E	G	P	G	P
<i>Repair ability</i>	E	P	G	F	G
<i>Resistance to:</i>					
<i>Corrosion</i>	E	E	P	E	P
<i>Swelling</i>	P	E	E	E	E

Sumber: Kalpakjian (1989:303)

Keterangan:

- E = *Excellent*
 G = *Good*
 F = *Fair*
 P = *Poor*

Pemilihan bahan pola tergantung pada ukuran, bentuk benda cor, akurasi dimensi dan jumlah benda cor yang diperlukan, serta metode pencetakan yang akan digunakan. Karena pola digunakan berulang kali untuk membuat cetakan, kekuatan dan daya tahan bahan yang dipilih untuk pola harus berhubungan langsung dengan jumlah pengecoran cetakan yang akan dihasilkan, pola kayu digunakan untuk produksi kecil, aluminium untuk produksi menengah, dan paduan besi untuk produksi besar (Kalpakjian 1989:303).

3.2.1.4 Perencanaan Pembuatan Pola

a. Penentuan *Cope* dan *Drag*

Hal - hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pembuatan pola adalah menentukan *cope* dan *drag* dan permukaan pisah yang merupakan hal yang paling utama untuk menghasilkan coran yang baik. Ketentuan yang harus dipenuhi adalah:

1. Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan, permukaan pisah lebih baik satu bidang.
2. Penempatan inti harus mudah. Tempat inti dalam cetakan utama harus ditentukan secara teliti.



3. Sistem saluran harus dibuat sesempurna mungkin untuk membuat aliran logam yang optimum.
4. Terlalu banyak permukaan pisah akan mengambil banyak waktu dalam proses pembuatan yang menyebabkan terjadi tonjolan sehingga pembuatan pola menjadi mahal (Surdia dan Chijiwa, 2013:51).

b. Penentuan Tambahan Penyusutan

Karena coran menyusut pada waktu pembekuan dan pendinginan, maka pembuatan pola perlu menggunakan toleransi sudut yang telah diperbesar sebelumnya sebanyak tambahan penyusutan pada ukuran pola. Besarnya penyusutan sering tidak konstan. Hal ini dipengaruhi oleh bahan coran, bentuk, cetakan, dan ukuran.

Sumber : Surdia dan Chijiwa, (2013:52).

Harga - harga untuk tambahan penyusutan diberikan pada tabel berikut:



Tabel 3.2
Toleransi Penyusutan

<i>Casting alloys</i>	<i>Pattern dimension</i>	<i>Type of Construction</i>	<i>Section thickness in</i>	<i>Contraction in/ft</i>
<i>Gray cast iron</i>	<i>Up to 24 in</i>	<i>Open construction</i>	.....	1/8
	<i>From 25 to 48 in</i>	<i>Open construction</i>	.....	1/10
	<i>Over 48 in</i>	<i>Open construction</i>	.....	1/12
	<i>Up to 24 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	1/8
	<i>From 25 to 36 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	1/10
	<i>Over 36 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	1/12
<i>Cast steel</i>	<i>Up to 24 in</i>	<i>Open construction</i>	.....	1/4
	<i>From 25 to 72 in</i>	<i>Open construction</i>	.....	3/16
	<i>Over 72 in</i>	<i>Open construction</i>	.....	3/32
	<i>Up to 18 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	1/4
	<i>From 19 to 48 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	3/16
	<i>From 49 to 66 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	3/32
	<i>Over 66 in</i>	<i>Cored construction</i>	.....	1/8
<i>Malleable cast iron</i>	.....	.....	1/16	11/64
	.....	.....	1/8	5/32
	.....	.....	3/16	10/128
	.....	.....	1/8	8/64
	.....	.....	3/8	1/8
	.....	.....	1/8	7/64
	.....	.....	1/8	3/32
	.....	.....	1/4	5/64
	.....	.....	1/8	5/64
	.....	.....	1	1/32
<i>Aluminum</i>	<i>Up to 48 in.</i>	<i>Open construction</i>	.....	5/32
	<i>49 to 72 in.</i>	<i>Open construction</i>	.....	5/64
	<i>Over 72 in.</i>	<i>Open construction</i>	.....	1/8
	<i>Up to 24 in.</i>	<i>Cored construction</i>	.....	5/32
	<i>Over 48 in.</i>	<i>Cored construction</i>	.....	9/64 - 1/8
	<i>From 25 to 48 in.</i>	<i>Cored construction</i>	.....	1/8 - 1/16
<i>Magnesium</i>	<i>Up to 48 in.</i>	<i>Open construction</i>	.....	11/16
	<i>Over 48 in.</i>	<i>Open construction</i>	.....	5/32
	<i>Up to 24 in.</i>	<i>Cored construction</i>	.....	5/32
	<i>Over 24 in.</i>	<i>Cored construction</i>	.....	5/32 - 1/8
	.....	.....	.....	3/16
.....	.....	.....	1/8 - 1/16	

Sumber: Heine (1976:16)



c. Penentuan Tambahan Penyelesaian Mesin

Tempat dimana coran memerlukan penyelesaian mesin harus dibuat dengan kelebihan tebal seperlunya. Kelebihan tebalnya berbeda menurut bahan, ukuran, arah cope dan drag, serta pekerjaan mekanis. Harga - harga yang bisa untuk tambahan penyelesaian mesin seperti tabel dibawah ini:

Tabel 3.3
Toleransi Permesinan

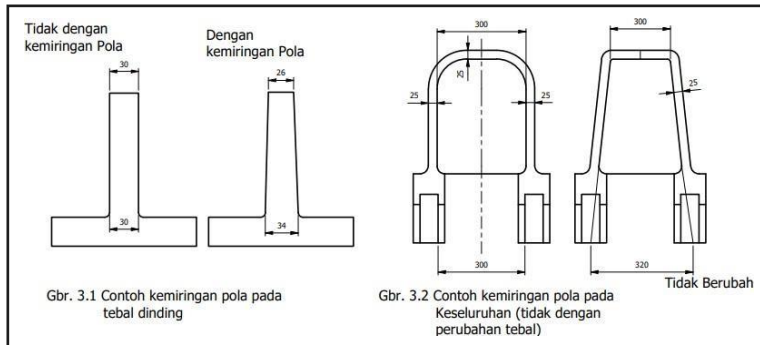
<i>Casting alloys</i>	<i>Pattern size</i>	<i>Bore, in</i>	<i>Finish, in</i>
<i>Cast iron</i>	<i>Up to 12 in.</i>	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
	<i>13 to 24 in.</i>	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$
	<i>25 to 42 in.</i>	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
	<i>43 to 60 in.</i>	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$
	<i>61 to 80 in.</i>	$\frac{1}{8}$	$\frac{8}{16}$
	<i>81 to 120 in.</i>	$\frac{7}{16}$	$\frac{2}{8}$
	<i>Over 120 in.</i>	<i>Special instruction</i>	<i>Special instruction</i>
<i>Cast steel</i>	<i>Up to 12 in.</i>	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$
	<i>13 to 24 in.</i>	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
	<i>26 to 42 in.</i>	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$
	<i>43 to 60 in.</i>	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
	<i>61 to 80 in.</i>	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
	<i>81 to 120 in.</i>	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$
	<i>Over 120 in.</i>	<i>Special instruction</i>	<i>Special instruction</i>
<i>Malleable iron</i>	<i>Up to 6 in.</i>	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
	<i>6 to 9 in.</i>	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{16}$
	<i>9 to 12 in.</i>	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$
	<i>12 to 24 in.</i>	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$
	<i>24 to 35 in.</i>	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$
	<i>Over 36 in.</i>	<i>Special instruction</i>	<i>Special instruction</i>
	<i>Brass, bronze, and aluminum-alloy castings</i>	<i>Up to 12 in.</i>	$\frac{3}{32}$
<i>13 to 24 in.</i>		$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$
<i>25 to 36 in.</i>		$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{32}$
<i>Over 36 in.</i>		<i>Special instruction</i>	<i>Special instruction</i>

Sumber: Heine (1976:17) dan AFS (1953:64)



d. Kemiringan Pola

Permukaan yang tegak pada pola dimiringkan dari permukaan pisah agar memudahkan pengangkatan pola dari cetakan. Sebagai contoh pada kayu membutuhkan kemiringan $\frac{1}{3}$ dan $\frac{1}{100}$.



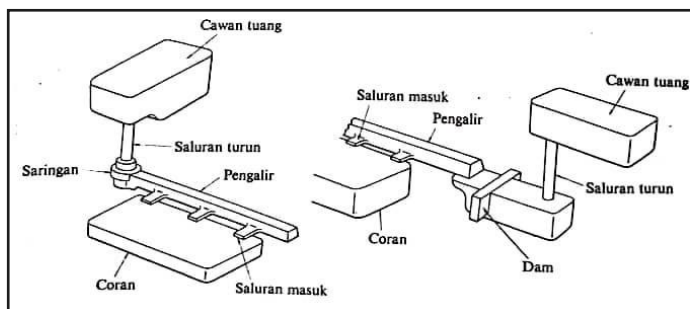
Gambar 3.14 Contoh Kemiringan Pola

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:53)

3.2.2 Sistem Saluran

3.2.2.1 Pengertian

Sistem saluran adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Tiap bagian diberi nama, dari mulai cawan tuang dimana logam cair dituangkan dari ladle, sampai saluran masuk ke dalam rongga cetakan (Surdia dan Chijiwa 2013:65).



Gambar 3.15 Sistem Saluran

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:65)

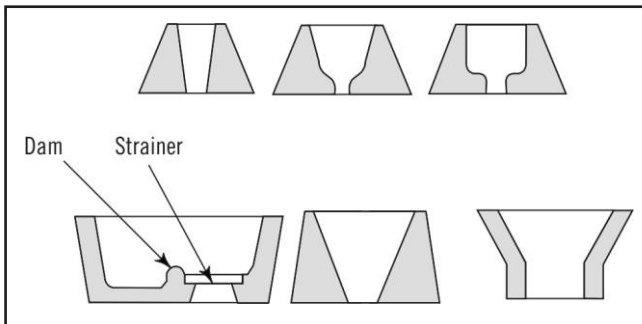
3.2.2.2 Bagian – Bagian Sistem Saluran

a. Cawan Tuang (*Pouring Basin*)

Logam cair yang berasal dari tungku pemanas biasanya dituangkan melalui *pouring basin* yang terletak dibagian atas cetakan. Tujuan utama dari *pouring basin* adalah untuk membentuk aliran yang tepat dan secepat mungkin untuk logam seperti aluminium dan magnesium yang bereaksi cepat bila terkena udara. Hal itu dimungkinkan untuk membuat *pouring basin* yang terbentuk dari inti pasir kering atau besi cor diatas *sprue*



yang berfungsi untuk menuang. Beberapa tipe dari *pouring basin* dapat dilihat digambar (Jain 1976:126).



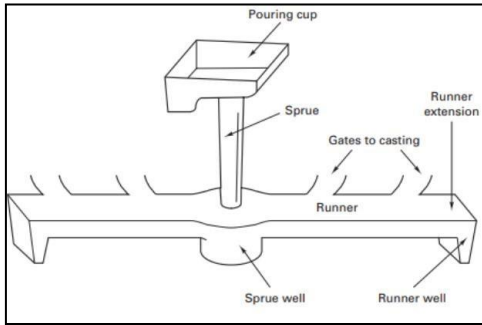
Gambar 3.16 Cawan Tuang
Sumber: Jain (2009:196)

b. Saluran Turun (*Sprue*)

Saluran turun dibuat lurus dan tegak dengan irisan berupa lingkaran. Kadang-kadang irisannya sama dari atas sampai ke bawah, atau mengecil dari atas ke bawah. Yang pertama dipakai kalau dibutuhkan pengisian yang cepat dan lancar, sedangkan yang kedua dipakai apabila diperlukan penahan kotoran sebanyak mungkin. Saluran turun dibuat dengan melubangi cetakan (Surdia dan Chijiwa 2013:66).

Sistem saluran harus dirancang untuk meminimalkan aliran turbulen, yang cenderung meningkatkan penyerapan gas, oksidasi logam, dan erosi cetakan. Pada gambar menunjukkan sistem *gating* tipikal untuk cetakan dengan garis perpisahan horizontal dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi beberapa komponen kunci yang dapat dioptimalkan untuk kelancaran aliran logam cair. *Sprue* pendek diinginkan, karena meminimalkan jarak logam jatuh saat memasuki cetakan dan energi kinetik yang diperlukan logam selama jatuh. *Sprue* dengan bentuk meruncing juga mencegah pembentukan pusaran. *Sprue well* yang besar dapat digunakan untuk menghilangkan energi kinetik dari aliran jatuh dan mencegah percikan dan turbulensi saat logam berbelok ke dalam runner (De Garmo, 2010:271).





Gambar 3.17 Sprue Well
 Sumber: De Garmo (2010:351)

- *Choke Area*

Adalah bagian terkecil dari saluran masuk, mengontrol laju aliran kedalam rongga cetakan dan juga mengontrol waktu penuangan. Fungsi *choke area* untuk menghitung luas *sprue* bawah.

Tabel 3.4
 Nilai Konstanta (b) untuk Ketebalan *Casting* Berbeda

Ketebalan dinding	Di bawah 6 mm	Antara 6-12 mm	Di atas 12 mm
Konstanta b	0,99	0,87	0,47

Sumber: Anjo dan Khan (2013)

$$R = b\sqrt{m} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$Ra = \frac{R}{K \times C} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$t = \frac{m}{Ra} \dots\dots\dots(3-3)$$

$$A = \frac{m}{d \times t \times c \sqrt{2 \times g \times h}} \dots\dots\dots(3-4)$$



Keterangan :

R = *pouring rate* (kg/s)

A = *choke area*

m = massa yang dituang (kg)

Ra = *pouring rate* yang disesuaikan (kg/s)

K = fluiditas logam

d = massa jenis logam (kg/m³)

t = waktu penuangan (s)

c = discharge Coefficient (0,85 – 0,90)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

h = tinggi *sprue* efektif (m)

- Persamaan Kontinuitas

Digunakan untuk menghitung laju aliran dan nantinya dapat mengetahui dimensi sprue bagian atas.

$$Q = A_{atas} V_{atas} = A_{bawah} V_{bawah} \dots\dots\dots(3-5)$$

$$\sqrt{2 \times g \times h_{atas}} \times A_{atas} = \sqrt{2 \times g \times h_{bawah}} \times A_{bawah} \dots\dots\dots(3-6)$$

$$A_{atas} = \sqrt{\frac{h_{bawah}}{h_{atas}}} \times A_{bawah} \dots\dots\dots(3-6)$$

Keterangan :

Q = debit aliran

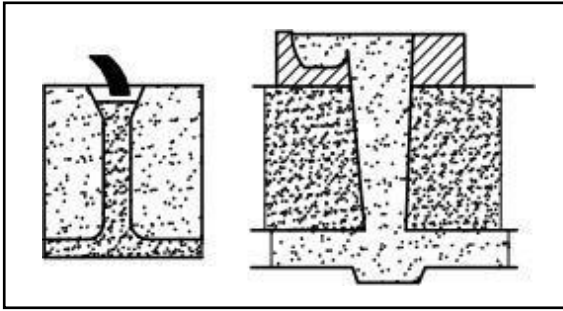
A_{atas} = luas penampang bagian atas coran

V_{atas} = kecepatan aliran

A_{bawah} = luas penampang bagian bawah coran

V_{bawah} = kecepatan aliran



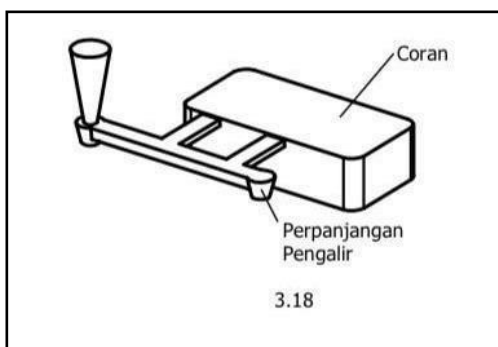


Gambar 3.18 Saluran Turun
Sumber: Jain (2003:127)

c. Saluran Pengalir (*Runner*)

Saluran pengalir biasanya memiliki irisan seperti trapesium atau setengah lingkaran sebab irisan demikian mudah dibuat pada permukaan pisah, lagi pula pengalir mempunyai luas permukaan yang terkecil untuk satu luas irisan tertentu, sehingga lebih efektif untuk pendinginan yang lambat. Pengalir lebih baik sebesar mungkin untuk melambatkan pendinginan logam cair. Tetapi kalau terlalu besar tidak ekonomis. Karena itu ukuran yang cocok harus dipilih sesuai dengan panjangnya (Surdia dan Chijiwa 2013:67).

Pada kebanyakan pengecoran, logam cair biasanya dibawa dari *sprue* menuju beberapa *ingates* di sekeliling cetakan yang disebut dengan *runner*. Ketika cetakan mempunyai lebih dari satu rongga, pintu masuk yang menghasilkan atau memasok logam juga disebut dengan *runner*, dan cabang-cabang dari *runner* ke rongga cetakan masing-masingnya tersambung dengan *ingates*. *Runner* ditempatkan disekeliling cetakan untuk menyediakan beberapa *ingates*. Biasanya juga *runner* berada dalam *drag*, tapi terkadang berada pada *cope*, tergantung pada bentuk dari cetakan. *runner* harus efisien untuk mengurangi aspirasi dan turbulen (Jain 1976 :128).

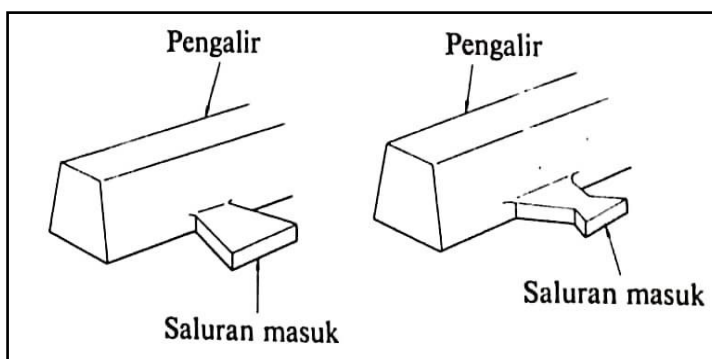


Gambar 3.19 Saluran Pengalir
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:67)



d. Saluran Masuk (*Ingates*)

Ingates adalah saluran yang mengaliri logam cair dari pengalir ke dalam rongga cetakan. Dibuat dengan irisan yang lebih kecil daripada irisan pengalir agar dapat mencegah kotoran masuk, biasanya berbentuk bujur sangkar atau trapesium, segitiga, atau setengah lingkaran, yang membesar ke arah rongga cetakan untuk mencegah terkikisnya cetakan. Terkadang irisannya diperkecil ditengah dan diperbesar lagi ke arah rongga. Fungsi dari saluran masuk adalah mengalirkan logam cair ke dalam rongga cetakan (Surdia dan Chijiwa 2013:68).



Gambar 3.20 Saluran Masuk (*Ingates*)
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:68)

Sedangkan *gating ratio* adalah perbandingan luas potongan antara *sprue* bawah : *runner* : *ingates*. Yang digunakan adalah 1 : 3 : 3.



Tabel 3.5
Gating Ratio

<i>Metal</i>	<i>Ratio</i>	<i>Ref.</i>	
<i>Steel :</i>	1:2:1,5	19	
	1:3:3	19	
	1:1:0,7	19	
	1:2:2	20	
<i>Fin-gated</i>	1:1:1	16	
<i>Gray cast iron :</i>	1:4:4	6	
	<i>Pressurised system</i>	1:1,3:1,1	22
<i>Double iron, dry-sand moide</i>	10:9:3	11	
<i>Shell-molded, vertical pouring :</i>	1:2:2	8	
	<i>Pressurised system</i>	4:2:2	18
	<i>Reverse shoke</i>	1.2:1:2	18
<i>Aluminum:</i>	1:2:4	15	
	<i>Pressurised system</i>	1:2:1	17
	<i>Unpressurised system</i>	1:3:3	17, 20
<i>Brass</i>	1:1:1-1:1:3	25	

*With enlarge rate is runner varying from 3 to 6
Sumber : Heine (1976:224)

e. Saluran Penambah (*Riser*)

Saluran yang memberi logam cair yang akan mengimbangi penyusutan dalam pembekuan dari coran sehingga harus membeku awal dari coran. Fungsi dari saluran penambah adalah untuk mengisi ukuran yang tidak terisi logam cair dikarenakan penyusutan (Surdia dan Chijiwa 2013:77).

- Hukum Chvorinov

Ukuran minimum riser dapat dihitung dari atur Chvorinov Law dengan menetapkan total waktu pemadatan untuk riser menjadi lebih besar dari total waktu pemadatan untuk pengecoran. Karena kedua rongga menerima logam yang sama dan berada dalam cetakan yang sama, cetakan konstanta, B , akan sama untuk kedua daerah. Dengan asumsi perbedaan waktu pemadatan adalah 25% (riser membutuhkan waktu 25% lebih lama untuk memadat daripada casting) (Tempelman, 2012:29)



$$T_{Riser} = 1,25 T_{Produk} \dots\dots\dots (3-8)$$

$$(V_1/A_1)^2 Riser = 1,25 (V_2/A_2)^2 \dots\dots\dots (3-9)$$

Keterangan :

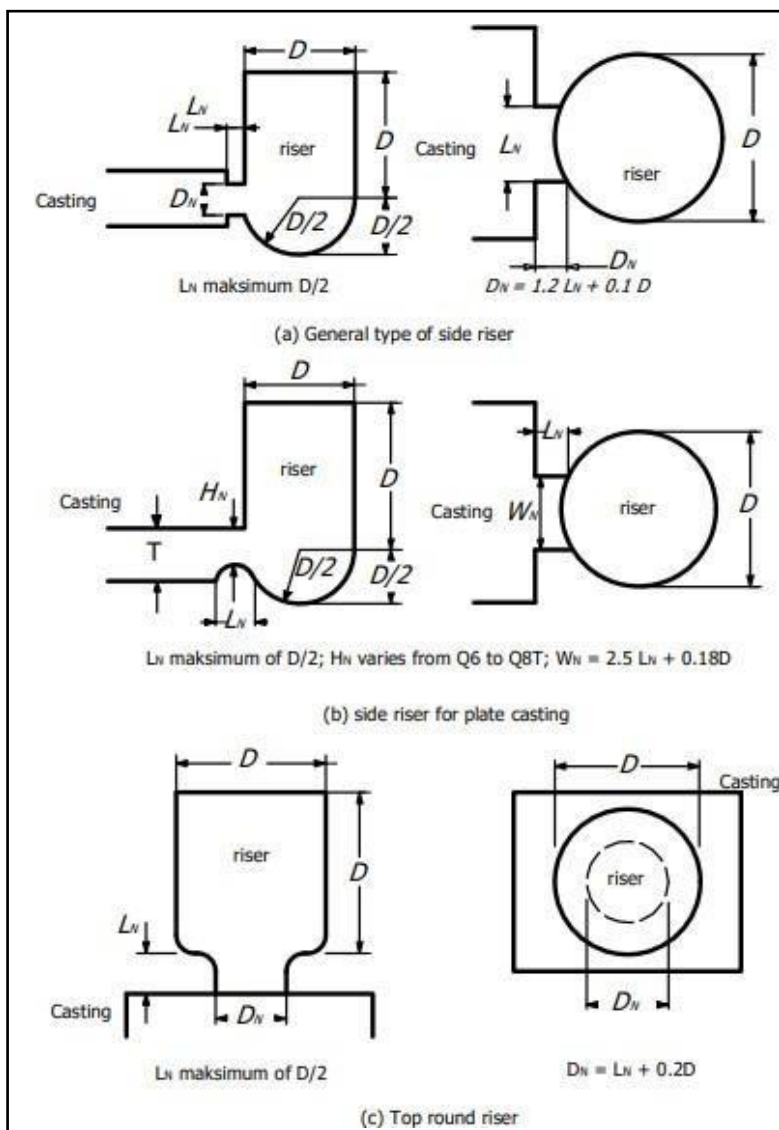
V_1 = volume riser

A_1 = luas area riser

V_2 = volume produk

A_2 = luas area produk

Sumber: De Garmo (1997:354)



Gambar 3.21 Tipe Riser
 Sumber: Heine (1976:244)



f. Core Making

Core making adalah pembuatan cetakan inti yang diletakkan secara vertikal di cetakan untuk pembuatan lubang atau rongga didalam cetakan yang terbuat dari pasir khusus.

Adapun syarat *core making* :

1. Kekuatan yang memadai untuk operasional core making
2. Kuat dan keras
3. Kekuatan yang memadai, core setting, dan retensi akurasi dimensi
4. Ketahanan reaksi terhadap logam cair, erosi, peleburan, thermal shock dan kemampuan untuk melepaskan gas
5. Mudah terlepas dari logam

Macam-macam *core making* antara lain:

- Green Sand Molding

Green sand molding dapat didefinisikan sebagai inti atau *core* yang dibentuk oleh pola itu sendiri. *Green sand core* merupakan salah satu bagian dari cetakan. *Green sand core* dibuat dari pasir sisa cetakan yang sudah dibuat dengan menambahkan pengikat.

Kelebihan :

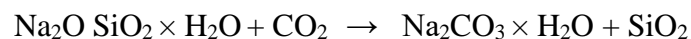
- Banyak digunakan karena mudah dibuat

Kekurangan :

- Cetakan mudah hancur
- Mudah bereaksi

- CO₂ Process

Cetakan dan inti dapat dibuat menggunakan pasir yang ditambahkan 3% - 7 % sodium silikat. Pasir dicampur dengan larutan sodium silikat sesuai dengan standar muller. Campuran pasir dan larutan sodium silikat masih bersifat mampu bentuk, namun ketika campuran dikenai hembusan gas CO₂ maka campuran seketika akan mengeras. Reaksi pengerasan pada cara CO₂ dijelaskan pada reaksi berikut :

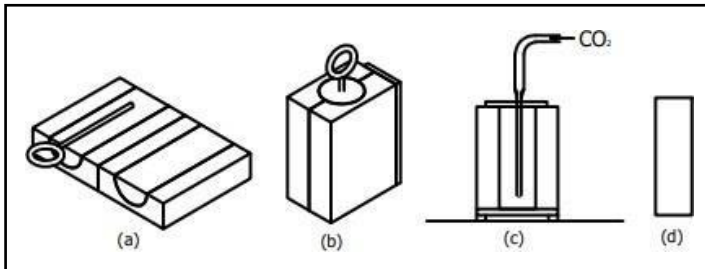


Gambar 3.23 dibawah menunjukkan garis besar pembuatan cetakan dengan cara CO₂.

- 1) Pasir dipadatkan ke dalam kotak inti dan lubang angin dibuat dengan mempergunakan jarum-jarum.

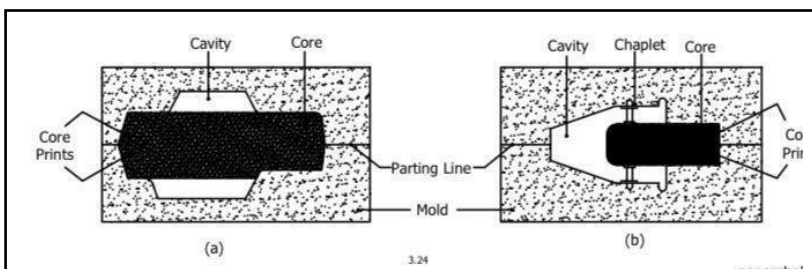


- 2) Kotak ini ditutup dan jarum-jarum ditarik sehingga terjadi lubang-lubang.
- 3) Gas CO₂ dialirkan melalui lubang-lubang itu.
- 4) Keluarkan inti itu dari kotak inti



Gambar 3.22 Proses Pembuatan Inti dengan CO₂

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:126)



Gambar 3.23 Core Prints dan Chaplets

Sumber: Kalpakjian (2009:265)

3.2.2.3 Macam - macam Sistem Saluran

1. Saluran Langsung

Saluran Langsung adalah saluran tegak yang terbuka langsung pada bagian atas rongga. Aliran logam cair yang dituangkan akan mengganggu logam cair yang mengisi rongga cetakan terlebih dahulu (Surdia dan Chijiwa, 2013:69).

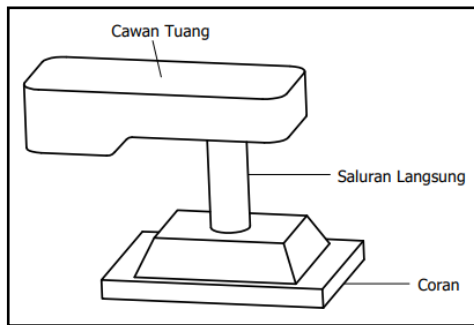
Keuntungan :

- Lebih ekonomis
- Sering digunakan karena mudah dibuat dan pendek

Kerugian :

- Banyak terdapat cacat.





Gambar 3.24 Saluran Langsung
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:69)

2. Saluran Bawah

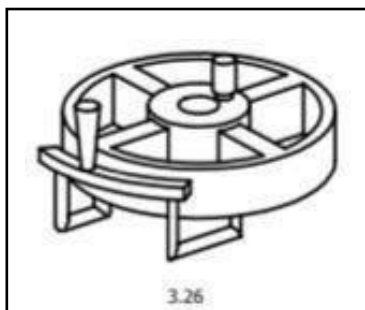
Saluran yang mempunyai saluran masuk bagian bawah dari rongga cetakan. Karena itu mempunyai saluran turun tegak yang panjang disambung dengan pengalir dan saluran masuk dibuat untuk membelokkan aliran logam. Dibutuhkan penuangan cepat agar tidak terjadi *misrun* pada sistem saluran (Surdia dan Chijiwa 2013:69).

Keuntungan :

- Mengurangi cacat coran.

Kerugian :

- Sering terjadinya solidifikasi dini sehingga diperlukan tenaga yang berpengalaman
- Pembentukan pola lebih rumit



Gambar 3.25 Saluran Bawah
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:69)

3. Saluran Pensil

Adalah sistem saluran dimana logam cair dijatuhkan ke bawah melalui beberapa lubang pada dasar dari cawan tuang. Sistem saluran ini cocok untuk coran yang panjang dan tipis seperti pipa. Kalau saluran pensil dipasang diujung atas dari cetakan pipa tegak dan logam dituang, maka cetakan diisi secara merata dari bawah dan akan didapat pipa yang baik (Surdia dan Chijiwa, 2013:69).

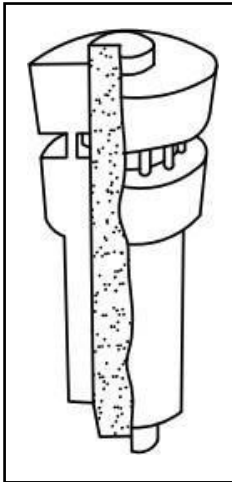


Keuntungan :

- Waktu penuangan lebih cepat
- Cocok untuk coran panjang dan tipis seperti pipa

Kerugian :

- Pembuatan saluran ini relatif sulit dan rumit.
- Hanya untuk benda simetris



Gambar 3.26 Saluran Pensil
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:69)

4. Saluran Bertingkat

Mempunyai saluran turun yang dihubungkan dengan beberapa saluran masuk. Logam cair mengalir ke dalam rongga dari saluran masuk yang terbawah, dan kemudian dari saluran masuk kedua berikutnya, dari saluran ketiga dan seterusnya.

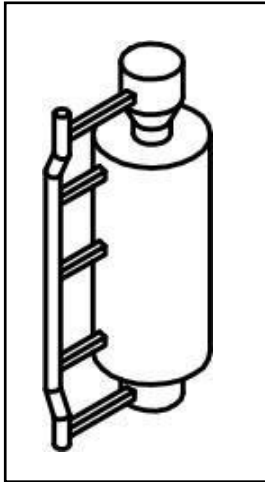
Keuntungan :

- Logam cair lebih cepat mengisi cetakan karena memiliki banyak saluran masuk.
- Kemungkinan cacat sedikit
- Aliran lebih laminar

Kerugian :

- Pembuatan cetakan yang rumit serta saluran jadi semakin panjang.





Gambar 3.27 Saluran Bertingkat
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:70)

5. Saluran Terompet

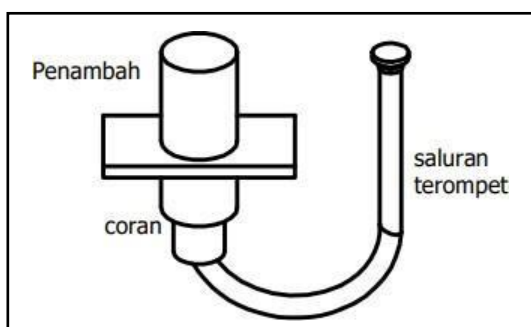
Saluran yang memiliki saluran alirnya berbentuk terompet dan ujungnya berada didasar rongga cetakan *drag* (Surdia dan Chijiwa, 2013:67).

Keuntungan :

- Logam cair akan masuk dan mengisi rongga pada cetakan lebih merata.

Kerugian :

- Tidak dapat digunakan untuk benda – benda yang berongga



Gambar 3.28 Saluran Terompet
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:67)

6. Saluran Cincin

Saluran yang dibuat dari saluran dimana *runner* mengelilingi pola cetakan. Biasanya dipakai dengan model saluran bawah (Surdia dan Chijiwa, 2013:69).

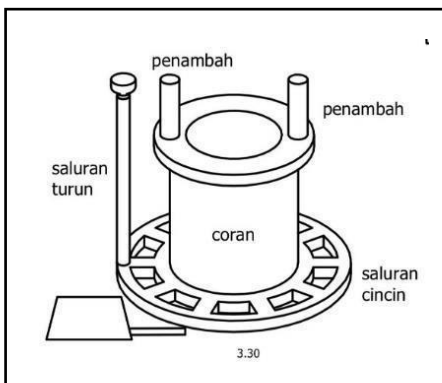


Keuntungan :

- Logam cair akan masuk dan mengisi rongga pada cetakan secara merata.
- Hasil coran padat dan dapat mengurangi cacat
- Solidifikasi lebih merata
- Aliran laminar

Kerugian :

- Proses pembuatannya panjang dan rumit.
- Butuh kecepatan penuangan yang tinggi.
- Pencabutan pola sulit



Gambar 3.29 Saluran Cincin
Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:69)

7. Saluran Pisah

Mempunyai saluran masuk pada permukaan pisah dari cetakan, dari mana logam cair dijatuhkan ke dalam rongga cetakan (Surdia dan Chijiwa, 2013:69).

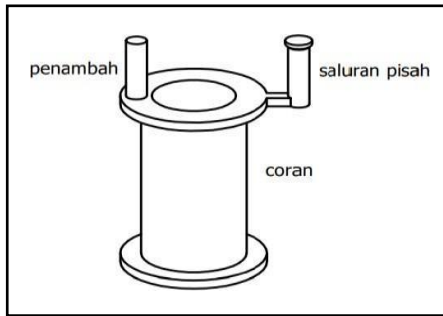
Keuntungan :

- Pencabutan saluran mudah
- Tidak terlalu banyak menggunakan rancangan dan relatif mudah pembuatannya

Kerugian :

- Temperatur penuangan harus tinggi dan kecepatan penuangan juga harus cepat.





Gambar 3.30 Saluran Pisah

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:69)

8. Saluran Baji

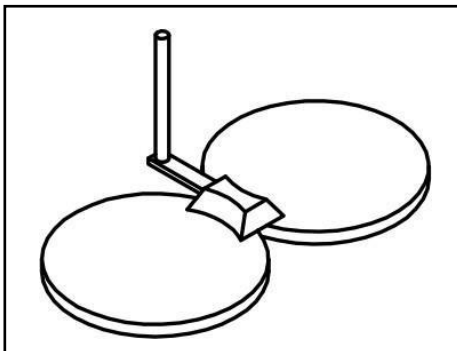
Saluran baji dibuat seperti celah pada bagian atas coran. Saluran ini mempunyai dua saluran masuk yang bertujuan untuk menghasilkan coran dengan ketebalan sama (Surdia dan Chijiwa, 2013:70).

Keuntungan :

- Dalam sekali tuang dapat dihasilkan coran lebih dari satu dengan ukuran yang sama besar. Karena mengisi dua buah pola dibutuhkan satu saluran masuk.

Kerugian :

- Kecepatan penuangan harus tinggi karena hanya ada satu saluran masuk untuk beberapa cetakan yang harus diisi.



Gambar 3.31 Saluran Baji

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:70)

3.2.3 Pelapis

Pelapis adalah suatu lapisan yang diberikan pada permukaan cetakan dengan tujuan tertentu sebelum logam cair dituangkan ke dalam cetakan.

Pelapis biasanya terbuat dari oksida refraktori dan silikat atau bahan karbon yang terbagi halus, meskipun zat tahan panas yang lebih sedikit dapat digunakan untuk paduan yang



memiliki titik leleh lebih rendah. Idealnya, pelapis harus stabil secara mekanis, tahan terhadap lonjakan termal, lembam terhadap logam cair, dan tidak berbahaya sebagai kontaminan dalam pasir cetakan. (Beeley, 2001:218)

3.2.3.1 Fungsi Pelapis

- a. Mencegah fusi dan penetrasi logam.
- b. Mendapatkan permukaan coran yang halus.
- c. Membuang pasir inti dan pasir cetak dengan mudah saat pembongkaran.
- d. Menghilangkan cacat - cacat akibat pasir, misal metal penetration.

Sumber: Surdia dan Chijiwa (2013:106)

