

**ANALISA RANCANGAN SISTEM
PENGECORAN UNTUK PRODUK SHELL
LINER DENGAN BAHAN AS 2074 L2B-2003**

TUGAS AKHIR



Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana

Oleh :

JAUHARI RAMADHAN

08.813.0003



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

2012

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)28/12/23

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA RANCANGAN SISTEM PENGECORAN UNTUK PRODUK SHELL LINER DENGAN BAHAN AS 2074 L2B-2003

TUGAS AKHIR

Oleh :

JAUHARI RAMADHAN

08.813.0003

Disetujui :

Pembimbing I,



(Ir. H. Amru Siregar, MT)

Pembimbing II,



(Ir. H. Dariantito, MSc)

Mengetahui :



(Ir. H. Haniza, MT)

Ka. Program Studi



(Ir. H. Amru Siregar, MT)

Tanggal Lulus : 13 November 2012

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)28/12/23

ABCTRACTION

Industrial technology growing in this time cannot overrule important theness usage of metal as production principal components a goods, start from simplest requirement like households devices till machineries constructions and buildings constructions. At mining required by special engine to do work process like engine of milling.

Create one of the product require casting process. Causing made by device for doing work process, started from: casting design device, calculation device, pattern making, and casting method. Hence done by is experiment for knowing effisiensi from device which done directly from mill casting of metal.

Analysis done with gathering of data from some experiment and references becoming. Harmonize between calculations, drew, and form of cupola as according to the planned method.

From experiment result which done only 83,833 % effisiensi casting system device for product shell liner with material AS 2074 L2B-2003. Some factors become one of resistors for getting the required result. The prove that system of casting of metal require refinement continuously.

RINGKASAN

Teknologi industri yang berkembang saat ini tidak bisa mengesampingkan pentingnya penggunaan logam sebagai komponen utama produksi suatu barang, mulai dari kebutuhan yang paling sederhana seperti alat-alat rumah tangga hingga konstruksi bangunan dan konstruksi permesinan. Pada pertambangan diperlukan mesin khusus untuk melakukan proses kerja seperti mesin penggiling (mining).

Menciptakan salah satu produk tersebut memerlukan proses pengecoran. Sehingga dibuatlah rancangan untuk melakukan proses kerja, dimulai dari: rancangan desain pengecoran, rancangan perhitungan, pembuatan pola, dan metode pengecoran. Maka dilakukan percobaan untuk mengetahui efisiensi dari rancangan yang dilakukan secara langsung dari pabrik pengecoran logam.

Analisa dilakukan dengan pengumpulan data-data dari beberapa referensi dan percobaan yang terjadi. Menyelaraskan antara perhitungan, gambar, dan bentuk pola sesuai dengan metode yang direncanakan.

Dari hasil percobaan yang dilakukan hanya 83,833 % efisiensi rancangan sistem pengecoran untuk produk shell liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003. Beberapa faktor menjadi salah satu penghambat untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan. Ini membuktikan bahwa sistem pengecoran logam memerlukan perbaikan secara terus-menerus.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Analisa Rancangan Sistem Pengecoran untuk Produk Shell Liner dengan Bahan AS 2074 L2B-2003 sebagai judul Tugas Akhir ini sebagai penambah referensi untuk peningkatan sumber daya manusia tentang dunia pengecoran dan merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Srata I.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan atau kata dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini berjalan dengan baik, karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Hj. Haniza A. Susanto, MT sebagai Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, MT sebagai Pembantu Dekan III.
3. Bapak Ir. H. Amru Siregar, MT sebagai Ketua Jurusan dan Pembimbing I yang penuh kesabaran dan ketelitian memberikan petunjuk, arah, dan motivasi untuk penyelesaian Tugas Akhir penulis.
4. Bapak Ir. H. Darianto, MSc sebagai Pembimbing II yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.

5. Bapak / Ibu dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu dan bekal hidup penulis dalam peningkatan sumber daya penulis.
6. Bapak / Ibu pegawai Universitas Medan Area yang ikut serta membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Ayahanda Al Rasyid dan Ibunda Murni Jueffy Br. Sihombing yang telah memberikan doa restu dan dukungan setiap hari.
8. Istri yang tercinta Siti Malija, Amd. Keb. yang telah mendoakan dan dukungan dalam suka duka untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat dan rekan kerja baik di Universitas Medan Area dan PT. Growth Asia Foundry yang membesarkan jiwa dan harapan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan ridha dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhir kata, kepada Allah SWT penulis serahkan mengharap keridhoan-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Medan, 10 September 2012

Jauhari Ramadhan

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRACTION	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pendahuluan	6
2.2. Teori	7
2.2.1. Sejarah Pengecoran Logam	7
2.2.1.1. Mencairkan logam	7
2.2.1.2. Pembuatan cetakan	10
2.2.2. Defenisi Pengecoran Logam	12
2.2.3. Klasifikasi Proses Pengecoran Logam	13
2.2.3.1. Cetakan habis pakai (expendable mold)	13
2.2.3.2. Cetakan permanen (permanent mold)	15
2.2.4. Proses Pengecoran Logam	16
2.2.4.1. Pembuatan desain	17
2.2.4.2. Pola	18
2.2.4.3. Sistem saluran pengecoran	34

2.2.4.4. Pasir cetak	60
2.2.4.5. Proses peleburan	70
2.2.4.6. Proses akhir (finishing)	74

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian	83
3.2. Variabel Penelitian	83
3.3. Prosedur Penelitian	85
3.4. Proses Penelitian	86
3.5. Teknik dan Analisa Penelitian	87

BAB IV PEMBAHASAN dan HASIL PENELITIAN

4.1 Pembahasan	89
4.1.1. Perhitungan Sistem Pengecoran	89
4.1.1.1. Penambah (riser)	89
4.1.1.2. Sistem saluran pengecoran	90
4.1.1.3. Pemberat	91
4.1.1.4. Temperatur penuangan	91
4.1.1.5. Kotak cetakan	92
4.1.2. Gambar Rancangan Sistem Pengecoran	93
4.1.2.1. Sistem saluran pengecoran	93
4.1.2.2. Inti cetakan pengecoran	93
4.1.2.3. Sistem pengecoran	95
4.2. Hasil Penelitian	97

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	99
5.2. Saran	100

DAFTAR PUSTAKA	101
-----------------------------	-----

LAMPIRAN	102
-----------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar II.1 Evolusi material keteknikan	10
2. Gambar II.2 Proses penuangan cairan logam dari tanur induksi ke ladle	12
3. Gambar II.3 Aliran proses pengecoran sederhana	17
4. Gambar II.4 Bentuk pola	18
5. Gambar II.5 Tambahan penyelesaian mesin untuk baja cor	21
6. Gambar II.6 Contoh kemiringan pola pada tebal dinding dan kemiringan pola pada keseluruhan (tidak dengan perubahan tebal)	22
7. Gambar II.7 Tambahan pelenturan untuk pelenturan yang disebabkan terhalangnya penyusutan oleh inti dan ketidak seragaman tebal	23
8. Gambar II.8 Contoh telapak inti mendatar dua	23
9. Gambar II.9 Contoh telapak inti dasar tegak	24
10. Gambar II.10 Contoh telapak inti tegak bertumpu dua	24
11. Gambar II.11 Contoh telapak inti untuk penghalang	24
12. Gambar II.12 Contoh telapak inti untuk penghalang yang menggantung	25
13. Gambar II.13 Contoh telapak inti lebih	25
14. Gambar II.14 Contoh telapak inti pancang	25
15. Gambar II.15 Contoh telapak inti berhubungan	26
16. Gambar II.16 Pola pejal	26
17. Gambar II.17 Pola belahan	27
18. Gambar II.18 Pola setengah	27
19. Gambar II.19 Pola penarik terpisah	28
20. Gambar II.20 Pola sepenarik sebagian	28
21. Gambar II.21 Pola belahan banyak	28

22. Gambar II.22 Pola pelat pasangan	29
23. Gambar II.23 Pola pelat kup dan drag	29
24. Gambar II.24 Pola cetakan sapuan	30
25. Gambar II.25 Pola penggeret dengan penuntun	30
26. Gambar II.26 Pola penggeret berputar dengan rangka cetak	31
27. Gambar II.27 Pola penggeret berputar dengan rangka cetak	31
28. Gambar II.28 Kotak inti berukir	32
29. Gambar II.29 Kotak inti biasa	32
30. Gambar II.30 Kotak inti lengkung	32
31. Gambar II.31 Kotak inti sengah dengan pelat penyapu	33
32. Gambar II.32 Kotak inti dengan pelat penyapu	33
33. Gambar II.33 Kotak inti penyapu tidak dengan papan	33
34. Gambar II.34 Kotak inti penyapu dengan papan	34
35. Gambar II.35 Kotak inti penyapu dengan pelat-pelat muka	34
36. Gambar II.36 Istilah-istilah sistem pengecoran	34
37. Gambar II.37 Ukuran cawan tuang dan cawan tuang dengan inti pemisah	35
38. Gambar II.38 Contoh perpanjangan pengalir (perangkap kotoran)	37
39. Gambar II.39 Saluran masuk putar	37
40. Gambar II.40 Saluran turun bantu	38
41. Gambar II.41 Contoh penyaring cairan	38
42. Gambar II.42 Bentuk saluran masuk	39
43. Gambar II.43 Saluran pisah	39
44. Gambar II.44 Saluran langsung	39
45. Gambar II.45 Saluran bawah	40
46. Gambar II.46 Saluran cincin	40
47. Gambar II.47 Diagram laju penuangan	41

48. Gambar II.48 Sistem saluran dari dudukan bantalan dan sistem saluran dari penekan paking	43
49. Gambar II.49 Sistem saluran untuk saluran hisap dan sistem saluran untuk roda gigi	43
50. Gambar II.50 Hubungan antara waktu tuang untuk baja cor	45
51. Gambar II.51 Diameter saluran turun pertama terhadap berat tuang	46
52. Gambar II.52 Ukuran saluran penambah	46
53. Gambar II.53 Ukuran saluran bawah	47
54. Gambar II.54 Ukuran saluran pensil	48
55. Gambar II.55 Ukuran dan bentuk saluran cabang	49
56. Gambar II.56 Contoh penambah samping, penambah atas, dan penambah buta	50
57. Gambar II.57 Ukuran penambah samping dan penambah atas	52
58. Gambar II.58 Macam-macam penambah	53
59. Gambar II.59 Hubungan antara tebal coran (T) dan jarak isi penambah (JP)	53
60. Gambar II.60 Kurva Pellini	53
61. Gambar II.61 Hubungan antara cil dengan ketebalan	57
62. Gambar II.62 Bentuk butiran pasir cetak	62
63. Gambar II.63 Alat penguji kadar air pasir	67
64. Gambar II.64 Alat penguji permeabilitas pasir	68
65. Gambar II.65 Alat penguji kekuatan pasir	69
66. Gambar II.66 Dapur Kupola	70
67. Gambar II.67 Dapur induksi	72
68. Gambar III.1 Gambar Shell Liner	84
69. Gambar III.2 Diagram alir penelitian	85
70. Gambar IV.1 Standar konstruksi inti cetakan lifting inti langsung.....	94

71. Gambar IV.2 Standar konstruksi inti cetakan lifting inti datang.....	94
72. Gambar IV.3 Standar tinggi konstruksi pola shell liner	95
73. Gambar IV.4 Standar panjang dan lebar konstruksi pola shell liner	96
74. Gambar IV.5 Diagram persentase percobaan penelitian	97



DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Daftar II.1 Tambahan penyusutan yang disarankan	21
2. Daftar II.2 Ukuran pengalir	36
3. Daftar II.3 Contoh ukuran dari saluran turun, pengalir, dan saluran masuk untuk besi cor	42
4. Daftar II.4 Hubungan antara jumlah dan diameter dari saluran pensil dan berat tuang	48
5. Daftar II.5 Diameter saluran turun dari saluran cabang dan berat tuangan	49
6. Daftar II.6 Penentuan diameter penambah	51
7. Daftar II.7 Daerah efektif dari penambah	55
8. Daftar II.8 Jenis penambah untuk coran bukan besi	55
9. Daftar II.9 Penggunaan cil	56
10. Daftar II.10 Penggunaan cil dari bahan coran	59
11. Daftar II.11 Penggunaan cil	60
12. Daftar II.12 Frekuensi tanur induksi sesuai dengan bahan baku yang akan dilebur	73
13. Daftar III.1 Komposisi bahan AS 2074 L2B-2003	83
14. Daftar IV.1 Standar konstruksi inti cetakan lubang baut	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Teknologi industri yang berkembang saat ini tidak bisa mengesampingkan pentingnya penggunaan logam sebagai komponen utama produksi suatu barang, mulai dari kebutuhan yang paling sederhana seperti alat-alat rumah tangga hingga konstruksi bangunan dan konstruksi permesinan. Hal ini menyebabkan pemakaian bahan-bahan logam seperti: besi cor, baja, alumunium, dan lainnya menjadi semakin meningkat. Oleh sebab itu, dapat dikatakan tanpa pemanfaatan logam, kemajuan peradaban manusia tidak mungkin terjadi. Kemampuan akal pikiran manusia memanfaatkan logam sebagai alat bantu kehidupannya yang sangat vital. Berbagai macam konstruksi mesin, bangunan, dan lainnya dapat tercipta dengan adanya logam.

Pembangunan di bidang industri dalam hakekatnya adalah mengurangi ketergantungan pada negara-negara lain. Indonesia mampu membuat benda-benda dan mesin-mesin keperluan sendiri atau keperluan impor. Oleh sebab itu, dengan sendirinya terjadi peningkatan perkembangan teknologi, ekonomi, dan peningkatan lapangan kerja. Teknik pengecoran adalah salah satu cabang dari teknik produksi masih memerlukan banyak usaha dalam pembinaan yang lebih terarah, penilaian kualitas produk, kemampuan produksi, dan biaya produksi dalam memproduksi benda-benda coran akan dapat menyaingi benda-benda coran buatan luar negeri. Perlunya pembinaan tersebut jelas terlihat oleh para ahli yang menghayati mengenai pengecoran, pabrik-pabrik pengecoran, serta mengenai prospek perkembangan industri di Indonesia.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)28/12/23

Teknik pengecoran yang berkaitan dengan ilmu logam tersebut. Perlu dihayati kaitannya dengan cabang teknik produksi yang lain yaitu pengetahuan mengenai pengerjaan mesin dengan menggunakan prinsip pemotongan, teknik pengelasan, dan teknik pembentukan logam dengan mempergunakan sifat plastisnya logam. Karena perlu suatu perbandingan dalam mempertimbangkan cara-cara pembuatan yang lebih praktis dan lebih ekonomis. Untuk membuat coran, harus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar, dan membersihkan coran (Tata Surdia, 1980 : 2).

Dunia pertambangan membutuhkan mesin-mesin khusus yang digunakan untuk melakukan proses penambangan. Shell Liner merupakan salah satu spare part pada mesin mining atau milling yang memiliki bentuk, ukuran, dan dibuat dengan bahan khusus sesuai dengan yang dibutuhkan, serta sesuai dengan standarnisasi pertambangan internasional. Proses pengecoran merupakan salah satu cara yang digunakan untuk memproduksi produk tersebut, sehingga kualitas produk ini sesuai dengan kegunaannya.

Analisa rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS2074 L2B-2003 adalah suatu penelitian ilmiah yang dilakukan untuk menganalisa rancangan sistem pengecoran yang terjadi pada produk Shell Liner dengan bahan AS2074 L2B-2003. Dimana untuk merancang produk tersebut memerlukan rancangan sistem pengecoran yang sesuai dengan proses perhitungan yang akurat agar komponen tersebut dapat diproduksi dengan mudah dan dipakai sesuai dengan berbagai standarnisasi. Tetapi pada produk yang dihasilkan banyak produk yang gagal dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas dari produk. Faktor-faktor tersebut berasal dari: perhitungan rancangan,



gambar rancangan, bentuk sistem pengecoran, proses kerja, material, temperatur, lingkungan dan lain-lain.

Dari latar belakang di atas sistem pengecoran terus berkembang dengan adanya penelitian dan percobaan-percobaan yang berkelanjutan, sehingga menghasilkan produk dengan kualitas, efektif, dan efisiensi sesuai standarnisasi. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan analisa rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003. Dimana PT. Growth Asia Foundry sebagai salah satu bahan referensi. PT. Growth Asia Foundry sebagai salah satu perusahaan peleburan logam terbesar di Indonesia, yang tentunya memiliki sistem kerja yang sangat kompleks, baik untuk dianalisa, dan sesuai dengan penerapan ilmu yang didapat pada program studi Teknik Mesin. Komponen mesin yang diproduksi oleh perusahaan tersebut, antara lain: komponen mesin tambang, mesin untuk pabrik kelapa sawit, mesin pembangkit, mesin untuk pabrik semen, dan sebagainya.

Penulis bermaksud untuk menganalisa rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS2074 L2B tersebut mulai dari perhitungan, gambar, bentuk, sistem, dan lainnya. Atau melanjutkan penelitian-penelitian yang terjadi sebelumnya sebagai bentuk adanya perubahan teknologi dan perbaikan sistem pengecoran secara terus-menerus. Dan merangkum kembali ke dalam tugas akhir ini untuk mudah dimengerti dan dipelajari pembaca. Penelitian ini juga menjadi kewajiban penulis dalam rangka sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata I) program studi Teknik Mesin, fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

1.2. Batasan Masalah.

Permasalahan di dalam perancangan sistem pengecoran sangat kompleks, maka pada penelitian ini penulis akan memberikan suatu batasan penyelesaian permasalahan di dalam perencanaan proses pengecoran ini, dengan maksud agar dapat dilakukan dengan baik.

Adapun batasan-batasan masalah tersebut adalah :

1. Penelitian ini membahas rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003. Terdiri dari rancangan pengecoran, pola, dan data analisa hasil produk.
2. Jenis produk dan bahan yang di pakai dalam penelitian ini, yaitu: Produk Shell Liner yang merupakan salah satu komponen pada mesin Mining (untuk mesin tambang) dengan bahan AS 2074 L2B-2003 (Alloy Steel and Iron).
3. Gambar rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003. Terdiri dari gambar produk, gambar rancangan pengecoran, dan gating sistem.
4. Perhitungan rancangan sistem pengecoran dimulai dari bentuk pola sampai ke gating sistem pengecoran (tuangan, saluran tuang, saluran masuk, dan penambah).
5. Menganalisa hasil dari percobaan yang dilakukan sesuai dengan rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003.

1.3. Tujuan Penelitian.

Pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk:

1. Dapat memberikan masukan bagi pembaca dan masyarakat industri mengenai rancangan sistem pengecoran, tahapan-tahapan, dan bahan perbandingan disiplin pengecoran logam berdasarkan pustaka yang ada.
2. Mengetahui hasil percobaan dari analisa rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003.
3. Menambah wawasan dan pengetahuan pada disiplin ilmu yang akan menjadi bidang ahli pengecoran logam dan keahlian perhitungan pada rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003.

1.4. Manfaat Penelitian.

Manfaat dari hasil penelitian ini, antara lain:

1. Sebagai bahan masukan untuk referensi dalam penelitian lanjutan dalam analisa rancangan sistem pengecoran untuk produk Shell Liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003.
2. Dapat bermanfaat bagi orang-orang yang ingin mendalami disiplin ilmu pengecoran, perbaikan, dan perubahan rancangan sistem pengecoran yang selalu berkembang secara terus-menerus.
3. Penambahan materi referensi tentang pengecoran logam yang masih sangat kurang didapat sebagai sarana ilmu pengetahuan di Indonesia.
4. Dapat memberikan masukan dalam perancangan sistem pengecoran dan kaitannya dengan biaya produksi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan.

Dede Suhayat (2011) menganalisa cacat coran logam pada pengecoran cetakan ekspendebel. Menyimpulkan cacat coran dapat dibagi terutama dalam tiga kelompok. 1) Cacat sangat berat atau cacat major: yaitu cacat hasil dalam scrapping coran. Penetrasi logam dan permukaan kasar yang harus melibatkan operasi pemesinan dan operasi finishing, dan coran yang gagal memperoleh fisik diperlukan ataupun keperluan fungsinya. 2) Cacat menengah: Cacat menghasilkan dalam biaya perbaikan yang tinggi, tetapi coran aman dari kerusakan. 3). Cacat ringan: membolehkan coran mudah dan ekonomis diperbaikinya.

Wijiono (2009) melakukan analisa perancangan sistem pengecoran baja. Pada penelitian ini dilakukan bagaimana merancang gambar kerja menjadi gambar proses pengecoran. Gambar pengecoran itu mencakup posisi pola, saluran pengecoran, dan penambah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa proses pengecoran logam adalah suatu proses yang saling berkaitan satu sama lain, mulai dari pola, sistem saluran, sistem pencetakan pasir, proses pencairan logam, dan lain-lain.

Penelitian Soejono Tjitro (2009) yang membahas pengaruh bentuk riser terhadap cacat penyusutan produk cor cetakan pasir. Bentuk dan dimensi riser mempengaruhi terjadinya cacat penyusutan pada produk cor cetakan pasir. Bentuk dan dimensi riser ini mempengaruhi laju pembekuan cairan logam di rongga cetakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai *casting*

modulus terhadap cacat penyusutan. Penelitian ini menggunakan riser dengan

bentuk dan casting modulus berbeda. Ketiga jenis riser menggunakan sistem saluran yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *casting modulus* mempengaruhi terjadinya cacat penyusutan pada produk cor.

Berdasarkan riset yang dilakukan Stefanescu (2005), besi cor kelabu merupakan salah satu material terpenting di dunia dengan lebih dari 70% total produksi produk pengecoran. Besi cor kelabu biasanya banyak dipilih dalam aplikasi industri kerana fleksibilitas penggunaannya, *castability* yang baik, *low-cost* (lebih murah 20-40% daripada baja), dan memiliki cakupan sifat mekanik luas yang dapat diterima pada desain-desain konstruksi. (Collini, Nicoletto, and Konecna 2008; lihat juga pada Behnam, Davami and Varahram, 2010). Walaupun begitu, sifat mampu las besi cor kelabu relatif lebih rendah dibandingkan besi cor *nodular* dan *malleable*. Hal itu disebabkan karena besi cor kelabu bersifat getas dan kurang mampu menahan tegangan akibat siklus thermal pengelasan. Sifat getas atau rendahnya keuletan tersebut diakibatkan oleh hadirnya grafit serpih apalagi grafit serpihnya kasar. Maka dari itu, perlu dilakukan prosedur pengelasan yang tepat sehingga mendapatkan hasil lasan yang baik.

2.2. Teori.

2.2.1. Sejarah Pengecoran Logam.

2.2.1.1. Mencairkan logam. Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira tahun 4000 sebelum Masehi, sedangkan tahun yang lebih tepat tidak diketahui orang.

Awal penggunaan logam oleh manusia, ialah ketika seseorang membuat perhiasan dari emas dan tembaga, kemudian membuat senjata atau mata bajak dengan menempa tembaga, hal itu dimungkinkan karena logam-logam ini terdapat di alam dalam keadaan murni, sehingga dengan mudah manusia dapat menemukannya.

Kemudian secara kebetulan orang menemukan tembaga mencair, selanjutnya mengetahui cara untuk menuang logam cair ke dalam cetakan, dengan demikian untuk pertama kalinya manusia dapat membuat coran yang berbentuk rumit, umpamanya perabot rumah tangga, perhiasan, atau hiasan makam. Coran tersebut dibuat dari perunggu yaitu suatu paduan tembaga, timah, dan timbal yang titik cairnya lebih rendah dari titik cair tembaga.

Pengecoran perunggu dilakukan pertama di Mesopotamia kira-kira 3000 tahun sebelum Masehi, teknik ini diteruskan ke Asia Tengah, India, dan Cina. Penerusan ke Cina kira-kira 2000 tahun sebelum Masehi, dan zaman Cina kuno semasa dinasti Yin, yaitu kira-kira 1500-1000 sebelum Masehi. Pada masa itu tangki-tangki besar yang halus buatannya dibuat dengan jalan pengecoran.

Sementara itu pengecoran Mesopotamia diteruskan juga ke Eropa, dan dalam tahun 1500-1400 sebelum Masehi, barang-barang seperti mata bajak, pedang, mata tombak, perhiasan, tangki, dan perhiasan makam dibuat di Spanyol, Swiss, Jerman, Austria, Norwegia, Denmark, Swedia, Inggris, dan Perancis.

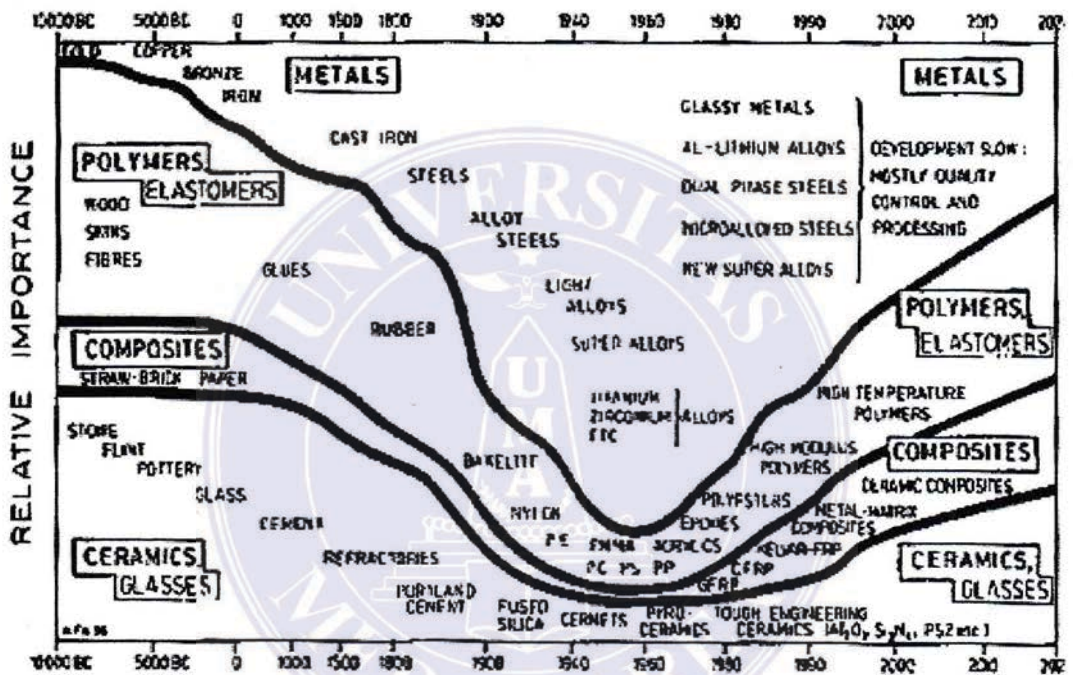
Teknik pengecoran perunggu di India dan Cina diteruskan ke Jepang dan Asia Tenggara, sehingga Jepang banyak memiliki arca-arca Budha yang dibuat antara tahun 600-800 Masehi.

Penggunaan besi dimulai dengan penempaan, sama halnya dengan tembaga. Orang-orang Assyria dan Mesir mempergunakan perkakas besi pada 2800-2700 tahun sebelum Masehi. Kemudian, di Cina pada tahun 800-700 sebelum Masehi, ditemukan cara membuat coran dari besi kasar yang mempunyai titik cair rendah dan mengandung posfor tinggi dengan mempergunakan tanur beralas datar.

Teknik produksi ini kemudian diteruskan ke negara-negara di sekitar Laut Tengah. Di Yunani, 600 tahun sebelum Masehi, arca-arca raksasa Epaminondas atau Hercules, berbagai senjata, dan perkakas dibuat dengan jalan pengecoran. Di India pada zaman itu, pengecoran besi kasar dilakukan dan diekspor ke Mesir dan Eropa. Walaupun demikian baru pada abad ke-14 saja pengecoran besi kasar dilakukan secara besar-besaran, yaitu ketika Jerman dan Italia meningkatkan tanur beralas datar yang primitif itu menjadi tanur tiup berbentuk silinder, di mana pencairan dilakukan dengan jalan meletakkan bijih besi dan arang batu berselang-seling. Produk-produk yang dihasilkan pada waktu itu ialah: meriam, peluru meriam, tungku, pipa, dan lain-lain.

Cara pengecoran pada zaman itu ialah menuangkan secara langsung logam cair yang didapat dari biji besi, ke dalam cetakan, jadi tidak dengan jalan mencairkan kembali besi kasar seperti cara kita sekarang.

Kokas ditemukan di Inggris pada abad ke-18, yang kemudian di Perancis diikhtiarkan agar kokas dapat dipakai untuk mencairkan kembali besi kasar dalam tanur kecil dalam usaha membuat coran. Kemudian tanur yang serupa dengan tanur Kupola yang ada sekarang, dibuat di Inggris, dan cara pencairan besi kasar yang dilakukan kira-kira sama dengan cara yang dilakukan pada saat sekarang ini.



Gambar II. 1: Evolusi material keteknikan.

Walaupun sejak masa kuno baja dipakai dalam bentuk tempaan, namun sejak H. Bessemer atau W. Siemens telah diusahakan untuk membuat baja dari besi kasar, dan coran baja diproduksi pada akhir pertengahan abad ke-19. Coran Aluminium dibuat pada akhir abad ke-19 setelah cara pemurnian dengan elektrosa ditemukan.

2.2.1.2. Pembuatan cetakan. Telah dinyatakan bahwa ketika pengecoran tembaga pertama kali ditemukan di Mesopotamia, logam cair dituang ke dalam pasir, kemudian seperti halnya cara baru, dicari akal untuk

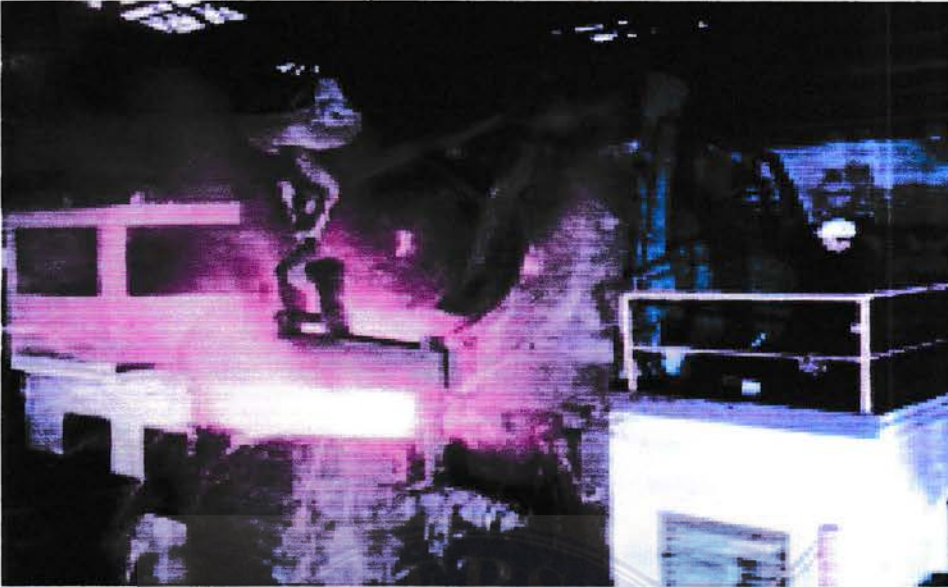
menuang logam cair ke dalam rongga yang dibuat dalam batu. Bahan batu tersebut adalah pasir, batu gamping atau serpentinit yang mudah diolah, kadang-kadang dipergunakan juga tanah liat untuk menguatkan.

Pada mulanya benda tipis yang berbentuk seperti kapak atau pedang dicor hanya dengan mempergunakan drag (cetakan bawah) tidak dengan kup (cetakan atas). Kemudian keduanya baik drag ataupun kup dipergunakan, dan selanjutnya dicari akal untuk membuat coran berongga dengan mempergunakan inti yang dibuat dari tanah lempung dan bubuk arang batu.

Selain dari pada cara mengukir batu atau membuat cetakan dari tanah, dikembang juga cara-cara membuat cetakan dengan pola kayu dan pola lilin. Pola lilin ditutup oleh campuran tanah pasir dan tanah liat yang kemudian dipanaskan agar lilin mencair dan terbuang, maka terbentuklah rongga cetakan. Cara tersebut merupakan dasar dari pengecoran pasir dan pengecoran lilin seperti cara yang dikenal sekarang, dan dikatakan bahwa cara itu telah dikembangkan lama sekali, kira-kira sejak 2000 tahun sebelum Masehi atau lebih.

Walaupun demikian teknik yang dipakai sekarang untuk membuat cetakan pasir dengan pola kayu telah disempurnakan di Eropa setelah abad ke-18, demikian juga halnya dengan teknik pencairan logam (Tata Surdia, 1980: 1-2).

2.2.2. Defenisi Pengecoran Logam.



Gambar II. 2: Proses penuangan cairan logam dari tanur induksi ke ladle.

Pengecoran ialah proses penuangan logam hasil pelebur ke dalam cetakan, kemudian mengeras sesuai dengan bentuk rongga cetakan. Pengecoran dilakukan dengan cara memanaskan logam hingga titik leburnya lalu leburan logam tersebut dituang ke dalam sebuah cetakan/cavity dengan bentuk seperti yang dikehendaki (Tata Surdia, 1980).

Ada beberapa keuntungan yang bisa didapatkan ketika kita menggunakan proses pengecoran, keuntungan-keuntungan yang ada dalam proses pengecoran inilah yang dijadikan acuan untuk memilih proses ini atau tidak, tentunya juga disesuaikan dengan produksi yang akan dilakukan. Keuntungan proses pengecoran antara lain: a) Pengecoran dapat membentuk komponen dengan geometri eksternal/internal yang kompleks. b) Beberapa proses pengecoran dapat langsung membentuk geometri akhir produk (*net shape*) sehingga tidak memerlukan proses manufaktur lainnya. c) Pengecoran dapat digunakan untuk membuat komponen yang sangat besar (>100 ton). d) Proses pengecoran dapat

dilakukan menggunakan berbagai jenis logam yang dapat dipanaskan hingga lebur. e) Berbagai metoda pengecoran cocok untuk produksi masal.

Di dalam proses pengecoran terdapat beberapa kekurangan yang biasanya menjadi pertimbangan seseorang untuk menggunakan proses ini. Kekurangan proses pengecoran antara lain: a) Sifat menyerap/merembes. b) Keakuratan dimensi geometrik dan kerataan permukaan yang rendah. c) Bahaya/resiko keselamatan kerja saat peleburan logam.

2.2.3. Klasifikasi Proses Pengecoran Logam.

Macam-macam proses pengecoran dapat diklasifikasikan dari jenis-jenis cetakan yang digunakan seperti di bawah ini:

2.2.3.1. Cetakan habis pakai (*expendable mold*). Cetakan ini hanya dapat digunakan untuk sekali pakai, karena untuk mengeluarkan logam hasil pengecoran, cetakan ini harus dirusak. Cetakan jenis ini biasanya terbuat dari bahan pasir, gips atau yang menggunakan bahan perekat. Adapun macam-macam dari cetakan habis pakai adalah sebagai berikut:

a. *Sand Casting*. *Sand casting* merupakan proses yang paling banyak digunakan. Proses pengecoran dengan cetakan pasir adalah proses tertua dalam proses pembuatan benda dari bahan logam. Dapat dipakai untuk pengecoran logam yang memiliki temperatur lebur tinggi. Produk pengecoran memiliki rentang ukuran dari kecil hingga besar dan rentang jumlah dari satu hingga jutaan. Pada *sand casting*, pola dibuat lebih besar dari ukuran produk sebenarnya untuk mengkompensasi adanya penyusutan dan proses *finishing*. Untuk material pola yang digunakan berupa: kayu, logam, dan plastik.

Sand casting memerlukan bahan dari silika (SiO_2) atau campuran silika dengan material lainnya yang memiliki sifat tahan terhadap temperatur tinggi (*refractory*). Pada proses *sand casting* dilakukan dengan memampatkan pasir cetakan terhadap pola untuk *kup dan drag* dalam sebuah *container* yang disebut *flask*. Metode yang bisa digunakan yaitu: *hand harving*, mesin, menggunakan tekanan *pneumatic* (memakai angin), *jolting action* yaitu *flask* dijatuhkan berulang-ulang agar pasir termampatkan, *slinging action*, yaitu granular pasir ditumbuk ke pola pada kecepatan tinggi.

Sand casting diklasifikasikan menjadi 3, yaitu: a) ***Green-sand mold***. Berupa campuran pasir, tanah liat dan air. Memiliki *strenght*, *collapsibility*, *permeability*, dan *reuseability* baik. Tapi dalam keadaan basah dapat mengakibatkan cacat untuk logam dan bentuk tertentu. b) ***Dry-sand mold***. Menggunakan perekat organik dan dipanaskan dalam oven antara $200\text{ }^\circ\text{C}$ - $300\text{ }^\circ\text{C}$ untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan cetakan. Cetakan ini cocok untuk produk dengan ukuran produk sedang-besar dan volume produksi rendah-sedang. c) ***Skin-dried mold***. Merupakan permukaan *sand mold* yang dipanaskan hingga kedalaman 10-25 mm menggunakan *torches*, *heating lamp*, dan perlu menggunakan perekat khusus sehingga daya rekat menjadi seperti *dry-sand*.

Operasi pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir ini diawali dengan memposisikan inti jika menggunakan inti, kemudian kedua sisi cetakan di-*clamp*. Selanjutnya dilakukan proses penuangan,

pengerasan, dan pendinginan. Setelah dingin, cetakan dibongkar, komponen dibersihkan dan diinspeksi. Cetakan atau mold yang digunakan dalam proses pengecoran ini dapat dibuat dengan menggunakan pasir (*sand*), gips (*plaster*), keramik (*ceramic*), dan logam (*metal*).

b. Investment Casting. Pada *investment casting* (pengecoran dengan pola hilang), pola dibuat dari lilin atau plastik seperti *polystyrene* yang diinjeksikan ke *die* dari logam yang memiliki bentuk yang diinginkan. Keuntungan *investment casting* adalah: a) Akurasi dimensi yang baik. b) Bisa untuk bentuk kompleks. d) Bisa untuk material dengan temperatur sangat tinggi. Kekurangan *investment casting* adalah: a) Siklus produksi panjang. b) *Mold* tidak dapat digunakan lagi. c) *Mold* yang relatif tidak mahal.

2.2.3.2. Cetakan permanen (*permanent mold*). Cetakan jenis kedua ini dapat digunakan berulang-ulang. Biasanya cetakan ini terbuat dari logam. Karakteristik cetakan jenis ini adalah terbuat dari dua atau lebih bagian yang dapat dibuka untuk mengeluarkan komponen cor. Beberapa hal yang terkait dengan cetakan permanen: a) Cetakan dipindahkan, bukan dihancurkan. b) Menggunakan bantuan gravitasi. c) Aliran Logam lambat. d) Cetakan juga berasal dari logam dengan *conductivity thermal* yang bagus. e) Cetakan permanen terdiri dari dua sisi yang terbuat dari logam dan dirancang untuk memudahkan pembukaan/penutup secara akurat. f) Material cetakan: *steel* atau *cast iron*. g) Logam yang dicor: *aluminum, magnesium, copper-based alloy* dan *cast iron*. h) Inti terbuat

dari logam. Jika pelepasan /pengeluaran inti sulit, digunakan pasir. (*semipermanent-mold casting*).

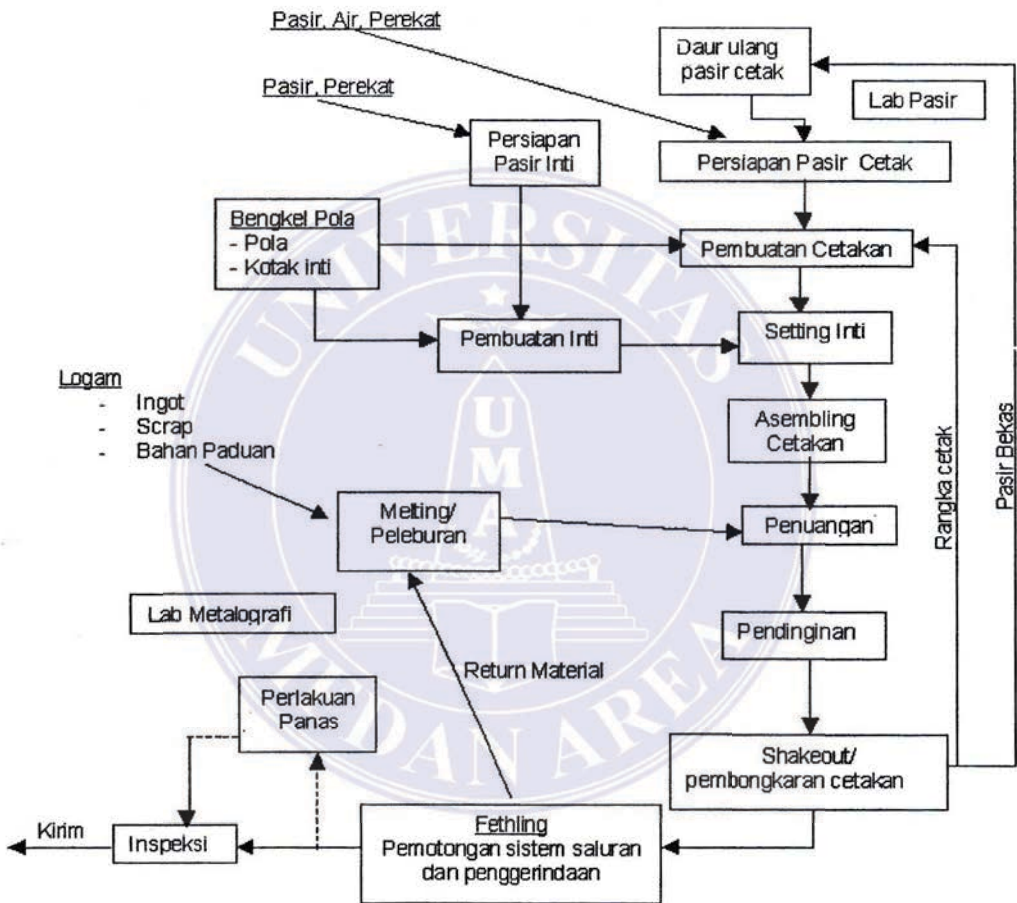
Macam-macam cetakan permanen adalah sebagai berikut:

- a. **Die Casting.** Merupakan proses pengecoran cetakan permanen. Proses secara umumnya adalah dengan penginjeksian logam lebur ke dalam rongga cetakan dengan tekanan yang tinggi (7-350Mpa). Cetakan yang digunakan disebut *dies*. Menggunakan mesin yang disebut *Hot-chamber* dan *Cold-chamber*. Pengecoran ini digunakan untuk logam dengan temperatur yang lebih tinggi.
- b. **Permanent Mold Casting.** Cetakan permanen banyak dibuat dari logam dan grafit. Kadang-kadang ditambahkan dengan sedikit pasir sebagai inti atau pelapis permukaan rongga cetakan. Proses ini hanya cocok untuk jumlah produksi besar dengan produk yang sama. Pada umumnya proses pengecoran dengan cetakan permanen terbatas pemakaiannya pada pengecoran logam-logam *non ferous* dan paduannya.
- c. **Centrifugal Casting.** Adalah suatu proses pengecoran yang dilakukan dengan cara menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, sehingga dihasilkan coran yang mampat tanpa cacat sebagai akibat gaya sentrifugal.

2.2.4. Proses Pengecoran Logam.

Sebelum dilakukannya proses pengecoran terlebih dahulu direncanakan bagaimana metode yang akan dilakukan dengan pertimbangan, antara lain: a) Desain geometri produk sesederhana mungkin. b) Menyederhanakan pembuatan penggunaan inti. d) Meningkatkan kekuatan cetakan. e)

Hindari sudut-sudut yang tajam. f) Merupakan sumber konsentrasi tegangan. g) Sumber keretakan. h) Rancang menggunakan radius (*fillet*). i) Toleransi permesinan. j) Kepresisian dimensi hasil pengecoran sangat rendah. k) Jika kepresisian dimensi diperlukan, perlu toleransi dimensi sekitar 1,5-3,0 mm untuk diproses permesinan.

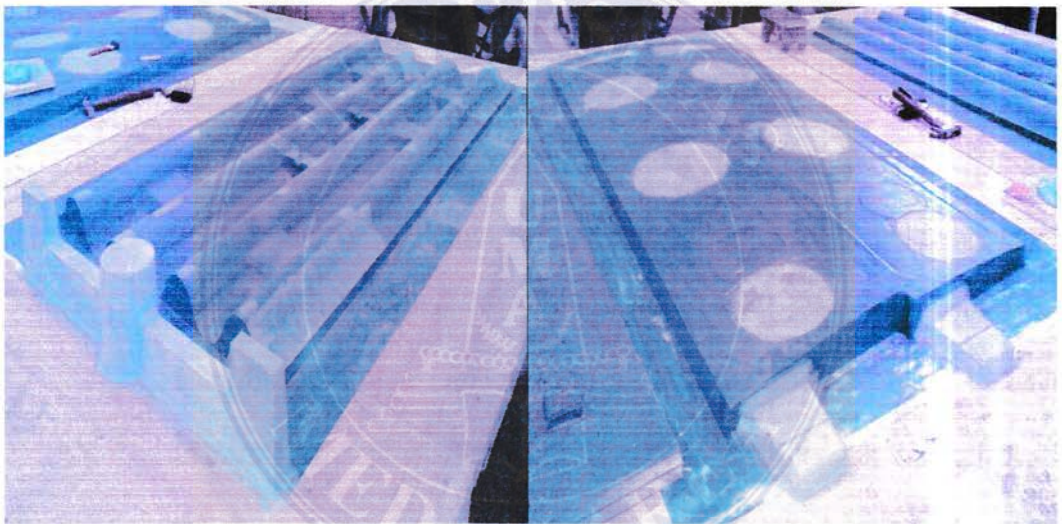


Gambar II. 3: Aliran proses pengecoran sederhana.

2.2.4.1. Pembuatan Desain. Hal pertama yang harus dilakukan pada proses pengecoran adalah mengubah gambar kerja menjadi gambar sistem pengecoran dan harus diperhatikan bagaimana proses coran yang baik dan konsisten. Baik dari sisi biaya pembuatan cetakan, pembuatan pola (pattern) yang mudah, menempatkan posisi atas dan bawah (kup dan

drag) dari pola cetakan, penempatan penyuplaian penambah (riser), mempermudah pembongkaran cetakan, dan lain-lain.

2.2.4.2. Pola (*Pattern*). Pola dalam pengecoran merupakan master untuk memproduksi *parts* atau produk pengecoran. Pola selalu dibuat dengan ukuran geometri lebih besar daripada ukuran produk yang sebenarnya. Hal tersebut berguna untuk mengkompensasi penyusutan serta proses permesinan selanjutnya. Material pembuat pola dapat berupa kayu, plastik, dan logam.



Gambar II. 4: Bentuk pola.

a. Material pola/*pattern*. Seperti yang kita ketahui dalam membuat pola ada beberapa material yang bisa digunakan, yaitu : kayu, plastik, logam. Dan pada tiap-tiap maerial tersebut memiliki karakteristik. Karakteristik material pembentuk pola adalah: a) Pola kayu: Banyak digunakan karena kemudahan dalam hal proses dan pembentukannya, tetapi cenderung melengkung dan cepat aus. Kayu yang dipakai adalah kayu saru, kayu aras, kayu pinus, kayu mahoni, kayu jati, dan lain-lain. Pemilihan kayu menurut macam dan ukuran pola, jumlah



produksi, dan lamanya dipakai. Kayu yang kadar airnya lebih dari 14% tidak dapat dipakai karena akan terjadi pelintingan yang disebabkan perubahan kadar air dalam kayu. Suhu udara luar harus diperhitungkan juga dan ini tergantung pada daerah dimana pola dipakai. b) Pola metal: Pola ini memiliki kelebihan tahan lama tetapi dengan harga yang sangat mahal. Bahan yang lazim dipakai untuk pola logam adalah besi cor. Biasanya dipakai besi cor kelabu karena sangat tahan aus, tahan panas, dan tidak mahal. Kadang-kadang besi cor liat dipakai agar lebih kuat. Paduan tembaga juga biasanya dipakai untuk pola cetakan kulit agar dapat memanaskan bagian cetakan yang lebih tebal dan merata. Alumunium dapat dipakai karena ringan dan mudah diolah, sehingga sering dipakai untuk pola pelat atau pola untuk mesin pembuat cetakan.c) Pola plastik: Merupakan pola yang memiliki sifat dan karakteristik pola kayu dan metal. Dari berbagai macam resin sintesis, hanya resin epoksi yang banyak dipakai. Resin ini mempunyai sifat-sifat: penyusutan yang kecil pada waktu mengeras, tahan aus yang tinggi, memberikan pengaruh yang baik dengan menambah pengencer, dan zat penggemuk menurut penggunaannya. Sebagai contoh, kekerasan meningkat dengan mencampurkan bubuk besi atau alumunium ke dalam. Ketahanan bentur akan meningkat dengan menumpukan serat gelas dalam bentuk lapisan.

b. Jenis pola. Selain jenis material, jenis pola juga harus kita perhatikan dalam membuat pola. Tentunya semua itu ditentukan berdasarkan

produksi yang akan dilakukan. Beberapa jenis pola yang biasa dipakai pada proses pengecoran antara lain: a) **Solid pattern**: *Solid pattern* cenderung lebih sulit dalam pembuatannya serta lebih cocok untuk volume produksi rendah. b) **Split pattern**: *Split pattern* cocok untuk mengecor *parts* dengan bentuk geometri yang kompleks dan volume produksi yang sedang. c) **Match-plate pattern**: *match-plate pattern* memiliki bagian atas dan bawah dalam satu plat dan *pattern* ini cocok untuk produksi dengan volume produksi tinggi. d) **Cope and drag pattern**: *cope and drag pattern* memiliki bagian atas dan bawah yang terpisah dan cocok untuk volume produksi tinggi.

- c. **Menempatkan kup, drag, dan permukaan pisah.** Adalah hal yang paling penting dalam mendapatkan hasil coran yang baik, serta membutuhkan pemikiran dan pengalaman yang cukup luas dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan sebagai berikut: a) Pola harus mudah dikeluarkan dari dalam cetakan, belahan harus satu bidang dimana pada prinsipnya kup dibuat lebih dangkal. b) Penempatan inti harus lebih mudah. c) Sistem saluran harus dapat dibuat sempurna mungkin untuk mendapatkan aliran yang baik. d) Jangan terlalu banyak permukaan pisah, karena akan banyak membuang waktu dalam proses pembuatan cetakan, dan dapat mengakibatkan tonjolan-tonjolan sehingga biaya pembuatan pola menjadi mahal. e) Seperti dikatakan di atas penetapan permukaan pisah adalah menentukan dalam menghasilkan coran yang baik, sehingga dalam hal ini memerlukan keahlian dan kemampuan di dalam menggambar teknik.

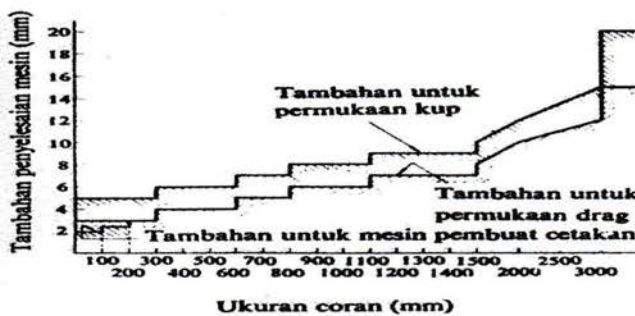
d. Penempatan penambahan penyusutan. Coran akan menyusut pada waktu pembekuan dan pendinginan, maka pembuatan pola (pattern) harus menggunakan mistar susut yang telah diperpanjang sebelumnya sebanyak tambahan penyusutan pada waktu ukuran pola. Besaran penyusutan pola harus sesuai dengan: a) Bahan coran. b) Bentuk coran. c) Tempat coran. d) Ukuran coran.

Tabel II. 1: Tambahan penyusutan yang disarankan.

Tambahan penyusutan	Bahan
8/1.000	Besi cor, baja cor tipis
9/1.000	Besi cor, baja cor tipis yang banyak menyusut
10/1.000	sama dengan atas & aluminium.
12/1.000	Paduan aluminium, Brons, baja cor (tebal 5-7 mm)
14/1.000	Kuningan kekuatan tinggi, baja cor.
16/1.000	Baja cor (tebal lebih dari 10 mm)
20/1.000	Coran baja yang besar
25/1.000	Coran baja besar dan tebal

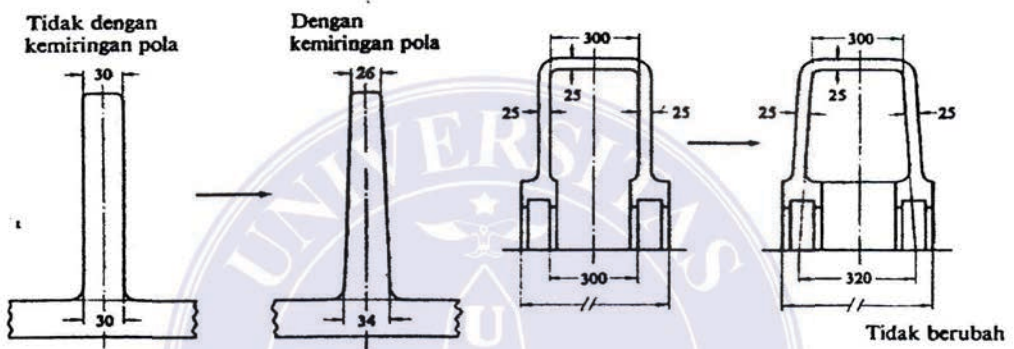
(Sumber: Tata Surdia. 1980: 52)

e. Penentuan tambahan penyelesaian mesin. Tempat dimana memerlukan penyelesaian mesin setelah pengecoran harus dibuat dengan kelebihan tebal seperlunya. Kelebihan tebal ini berbeda menurut bahan, ukuran arah kup dan drag, dan keadaan mekanik.



Gambar II. 5: Tambahan penyelesaian mesin untuk baja cor.

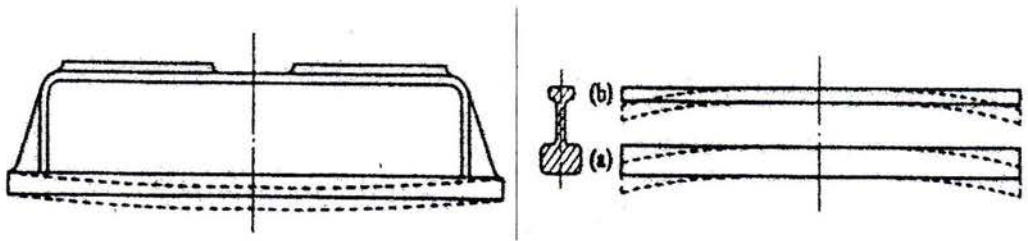
f. Kemiringan pola. Permukaan-permukaan tegak dari pola dimiringkan mulai dari permukaan pisah, untuk memudahkan pencabutan pola dari cetakan. Meskipun dalam hal mempergunakan pola logam, pola tarik dengan pengarah dari pena-pena. Bagian membutuhkan kemiringan 1/200 demikian pula pola kayu membutuhkan kemiringan 1/30 sampai 1/100.



Gambar II. 6: Contoh kemiringan pola pada tebal dinding dan kemiringan pola pada keseluruhan (tidak dengan perubahan tebal).

g. Tambahan pelenturan. Penyusutan coran pada waktu pembekuan dan pendinginan, kadang-kadang bukan saja mengecilkan keseluruhannya, tetapi juga mengakibatkan pelenturan yang tergantung pada bentuknya.

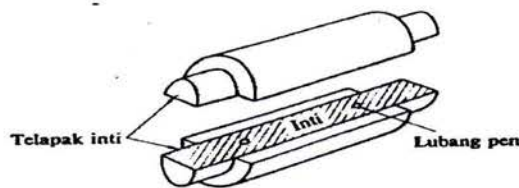
Untuk menghindari pelenturan pada coran, maka pola dengan sengaja dilenturkan dengan membuat petunjuk dalam rencana pembuatan pola, agar disampingkan kearah yang berlawanan, seperti dengan jalan menempatkan rusuk-rusuk atau penambahan tebal sesuai dengan besar pelenturan yang diharapkan. Tambahan tersebut dinamakan tambahan pelenturan.



Gambar II. 7: Tambah pelenturan untuk pelenturan yang disebabkan terhalangnya penyusutan oleh inti dan ketidak seragaman tebal.

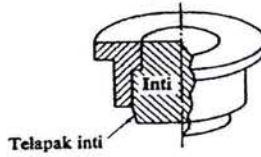
h. Telapak inti. Inti mempunyai telapak inti untuk tujuan sebagai berikut: a) Menempatkan inti, membawa, dan menentukan letak dari inti. Pada dasarnya dibuat dengan menyisipkan bagian dari inti. b) Menyalurkan udara dan gas-gas dari cetakan yang keluar melalui inti. Kalau cetakan telah terisi penuh oleh logam, gas-gas dari inti dibawa keluar melalui telapak inti. c) Memegang inti. Kalau cetakan telah terisi oleh logam, ia mencegah bergesernya inti dan memegang inti terhadap daya apung dari logam cair.

1) Jenis – jenis telapak inti dan fungsinya. Penentuan bentuk dan ukuran dari telapak inti harus direncanakan dengan teliti untuk menyederhanakan cetakan, dan agar coran yang baik serta menaikkan produktivitas. Telapak inti mempunyai beberapa macam bentuk seperti di bawah ini: a). Telapak inti mendatar dua. Dalam hal ini dipasang mendatar dan ditahan pada kedua ujungnya pada telapak inti.



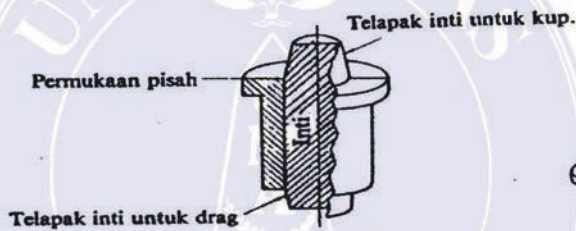
Gambar II. 8: Contoh telapak inti mendatar dua.

b). Telapak inti dasar tegak. Dalam hal ini inti ditahan tegak oleh telapak inti pada alasnya agar cukup menstabilkan inti.



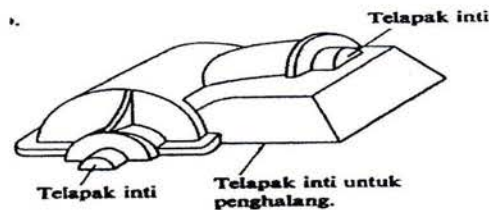
Gambar II. 9: Contoh telapak inti dasar tegak.

c). Telapak inti tegak bertumpu dua. Dengan hanya satu alas telapak inti tidak cukup untuk menstabilkan inti, maka telapak inti dipasang pada kup dan drag untuk mencegah jatuhnya inti.



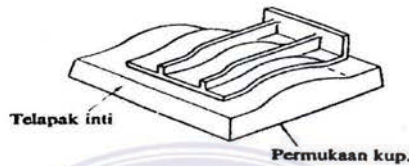
Gambar II. 10: Contoh telapak inti tegak bertumpu dua.

d). Telapak inti untuk penghalang. Pola yang tidak dapat ditarik kearah tegak lurus pada permukaan pisah, dan sukar untuk menempatkan inti secara biasa, maka telapak inti dipasang bagian yang paling luar.



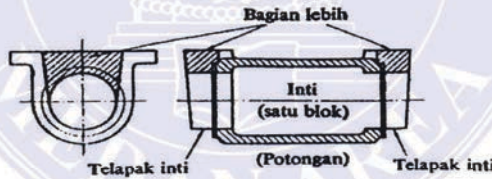
Gambar II. 11: Contoh telapak inti untuk penghalang.

e). Telapak inti untuk penghalang yang menggantung. Dalam hal ini cetakan mempunyai tonjolan pada permukaan pisahnya. Kup dijadikan telapak inti secara keseluruhan pada permukaan yang menonjol dibuat oleh inti untuk menyederhanakan pembuatan cetakan.



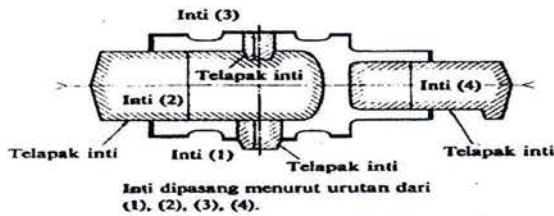
Gambar II. 12: Contoh telapak inti untuk penghalang yang menggantung.

f). Telapak inti lebih. Dalam hal ini permukaan pisah dan letak garis tegak dari inti adalah berbeda, sehingga telapak inti ini dilebihkan sampai permukaan pisah.



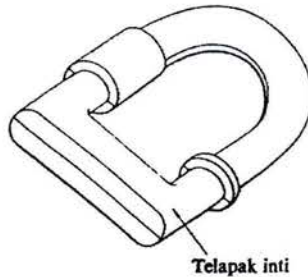
Gambar II. 13: Contoh telapak inti lebih.

g). Telapak inti pancang. Dalam hal ini inti harus ditahan olehnya satu ujung, dengan telapak inti cukup besar untuk menstabilkannya.



Gambar II. 14: Contoh telapak inti pancang.

h). Telapak inti berhubungan. Telapak inti ini dibuat dengan menghubungkan lebih dari satu inti untuk memperbaiki penyangga inti-inti.

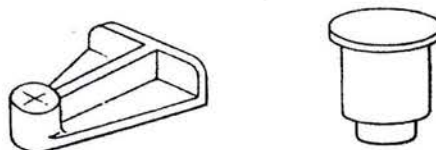


Gambar II. 15: Contoh telapak inti berhubungan.

i. **Macam pola.** Pola mempunyai berbagai macam bentuk, seperti yang akan dijelaskan dibawah ini. Pada pemilihan macam pola, harus diperhatikan produktifitas, kualitas coran, dan harga pola.

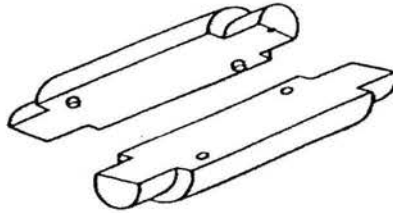
1) **Pola pejal.** Adalah pola yang sering dipakai yang bentuknya hampir serupa bentuknya dengan bentuk coran. Pola ini dibagi menjadi dua macam yaitu pola tunggal dan pola belahan.

a). **Pola tunggal.** Pola ini dibentuk serupa dengan corannya. Disamping itu kecuali tambahan penyusutan, tambahan penyelesaian mesin, dan kemiringan pola, kadang-kadang dibuat juga menjadi satu dengan telapak inti.



Gambar II. 16: Pola pejal.

b). Pola belahan. Pola ini dibelah di tengah untuk memudahkan pembuatan cetakan. Permukaan pisahnya kalau mungkin dibuat satu bidang.



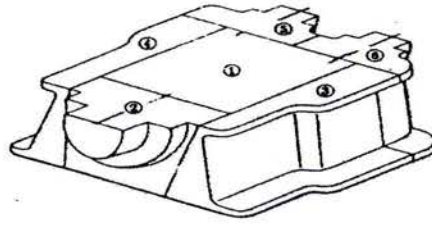
Gambar II. 17: Pola belahan.

c). Pola setengah. Pola ini dibuat untuk coran dimana kup dan drag simetris terhadap permukaan pisah. Kup dan drag dicetak hanya dengan setengah pola atau lebih untuk memudahkan penarikan dari cetakan dan untuk menyederhanakan pemasanga inti. Pada pola ini kadang-kadang terjadi pergeseran, sehingga menyebabkan salah ukuran.



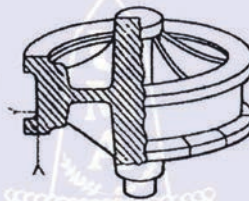
Gambar II. 18: Pola setengah.

d). Pola penarik terpisah. Pola penarik terpisah digunakan untuk pola berukuran yang besar atau untuk cetakan jenis mengeras sendiri. Pola dibuat secara terbagi-bagi untuk mempermudah pengambilannya dari cetakan. Bagian yang di tengah ditarik terlebih dahulu, kemudian bagian-bagian terluar diambil satu persatu berturut-turut.



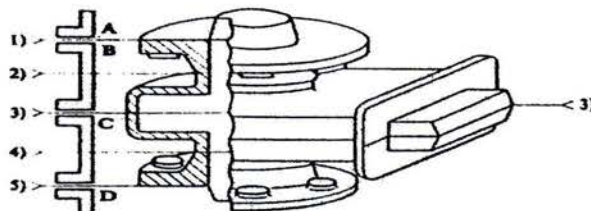
Gambar II. 19: Pola penarik terpisah.

f). Pola penarik sebagian. Pada pengambilan pola dari cetakan. Apabila sebagian dari pola tidak mungkin ditarik, maka bagian ini harus dipisah terlebih dahulu. Kemudian bagian utamanya yang ditarik pertama kali dan bagian cabang ditarik satu demi satu. Sehingga harga pola setengah dari harga pola tunggal.



Gambar II. 20: Pola sepenarik sebagian.

g). Pola dengan belahan banyak. Dalam hal ini pola dibagi menjadi tiga belahan.

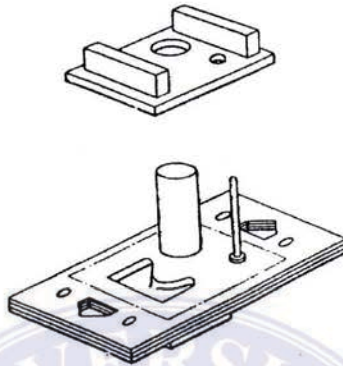


1), 2), 3), 4), 5): Permukaan pisah dari pola.
A), B), C), D): Permukaan penutup dari rangka.

Gambar II. 21: Pola belahan banyak.

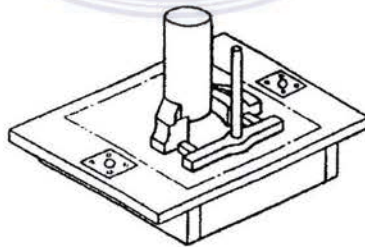
2) **Pola pelat pasang.** Pola ini merupakan pelat dimana pada kedua belahannya ditempelkan pola demikian juga saluran turun,

pengalir, saluran masuk, penambah cairan (riser). Pola ini cocok sekali untuk masa produksi dari coran kecil. Pola biasanya dibuat dari logam atau plastik.



Gambar II. 22: Pola pelat pasangan.

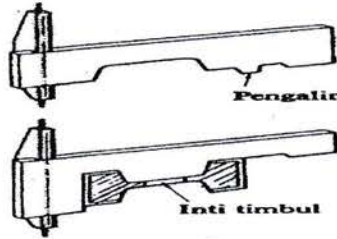
- 3) **Pola pelat kup dan drag.** Dalam hal ini pola kayu, logam, atau plastik diletakkan pada dua pelat kemudian demikian juga saluran turun, pengalir, saluran masuk, dan penambah cairan. Pelat tersebut ialah pelat kup dan drag. Kedua pelat dijamin oleh pena-pena agar bagian atas dan bawah dari coran menjadi cocok.



Gambar II. 23: Pola pelat kup dan drag.

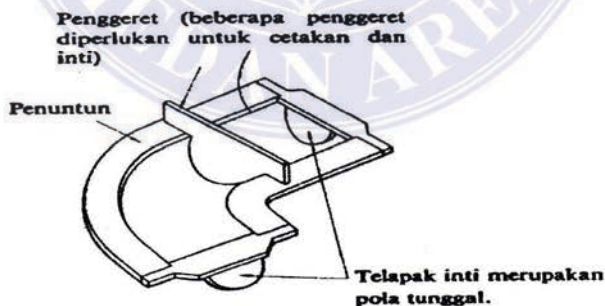
- 4) **Pola cetakan sapuan.** Dalam hal ini bentuk dari coran silindris atau bentuk benda putar. Alat ini dibuat dari pelat dengan sebuah

penggeret dan beputar pada tengahnya. Pembuatan cetakan dilakukan dengan memutar penggeret disekeliling pemutar.



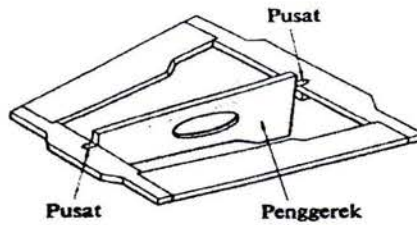
Gambar II. 24: Pola cetakan sapuan.

5) **Pola penggeret dengan penuntun.** Ini digunakan untuk pipa lurus atau pipa lengkung yang penampangnya tidak berubah. Penuntun dibuat dari kayu dan pembuatan cetakan dilakukan dengan menggerakkan penggeret sepanjang penuntun. Harga pola ini tidak mahal, tetapi pembuatan cetakannya membutuhkan waktu dua atau tiga kali waktu yang diperlukan untuk pembuatan cetakan biasa dengan pola tunggal.



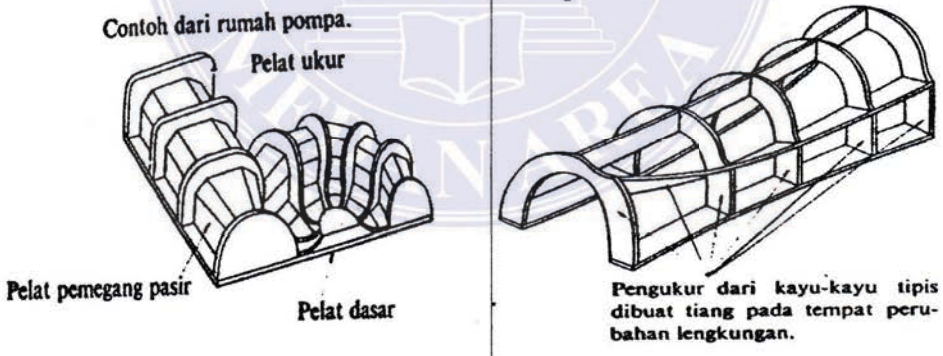
Gambar II. 25: Pola penggeret dengan penuntun.

6) **Pola penggeret berputar dengan rangka cetak.** Ini suatu kasus dimana bagian pola dapat ditukar secara kunsentris. Kedua ujung dari penggeret mempunyai poros. Pembuatan cetakan dilakukan dengan mengayunkan penggeret sekeliling poros.



Gambar II. 26: Pola penggeret berputar dengan rangka cetak.

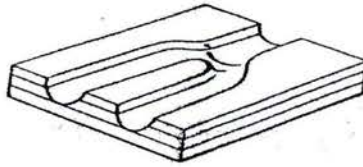
7) **Pola kerangka.** Ini dibuat dengan meletakkan pelat dasar dan membuat pelat dudukan penuntun di atasnya dan mengikat pelat-pelat untuk menahan pasir antara tiap penuntun. Pasir ditimbunkan di atasnya dan disapu oleh penggeret untuk membuat permukaan lengkung yang kontiniu. Ini cocok untuk kelengkungan yang berbeda-beda, sedangkan lamanya pembuatan cetakan menjadi bertambah, sehingga hanya dipakai untuk jumlah produksi yang terbatas.



Gambar II. 27: Pola penggeret berputar dengan rangka cetak.

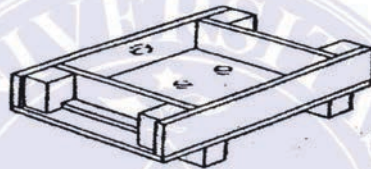
j. Penggolongan kotak inti.

1) **Kotak inti berukir.** Kotak inti ini dibuat dari kayu atau tripleks dan kikir dan diukir dengan menggunakan pahat. Cara ini untuk pembuatan inti yang kecil.



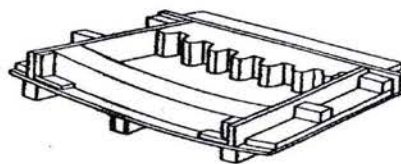
Gambar II. 28: Kotak inti berukir.

- 2) **Kotak inti biasa.** Kotak inti ini berbentuk persegi dan permukaan yang terluas merupakan permukaan tumbuk dan bagian-bagian yang menonjol terdapat di samping atau di dasar. Kotak macam ini terutama biasa dipakai sebagai kotak inti.



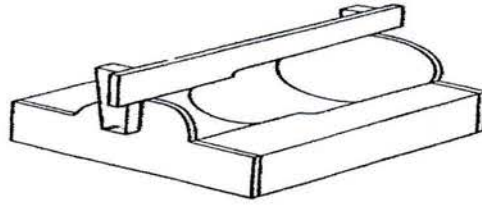
Gambar II. 29: Kotak inti biasa.

- 3) **Kotak inti lengkung.** Kotak inti ini dipergunakan untuk membuat inti dengan diameter yang besar yang dibagi dengan beberapa sektor yang sama. Tiap kotak inti dibuat hanya untuk satu sektor saja. Sektor-sektor ini yang dibuat dengan kotak inti dipasang bersamaan untuk membentuk satu inti bulat.



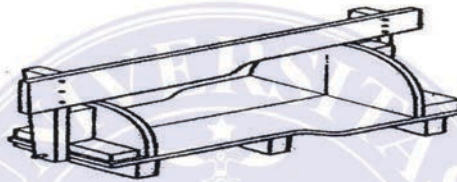
Gambar II. 30: Kotak inti lengkung.

- 4) **Kotak inti setengah dengan pelat penyapu.** Kotak ini berupa setengah kotak dengan penggeret yang dapat diputar pada di sekeliling poros pada kedua ujung kotak.



Gambar II. 31: Kotak inti setengah dengan pelat penyapu.

- 5) **Kotak inti dengan pelat penyapu.** Kotak inti ini dibuat untuk membuat setengah dari inti yang besar konsentris. Ini sangat cocok untuk jumlah produksi yang sedikit.



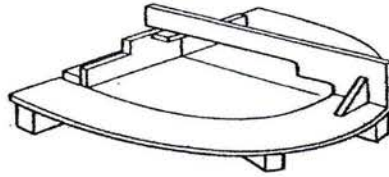
Gambar II. 32: Kotak inti dengan pelat penyapu.

- 6) **Kotak inti penyapu tidak dengan papan.** Kotak ini dipergunakan untuk membuat inti berbentuk konsentris dari jumlah produksi kecil.



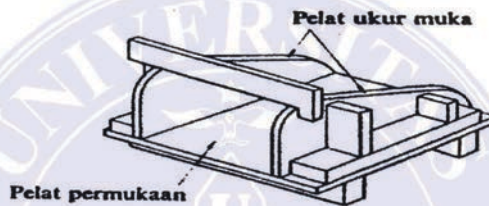
Gambar II. 33: Kotak inti penyapu tidak dengan papan.

- 7) **Kotak inti penyapu dengan papan.** Kotak ini dilengkapi dengan sebuah penggeret yang dapat berputar di sekeliling pusat pada papan setengah lingkaran atau papan melingkar. Inti ini dibuat dengan memutar penggeret itu. Kotak ini dipakai untuk membuat inti-inti ukuran besar dan medium dari jumlah produk yang kecil, atau untuk inti-inti yang sukar dibalik.



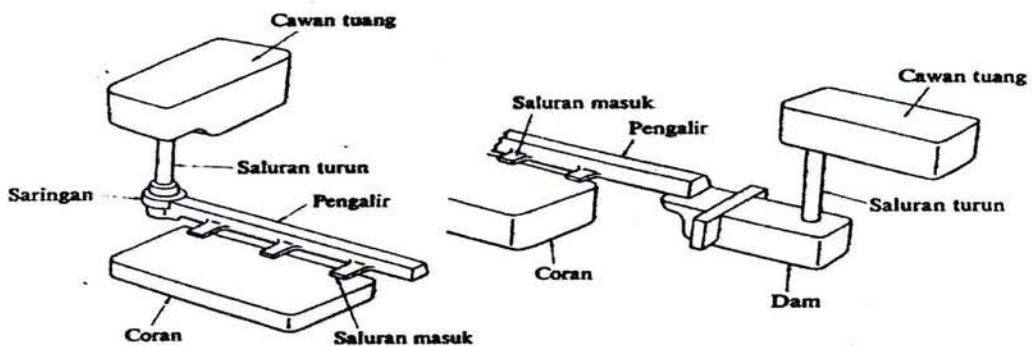
Gambar II. 34: Kotak inti penyapu dengan papan.

8) **Kotak inti penyapu dengan pelat-pelat muka.** Kotak ini terdiri dari satu pelat dengan pelat muka dan sebuah pelat penyapu dengan penyapu permukaan dari inti. Alat ini tidak cocok untuk jumlah produksi besar.



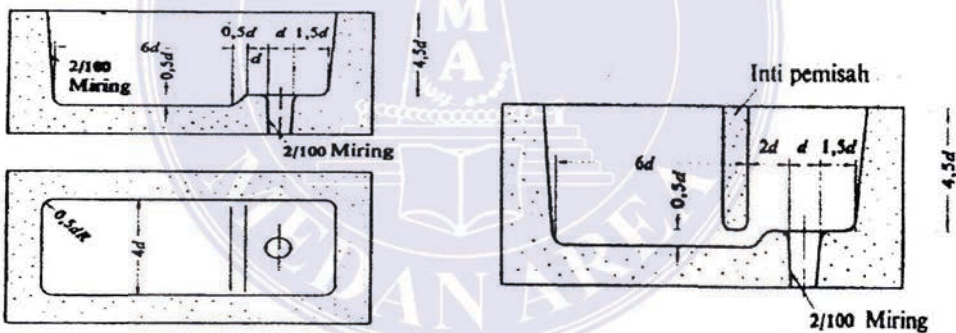
Gambar II. 35: Kotak inti penyapu dengan pelat-pelat muka.

2.2.4.3. Sistem Saluran Pengecoran. Adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Tiap bagian diberi nama, dari mulai cawang tuang dimana logam cair dituangkan dari ladle, sampai saluran masuk ke dalam rongga cetakan. Nama-nama itu ialah: cawang tuang, saluran turun, pengalir, saluran masuk, seperti yang dijelaskan dalam gambar berikut:



Gambar II. 36: Istilah-istilah sistem pengecoran.

a. **Cawan tuang.** Merupakan penerima yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Cawan tuang berbentuk corong atau cawan dengan konstruksi yang dapat menahan kotoran yang terbawa dalam logam cair. Cawan tuang tidak boleh terlalu dangkal, perbandingan antara: H tinggi logam cair dalam cawan tuang dan d diameter cawan, harganya terlalu kecil, umpamanya kurang dari 3 maka akan terjadi pusaran-pusaran dan timbulnya terak atau kotoran yang terapung pada permukaan logam cair. Jika terlalu dalam, penuangan menjadi sukar dan logam cair yang tersisa dalam cawan tuang akan terlalu banyak sehingga tidak ekonomis. Kedalaman cawan tuang berkisar 5-6 kali diameternya. Ada cawan tuang yang dilengkapi dengan inti pemisah.

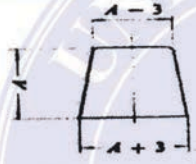
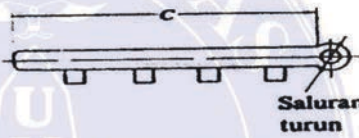


Gambar II. 37: Ukuran cawan tuang dan cawan tuang dengan inti pemisah.

b. **Saluran turun.** Adalah saluran yang pertama membawa cairan logam dari cawan tuang ke dalam pengalir dan saluran masuk. Dibuat lurus dan tegak dengan irisan berbentuk lingkaran. Ada yang irisannya dari atas sampai bawah untuk pengisian cepat dan lancar, atau mengecil dari atas sampai bawah untuk pengisian yang memerlukan penahan kotoran logam cair sebanyak mungkin.

c. **Pengalir.** Adalah saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian-bagian yang cocok pada cetakan. Irisan seperti trapesium atau setengah lingkaran, karena mudah dibuat pada permukaan pisah. Pengalir mempunyai luas permukaan yang kecil untuk satu irisan tertentu, sehingga lebih efektif untuk pendinginan yang lambat. Pengalir yang baik sebesar mungkin untuk melambatkan pendinginan logam. Ukuran yang cocok harus dipilih sesuai dengan panjangnya.

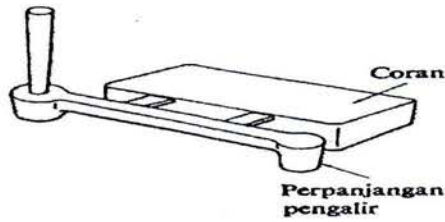
Tabel II. 2: Ukuran pengalir.

Potongan pengalir (A x A) mm	Panjang pengalir (C) mm
	
20 x 20	< 600
30 x 30	< 1.000
40 x 40	< 2.000
50 x 50	< 3.000

(Sumber: Tata Surdia. 1980: 67)

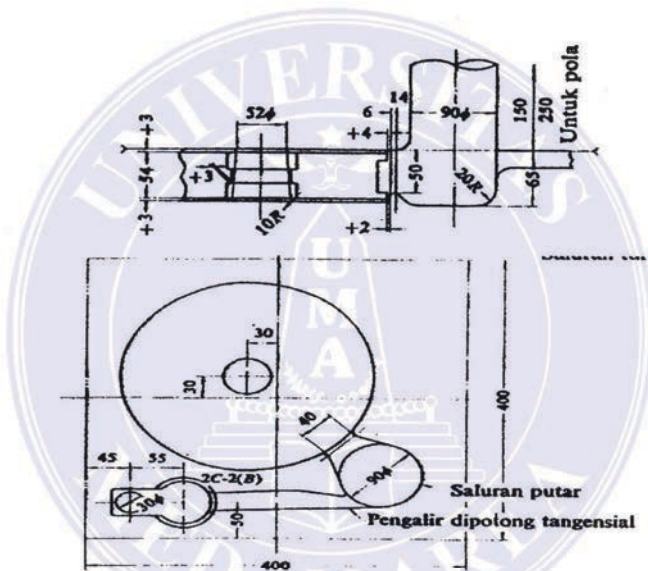
Logam cair dalam pengalir masih membawa kotoran yang terapung, terutama pada permulaan penuangan, sehingga harus dipertimbangkan untuk membuang kotoran logam cair tersebut. Ada beberapa cara untuk itu yaitu:

- 1). Perpanjang pemisah dibuat pada ujung saluran pengalir. Logam cair yang pertama masuk akan terkumpul di daerah ini bersama kotoran yang terbawa.



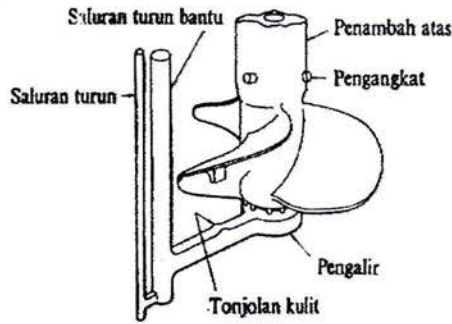
Gambar II. 38: Contoh perpanjangan pengalir (perangkap kotoran).

2). Membuat kolam putaran pada saluran masuk. Logam cair memasuki kolam secara tangensial dan berputar sehingga kotoran terkumpul di tengah kolam.



Gambar II. 39: Saluran masuk putar.

3). Saluran turun bantu. Logam cair yang pertama masuk bersama kotorannya akan terapung disini. saluran turun ini ditempatkan di tengah-tengah pengalir.



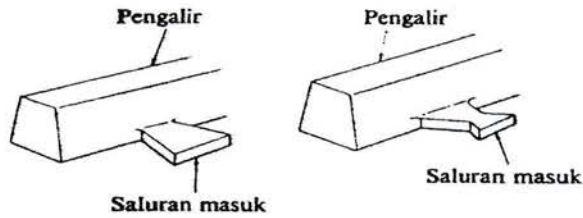
Gambar II. 40: Saluran turun bantu.

4). Penyaring. Kotoran akan ditahan di sini melalui inti penyaringan atau piring saringan dengan lubang-lubang kecil, yang sebaiknya terbuat dari keramik.



Gambar II. 41: Contoh penyaring cairan.

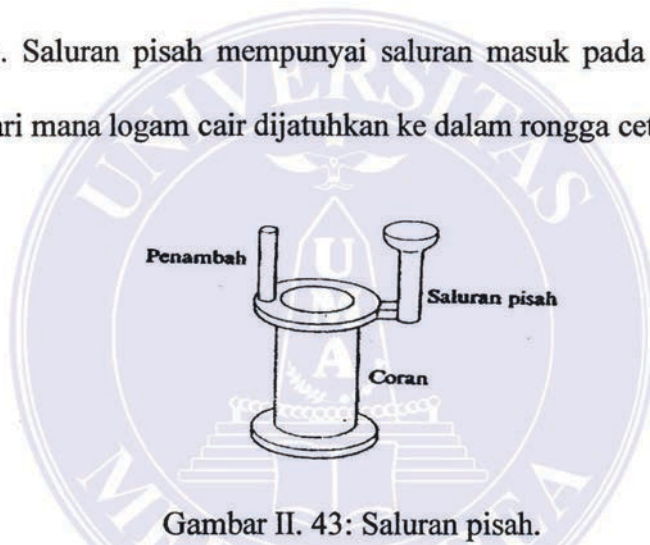
d. Saluran masuk. Adalah saluran yang mengisiskan logam cair dari pengalir ke dalam rongga cetakan. Saluran masuk dibuat dengan irisan terkecil dari pada irisan pengalir, agar dapat mencegah kotoran yang masuk ke dalam rongga cetakan. Bentuk irisan saluran masuk biasanya persegi empat, bujur sangkar, trapesium, segi tiga, dan setengah lingkaran yang membesar ke arah rongga cetakan untuk mencegah terkikisnya cetakan. Pada pembongkaran saluran masuk, irisan terkecil ini mudah diputuskan sehingga mencegah kerusakan pada coran.



Gambar II. 42: Bentuk saluran masuk.

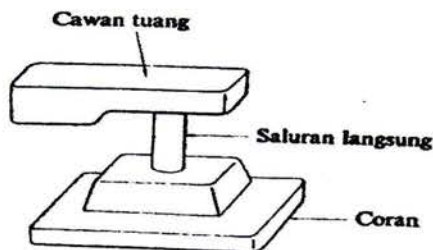
Berbagai macam saluran yang dipakai menurut bentuk coran. Ada saluran pisah, saluran langsung, saluran bawah, saluran pensil, saluran bertingkat, dan sebagainya.

- 1). Saluran pisah mempunyai saluran masuk pada permukaan pisah dari mana logam cair dijatuhkan ke dalam rongga cetakan.



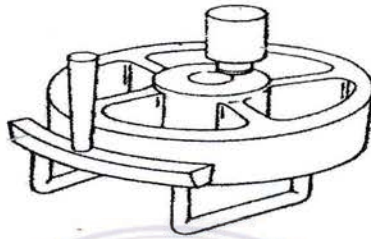
Gambar II. 43: Saluran pisah.

- 2). Saluran langsung adalah saluran tegak yang terbuka langsung pada bagian atas rongga. Logam cair yang jatuh ke dalam rongga akan mengganggu logam yang terdahulu dituang, sistem ini lebih ekonomis dan lazim, karena sistem ini mudah dibuat dan pendek.



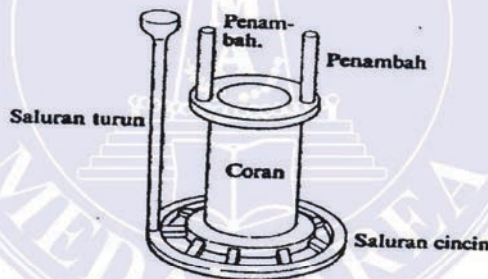
UNIVERSITAS MEDAN AREA Gambar II. 44: Saluran langsung.

3). Saluran bawah mempunyai saluran masuk pada bagian bawah dari rongga cetakan. Karena itu mempunyai saluran turun tegak yang panjang disambung dengan pengalir horozontal dan saluran masuk sering dibuat membengkok ke atas.



Gambar II. 45: Saluran bawah.

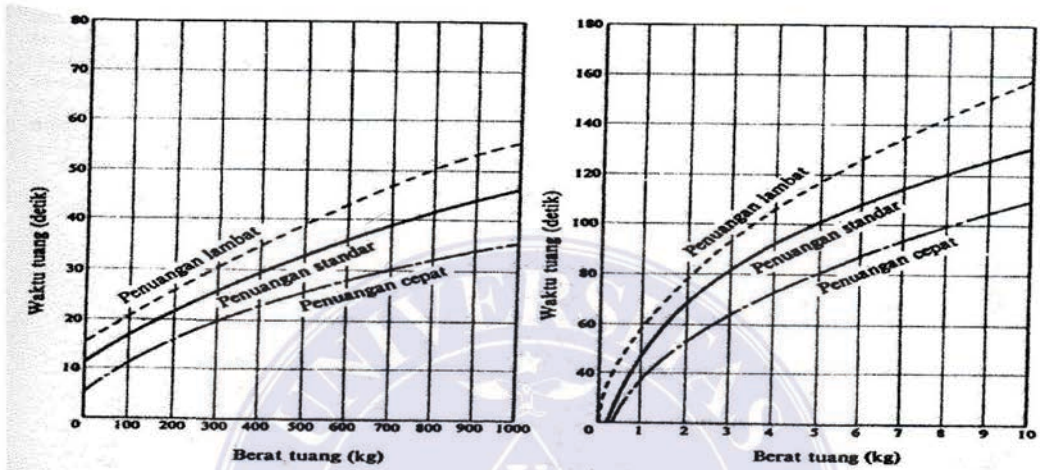
4). Saluran cincin adalah saluran yang mengelilingi rongga yang akan dicetak.



Gambar II. 46: Saluran cincin.

e. Sistem saluran untuk coran besi cor. Operator pembuat cetakan dalam banyak hal menentukan sistem saluran untuk pengecoran secara empiris, sedangkan dibanyak pabrik pengecoran menentukan dan membuat sistem saluran sebagai bagian dari pola dan menyerahkan kepada operator pembuat cetakan, setidaknya-tidaknya, macam tempat dan ukuran dari sistem saluran ditentukan menurut bentuk dan tebal coran serta waktu penuangan dan aliran logam.

Cara berikut ini dipergunakan untuk menentukan sistem saluran dari coran besi: 1). Tentukan waktu tuang T sesuai dengan jumlah berat dari logam cair yang dituang W , dengan mempergunakan diagram empiris atau daftar.



Gambar II. 47: Diagram laju penuangan.

2). Tentukan volume penuangan Q persatuan waktu dari jumlah berat yang dituang W , waktu tuang T , dan berat jenis logam γ .

$$\frac{W}{T\gamma} = Q = v \cdot a$$

3). Volume tuang Q persatuan waktu ialah perkalian dari luas irisan saluran masuk a dan kecepatan rata-rata dari logam v , sehingga a ditentukan dari v . Dan v dihitung dari tinggi saluran turun h dengan:

$$v = C \sqrt{2gh}$$

dimana g gravitasi bumi 980 cm/detik^2 dan C adalah koefisien aliran yaitu $0,5-0,6$ untuk saluran yang rumit dan $0,9-1,0$ untuk saluran sederhana. Kalau saluran masuk lebih dari dua, luas irisan a dibagi

oleh banyaknya saluran masuk. Ukuran saluran masuk ditentukan sesuai dengan luas irisan.

Ukuran saluran turun dan pengalir ditentukan dari jumlah luas irisan saluran masuk. Untuk besi cor biasanya ditentukan dari: luas irisan saluran turun > luas irisan pengalir > luas irisan masuk. Perbandingan dari ketiga jenis ini diambil 1 : 0,9 : 0,8 atau 1 : 0,75 : 0,5. Tetapi saluran bawah mempunyai saluran masuk yang lebih besar, dan dalam hal ini diambil 1 : 1,1 : 1,2 atau 1 : 1,25 : 1,5. Dalam perhitungan sistem pengisian, dalam hal ini saluran masuk disubstitusikan oleh luas saluran turun untuk menentukan ukuran saluran turun, pengalir, dan saluran masuk. Tetapi perhitungan ini sukar. Cara termudah mempergunakan ukuran standar, dimana hanya perlu memilih salah satu harga cocok. Daftar di bawah ini adalah salah satu contoh dari saluran turun yang lebih dari saluran masuk.

Tabel II. 3: Contoh ukuran dari saluran turun, pengalir, dan saluran masuk untuk besi cor.

Berat Coran (kg)	Diameter saluran turun (mm)	Ukuran pengalir		Ukuran saluran masuk			
		Pengalir tunggal	Pengalir berganda	Saluran masuk tunggal	Saluran masuk berganda	Saluran masuk tiga	Saluran masuk empat
50-100	30	20 × 20	15 × 15	90 × 6	45 × 6	30 × 6	25 × 6
100-200	35	30 × 30	22 × 22	100 × 7	50 × 7	35 × 7	25 × 7
200-400	40	35 × 35	25 × 25	—	60 × 8	40 × 8	30 × 8
400-800	50	40 × 40	30 × 30	—	75 × 10	50 × 10	40 × 10
800-1.000	60	50 × 50	35 × 35	—	90 × 12	60 × 12	45 × 12
1.600-3.200	75	60 × 60	45 × 45	—	—	70 × 15	60 × 15

(Sumber: Tata Surdia. 1980: 72)

Banyak pengalir atau saluran masuk ditentukan menurut bentuk dari coran. Logam cair harus dituang ke dalam rongga serata mungkin

UNIVERSITAS MEDAN AREA yang sesingkat mungkin dari saluran turun. Arah dari

dibuat lebih besar dari luas saluran pengalir, untuk menjamin mudahnya aliran logam cair masuk ke dalam cetakan, yaitu:

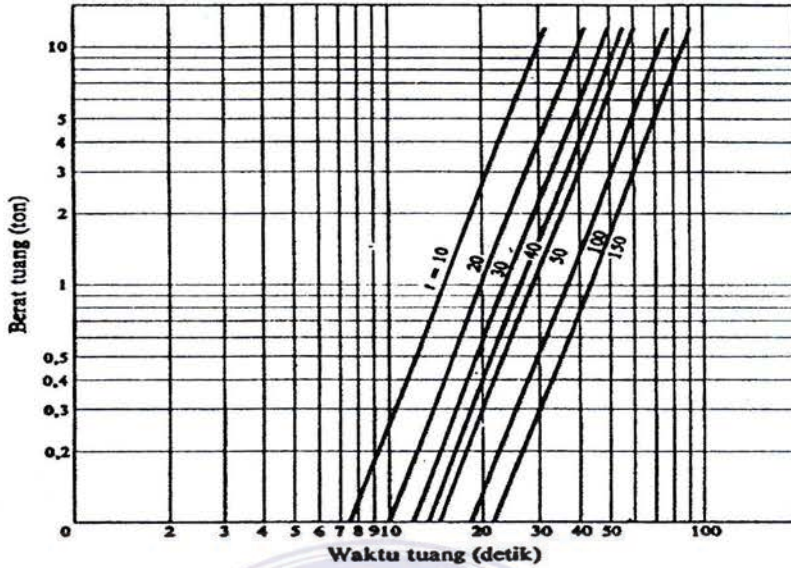
$$\text{Luas saluran turun} = (1,4-1,5) \times \text{luas nozzle}$$

$$\text{Luas saluran turun} : \text{luas pengalir} : \text{luas saluran masuk} = 1 : (1,5-2) : (2-4)$$

Sistem saluran turun yang memakai bahan tahan panas, bumbung samot atau pipa tanah, dan keramik bertujuan untuk mencegah terkikisnya butiran-butiran pasir pada permukaan saluran yang biasa terbawa masuk ke dalam rongga cetakan yang mengakibatkan coran rusak.

g. Sistem saluran bukan besi. Paduan bukan besi cenderung untuk menyebabkan terjadinya terak, kristal kasar, dan segregasi karena sifatnya. Oleh karena itu, dalam pembuatan sistem saluran perlu mempertimbangkan sifat-sifat paduan, dan memakai sistem saluran yang cocok untuk itu. Jenis dasar dari sistem saluran untuk paduan bukan besi adalah saluran penambah, saluran bawah, saluran pensil, saluran cabang, dan sebagainya.

h. Saluran penambah. Adalah suatu wadah yang berfungsi untuk memberikan suplaian cairan metal pada suatu produk, untuk mencegah terjadinya porositas susut pada produk. Banyaknya penambah ditentukan dengan mengingat di mana penambah masih efektif ialah rasio 8 kali tebal di tempat itu.



Gambar II. 50: Hubungan antara waktu tuang untuk baja cor.

$$H_1 = 1,5 D_2 \sim 2D_2$$

$$W_1 = 0,5 D_2$$

$$W_2 = 0,8 D_2$$

$$A = 0,5 D_2 \text{ (bentuk batang)}$$

$$A = 0,8 t \text{ (pelat)}$$

$$H_2 = 1,5 A$$

$$R_1 = D_2$$

Jumlah saluran dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$n \approx \frac{l}{8 \times t \text{ (atau } t')}$$

dimana n = jumlah saluran masuk

l = panjang coran

t = jumlah saluran $a_1 = n \cdot W_2 \cdot A$

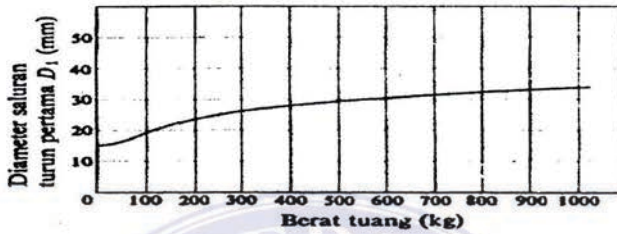
perbandingan dari luas saluran turun dengan luas pengalir dan saluran masuk adalah:

pengalir $h = \sqrt{\frac{a_2}{0,8}}$

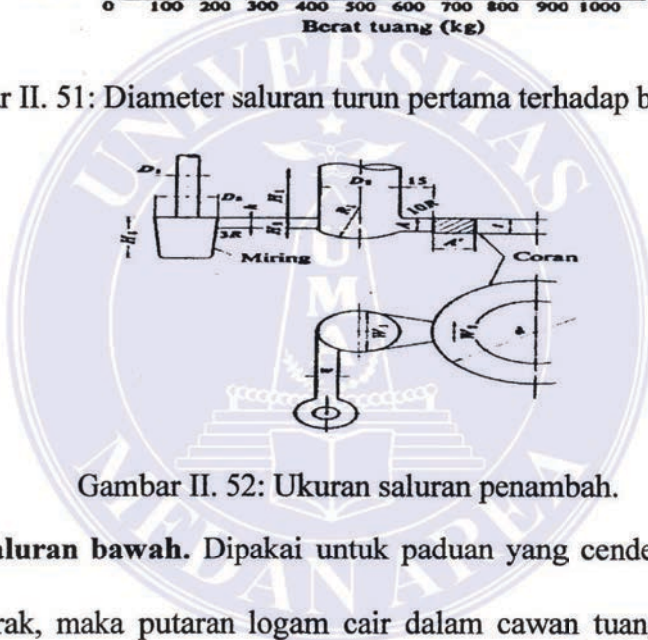
$w = 0,8 h$

$a_2 = h \cdot w$

saluran turun $D_1 = \sqrt{\frac{4a_2}{\pi}}$



Gambar II. 51: Diameter saluran turun pertama terhadap berat tuang.



Gambar II. 52: Ukuran saluran penambah.

- i. **Saluran bawah.** Dipakai untuk paduan yang cenderung membentuk terak, maka putaran logam cair dalam cawan tuang harus dihindari dengan catatan bahwa logam cair akan masuk ke dalam rongga cetakan tanpa pengurangan kecepatan. Perbandingan luas saluran turun dengan pengalir dan saluran masuk ditentukan adalah 1 : 4 : 4 untuk menjamin pembagian aliran logam. Sedangkan perhitungan ukuran-ukuran lainnya dilakukan setelah menghitung berat coran sebagai berikut:

$$D_2 = 2,5 D_1$$

$$H_2 \geq 75 \text{ mm}$$

$$D_3 = 3 D_1$$

$$D_4 = < \frac{1}{2} T \text{ dan } D_4 \geq 8$$

$$H_4 = 4 D_4$$

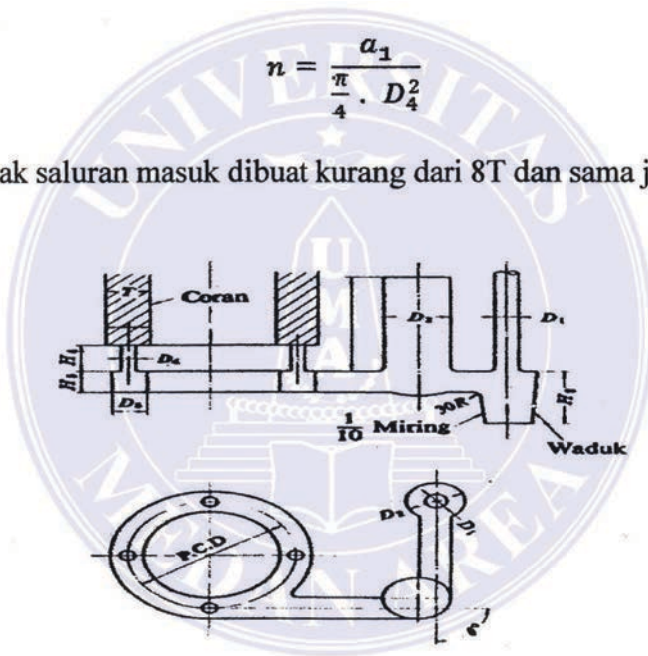
Lebar D_5 dan tinggi saluran pengalir H_5 dari saluran pengalir,

$$D_5 = \sqrt{\frac{a_2}{1,2}}, H_5 = 1,2 D_5$$

Banyaknya saluran masuk (n)

$$n = \frac{a_1}{\frac{\pi}{4} \cdot D_4^2}$$

jarak saluran masuk dibuat kurang dari $8T$ dan sama jarak.



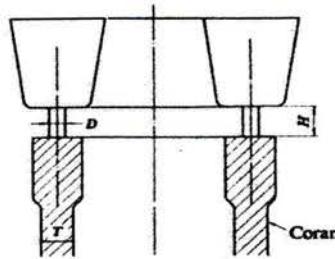
Gambar II. 53: Ukuran saluran bawah.

j. Saluran pensil. Saluran pensil paling efektif untuk mencegah terjadinya rongga yang penyusutannya dan agar menuang logam cair dalam rongga secara merata. Tetapi dalam hal ini, logam dituang dari atas cetakan sehingga logam cair terganggu dan cenderung teroksidasi. Saluran pensil tidak cocok untuk kuningan atau alumunium. Saluran pensil diperlukan usaha mencegah terjadinya

menyebabkan logam cair pada permukaan cetakan dan inti serta

mencegah putaran. Ukuran saluran pensil ditentukan oleh rumus berikut:

$$D < 0,5 T \quad H = 4D$$



Gambar II. 54: Ukuran saluran pensil.

Setelah penentuan diameter saluran pensil dengan rumus di atas, berat tuang dihitung dan banyaknya saluran ditentukan dari daftar.

Tabel II. 4: Hubungan antara jumlah dan diameter dari saluran pensil dan berat tuang.

Berat tuang W (kg)	Diameter & jumlah saluran pensil							
	8	10	12	14	16	18	20	22
20 < W ≤ 50	5	3	2					
50 < W ≤ 75	6	4	3	2				
75 < W ≤ 100	8	5	3	2	2			
100 < W ≤ 125	8	5	4	3	2	2		
125 < W ≤ 150	10	6	4	3	2	2	2	
150 < W ≤ 200	11	7	5	4	3	2	2	2
200 < W ≤ 300	16	10	7	5	4	3	3	2
300 < W ≤ 450	18	11	7	6	5	3	3	2
450 < W ≤ 600	20	13	9	7	5	4	3	3
600 < W ≤ 800	24	15	11	8	6	5	4	3
800 < W ≤ 1.000	25	16	11	9	6	5	4	3
1.000 < W ≤ 1.500	31	21	14	11	8	6	5	4
1.500 < W ≤ 2.000	38	24	16	12	9	7	6	5

(Sumber: Tata Surdia. 1980: 77)

k. Saluran cabang. Saluran cabang dipergunakan untuk coran berbentuk rumit sedangkan penambahan samping tidak mungkin dipergunakan karena bentuk coran yang tidak memungkinkan. Pertama-tama ditentukan laju penuangan dan dari perincian sistem saluran bisa ditentukan. Laju penuangan diusahakan cukup baik untuk mencegah

aliran turbulen, inklusi pasir yang terbuka, salah alir, dan sumbat

dingin, dan menjamin distribusi temperatur, sehingga didapat coran yang baik tanpa retak karena panas atau deformasi.

Pengalir dan saluran masuk dihitung sebagai berikut: luas saluran turun (a_3) : luas pengalir (a_2) : luas saluran masuk (a_1) = 1 : 2 : 2, berdasarkan atas harga-harga tersebut. Dan dibandingkan dengan

$$\text{Pengalir : } W_2 = \sqrt{a_2} \quad H_2 = W_2$$

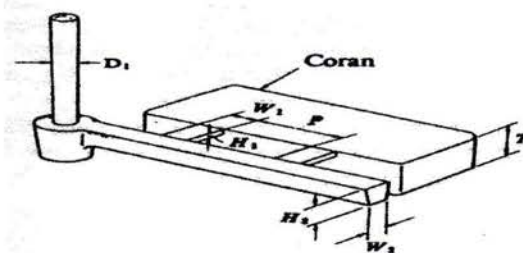
Irisan pengalir dibuat trapesium, demikian juga dalam hal besi cor. Lebar (W_1) dan tinggi (H_1) dari saluran masuk ditentukan sebagai berikut:

$$H_1 < 0,5 H_2 \quad W_1 > 2 H_1$$

Tabel II. 5: Diameter saluran turun dari saluran cabang dan berat tuangan.

Berat tuang	Luas saluran turun a_3	diameter saluran turun	Berat tuang	Luas saluran turun a_3	diameter saluran turun
≤ 10 kg	130 mm ²	13 mm	300 – 350 kg	1.200 mm ²	39 mm
10 – 20	240	19	350 – 400	1.200	39
20 – 30	370	22	400 – 450	1.270	40
30 – 40	430	24	450 – 500	1.360	42
40 – 50	480	25	500 – 600	1.460	43
50 – 75	580	27	600 – 700	1.620	45
75–100	700	30	700 – 800	1.710	47
100–125	770	31	800 – 900	1.840	48
125–150	830	33	900–1.000	1.910	49
150–175	920	34	1.000–1.250	2.170	52
175–200	1.030	36	1.250–1.500	2.410	55
200–250	1.180	39	1.500–2.000	2.810	60
250–300	1.200	39			

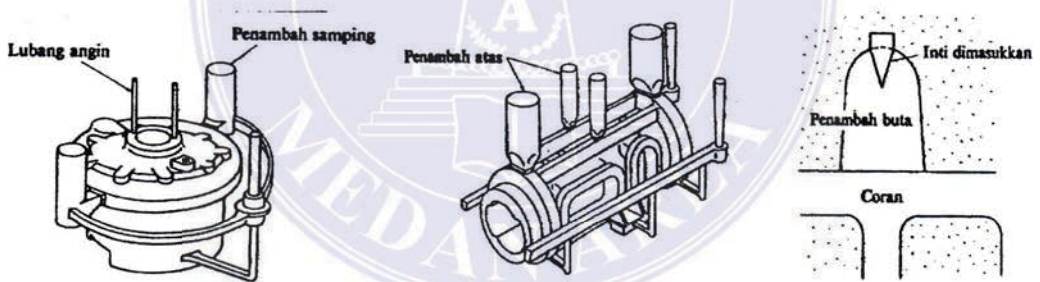
(Sumber: Tata Surdia. 1980: 78)



UNIVERSITAS MEDAN AREA. 55: Ukuran dan bentuk saluran cabang.

l. Penambah. Penambah memberi logam cair yang mengimbangi penyusutan dalam pembekuan dari coran, sehingga harus membeku lebih lambat dari coran. Kalau penambah terlalu besar, maka persentase terpakai akan dikurangi dan kalau penambahan terlalu kecil, akan terjadi rongga penyusutan. Karena itu penambah harus mempunyai ukuran yang cocok.

Penambah digolongkan menjadi dua macam: penambah samping dan penambah atas. Penambah samping dipakai disamping coran, dan dihubungkan dengan saluran turun dan pengalir, penambah macam ini sangat cocok dipakai untuk coran ukuran kecil dan menengah. Penambah atas dipasang di atas coran yang biasanya berbentuk silinder atau mempunyai ukuran besar.



Gambar II. 56: Contoh penambah samping, penambah atas, dan penambah buta.

Penambah yang terbuka ke udara disebut penambah terbuka, sedangkan penambah yang dekat pada bagian atasnya yang biasanya berbentuk setengah bola disebut penambah buta.

m. Penambah untuk besi cor. Penyusutan untuk besi cor dalam pembekuan lebih kecil dari pada penyusutan baja cor dan paduan bukan besi. Peranan penambah di sini ialah memberikan logam cair ke

bagian yang menyusut karena pembekuan untuk mencegah terbentuknya rongga-rongga penyusutan.

Umumnya besi cor mempunyai koefisien penyusutan sebagai berikut:

- a) Besi cor dengan kekuatan tarik lebih dari 35 kgf/mm², penyusutan 5 %.
- b) Besi cor dengan kekuatan tarik lebih dari 30 kgf/mm², penyusutan 3 %.
- c) Besi cor dengan kekuatan tarik lebih dari 25 kgf/mm², penyusutan 2 %.
- d) Besi cor dengan kekuatan tarik lebih dari 20 kgf/mm², penyusutan 0-1 %.

Berapa besar penambahan diperlukan untuk mengimbangi penyusutan di atas. Berat penambah tidak seluruhnya berfungsi sebagai penambah sebab logam cair menyentuh permukaan cetakan atau udara luar yang membekunya karena penurunan temperatur yang cepat. Ini berarti bahwa kalau jumlah berat penambah 100 kg, maka penambah di samping yang berfungsi sebagai penambah adalah seberat 30-40 kg dan kalau penambah atas adalah 30 sampai 35 kg.

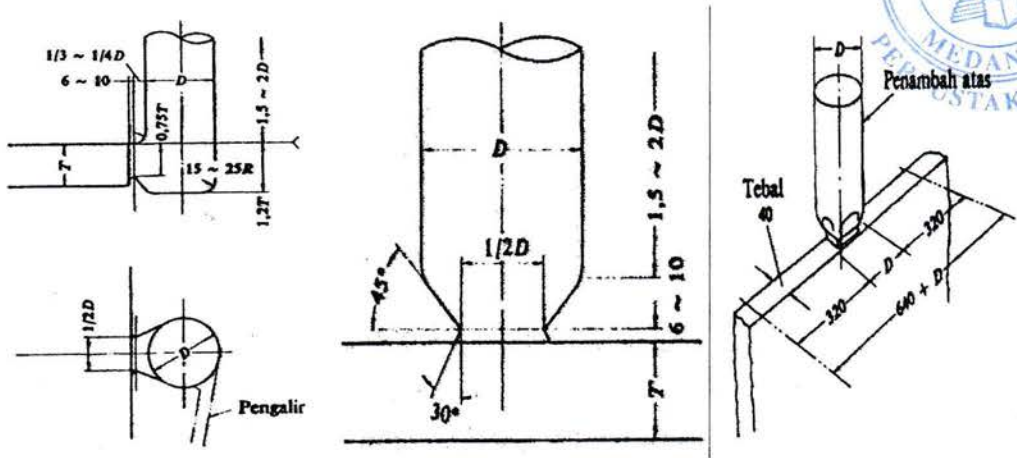
Penambah sebaiknya dibuat berbentuk selinder mengingat pengaruhnya dan mudah pembuatannya. Diameter selinder ditentukan oleh tebal coran. Kalau ukuran diameter ditentukan, maka ukurannya dapat ditentukan untuk tiap-tiap bagian.

Tabel II. 6: Penentuan diameter penambah.

Macam penambah	Bahan	Besi kelabu (%)	Besi cor liat (%)
Penambah atas		30-35	20-25
Penambah samping		35-40	25-30

Kekuatan tarik bahan	Diameter Macam	D	
		Penambah samping	Penambah atas
20-25 kg/mm ²		T + 30	T + 40
lebih besar dari 30 kg/mm ²		T + 40	T + 50

T: Tebal bagian coran di bawah penambah

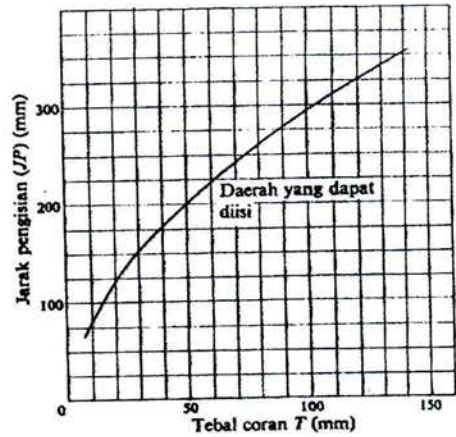


Gambar II. 57: Ukuran penambah samping dan penambah atas.

Kalau ukuran dan bentuk penambah sudah ditentukan, maka daerah efektif dari penambah harus dipertimbangkan umumnya radius daerah efektifnya dapat diperhitungkan 8 kali tebal coran. Yaitu tebal coran di bawah penambah. Kalau tebal coran 40 mm, maka daerah pengisian adalah dalam radius 320 mm dari ujung permukaan penambah.

n. Penambah untuk coran baja. Baja cor mempunyai titik cair yang tinggi dan koefisien penyusutan yang sangat besar, di samping pembekuannya terjadi dalam waktu pendek dan berbeda dengan besi cor, sehingga irisan penambah untuk baja cor harus besar. Penambah harus ditempatkan di atas saluran masuk pada tempat yang tertinggi dari coran dan di atas bagian yang paling tebal dari coran, dan selanjutnya pada pembongkaran ia harus mudah dipisah. Bentuk selinder adalah bentuk yang biasa dipakai.

Macam	Contoh-contoh
Penambah atas	
Penambah samping	
Penambah buta atas	
Penambah buta samping	



Gambar II. 58: Macam-macam penambah. Gambar II. 59: Hubungan antara tebal coran (T) dan jarak isi dari penambah (JP).

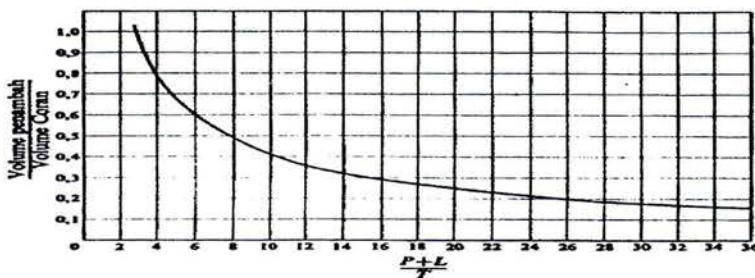
Karena tempat dan bentuk penambah ditentukan, maka banyaknya penambah ditentukan oleh rumus berikut:

$$\text{Banyaknya penambah} = \frac{\text{jumlah panjang bagian dimana penambah harus disediakan (mm)}}{2 \times \text{jarak pengisian penambah (JP) (mm)}}$$

Dimana pemecah dibulatkan menjadi satuan. Karena tempat, bentuk, dan ukuran penambah telah ditentukan maka ukuran tiap bagian harus ditentukan. Maka:

$$\frac{\text{Volume penambah}}{\text{Volume coran}}$$

Ditentukan dimana $(P + L)/T$ disebut faktor bentuk, P panjang coran, L lebar coran, dan T tebal bagian dimana penambah harus dipasang.



UNIVERSITAS MEDAN AREA Gambar II. 60: Kurva Pellini.

Bentuk penambah ditentukan, selalu dibuat bentuk silinder. Dalam hal dimana penambah tidak dapat dipasang sesuai dengan perhitungan, karena bentuk rangka cetakan atau coran, maka akan terjadi kekurangan pengisian antara penambah, untuk itu penambah dibuat bentuk elips dimana jari-jari kecilnya sama dengan diameter asal dan jari-jari lebarnya dibuat secukupnya pada arah dari bagian yang tidak dapat diisi untuk menjamin pengaruh penambah.

Tinggi penambah (H) ditentukan oleh rumus di bawah ini, sedangkan dalam hal dipergunakan selubung eksoterm atau isolasi, diameter penambah (D) mungkin sama dengan (H).

Tinggi penambah $H = (1,5 \pm 0,2) \times D$... Penambah berbentuk silinder.

Tinggi penambah $H = (2,0 \pm 0,2) \times \text{jari-jari}$... Penambah berbentuk elips.

o. Penambah untuk coran bukan besi. Coran bukan besi umumnya mempunyai penyusutan besar pada waktu pembekuan. Oleh karena itu logam cair harus diisikan ke dalam rongga di antara butir-butir kristal pada waktu pembekuan. Terutama untuk paduan tembaga yang mengandung logam dengan titik beku yang bermacam-macam, sehingga berbeda dengan pengecoran besi, dalam hal ini sukar sekali untuk menentukan sistem pengisian. Banyak cara untuk menentukannya ditentukan menurut perusahaan dan tidak dapat distandarkan.

Tabel II. 7: Daerah efektif dari penambah.

Bahan	Daftar efektif (T : tebal)	Keterangan
Baja cor	4,5T	
Besi cor liat	6-6,5T	PELLINI
Besi kelabu	8T	
Brons	6T	20-40 (Tebal)
Brons	10T	dengan cil
Kuningan	5,5T	
Brons Aluminium	5-6T	
Aluminium	6T	

Tabel II. 8: Jenis penambah untuk coran bukan besi.

	Penambah samping	Penambah atas
Brons	<p>Pengalir $\phi = r \times (2,5 \times 3)$</p>	<p>$\phi = r \times 3$</p>
Brons Mangan	<p>$\phi = r \times 3,5$</p>	<p>$\phi = r \times 4$</p>
Brons Pospor	<p>$\phi = r \times 3$</p>	<p>$T = r \times (3 - 3,5)$</p>
Paduan Aluminium	<p>$\phi = r \times 3,5$</p>	<p>$\phi = r \times 3,5$</p>

(Sumber: Tata Surdia. 1980: 83-84)

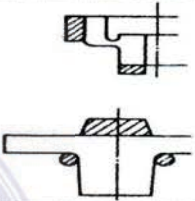
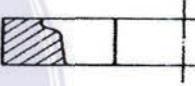
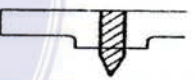
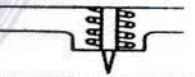
p. Cil. Adalah benda (terutama logam) yang diletakkan di bagian cetakan untuk mendinginkan coran dengan cepat. Cil dibagi dalam tiga macam, yaitu: cil luar, cetakan dalam, dan cil dalam. Cil dipasang pada bagian coran yang paling tebal atau yang tidak dapat diisi oleh logam cair dari penambah yang berfungsi untuk mendinginkan coran dari luar.

q. Cil untuk besi cor. Besi cor mempunyai rongga penyusutan yang kurang dibandingkan dengan coran bukan besi, maka cil tidak banyak

UNIVERSITAS MEDAN AREA **dipakai untuk besi cor. Tetapi cil banyak dipakai untuk besi cor liat**

yang banyak diproduksi. Cil untuk coran besi berfungsi untuk mencegah rongga penyusutan setempat, dengan mempercepat pembekuan dan pendinginan dari bagian yang tebal sehingga bagian yang tebal itu membeku pada waktu yang sama dengan bagian yang tipis. Penggunaan cil dijelaskan.

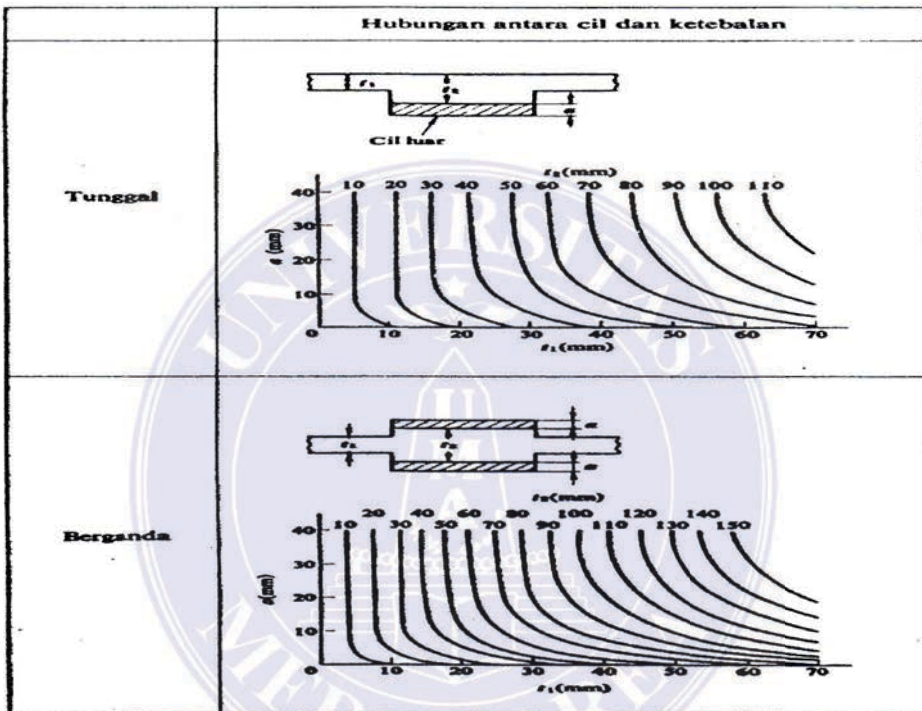
Tabel II. 9: Penggunaan cil.

Macam	Penggunaan	Ilustrasi	
Cil	Cil pelat diletakkan pada permukaan rata, cil berupa balok dan batang bulat diletakkan pada pertemuan atau di sudut untuk membuat laju pembekuan yang seragam, atau untuk memperbaiki kekerasan.		
Cetakan logam.	Cetakan utama atau sebagian dari cetakan dibuat dari logam untuk mendinginkan seluruh coran secara cepat untuk memperbaiki kekerasan.		
Cil dalam	Jarum atau batang cil	Batang bulat dimasukkan ke dalam bagian coran yang tebal dikelilingi logam untuk membuat laju pembekuan yang seragam.	
	Lilitan cil	Lilitan dibuat dari batang bulat dimasukkan ke bagian coran yang tebal untuk membuat laju pembekuan yang seragam.	

(Sumber: Tata Surdia. 1980: 85)

r. Cil untuk coran baja.Guna utama dari cil pada coran baja ialah membuat baik bagian yang tidak dapat diisi logam cair dari penambah. Biasanya dipakai cil dalam dan cil luar sesuai dengan perbedaan berikut: 1) Coran yang sebagian tebal ... cil dalam dan cil luar. 2) Coran yang sebagian tebal dimana ketebalan maksimum lebih besar dari dua kali tebal minimum ... cil dalam. 3) Untuk mencegah rongga penyusutan pada pertemuan ... cil dalam dan cil luar. 4) Untuk mencegah retak pada pertemuan ... cil luar.

Menunjukkan bagaimana menentukan ukuran cil luar. Bahan untuk cil berbeda-beda sesuai dengan kegunaannya. Coran baja dan batangan bulat dari baja lunak dipakai untuk cil luar, dan batang bulat baja lunak dipakai untuk batangan cil pada bagian pertemuan dan cil dalam.



Gambar II. 61: Hubungan antara cil dengan ketebalan.

Coran paduan bukan besi digolongkan menjadi beberapa macam, umpamanya, paduan timah seperti brons, paduan seng seperti kuningan, paduan timah-timbal seperti brons-timbal, paduan alumunium, dan lain-lain. Kegunaan cil juga berubah menurut bahan coran: 1) Untuk bahan brons, daerah temperatur pembekuannya lebar, dan pengisian logam cair ke dalam rongga-rongga antara dendrit. Untuk mencegah cacat, struktur harus terdiri dari butiran-butiran

berbentuk batang yang kasar. Guna dari cil dalam hal ini untuk

membentuk buturan-butiran tersebut. 2) Untuk coran brons fosfor dan brons timbal, cil dipakai untuk mencegah segregasi dari fosfor dan timbal, dan untuk mencegah rongga-rongga penyusutan seperti pada coran brons. 3) Untuk coran kuningan dan kuningan berkekuatan tinggi atau brons alumunium, mereka mempunyai koefisien penyusutan yang tinggi. Oleh karena itu, cil dipakai untuk memperbaiki presentasi terpakai dan untuk mencegah memburuknya sifat-sifat mekanis disebabkan oleh waktu pembekuan yang lama. 4) Untuk coran paduan alumunium, gunanya cil adalah menghaluskan struktur pada permukaan yang dikerjakan dengan mesin serta mencegah terjadinya rongga-rongga penyusutan.

Walaupun cara umum sukar untuk dipilih dari percobaan tersebut mempunyai bentuk tertentu. Oleh karena itu, untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang sangat fatal maka dipakai harga minimum dari hasil percobaan tersebut. Rumus berikut untuk menentukan ukuran dan tebal dari cil.

Penentuan tebal untuk cil luar dan cetakan logam:

$$T = a \cdot t$$

T = tebal cil luar atau cetakan logam (mm).

t = tebal coran dimana cil harus ditempatkan.

a = konstanta yang tergantung pada bahan coran. Dimana $T \leq 50$ mm
dibolehkan.

Daerah efektif dari cil luar:

Tabel II. 11: Penggunaan cil.

Macam	Penggunaan
Cil luar	Untuk bagian yang tak dapat diisi dengan ketebalan berbeda. Untuk permukaan coran yang harus dicil. Untuk irisan yang sangat tebal (lebih dari 250 mm) dalam hal dimana diperkirakan terjadi penurunan sifat-sifat mekanis.
Cil dalam	batang cil Untuk bos yang dibor kemudian, kalau cil luar tak dapat dipakai. $T\phi = (1/4-1/5)r$
	Lilitan cil Untuk bagian dimana penggunaan lilitan adalah efektif. $T = (0,04-0,08) \times \text{volume bagian yang tebal.}$

(Sumber: Tata Surdia. 1980: 89)

Jumlah ulangan pemakaian cil sampai batas lelehnya adalah salah satu faktor yang penting. Kalau dipakai berulang-ulang kulitnya sering meleleh karena panas, terjadi distorsi atau retak-retak halus. Penggunaan cil yang telah rusak memberikan pengaruh yang tidak diinginkan pada coran, sehingga pemakaian ulang dari cil harus dicek.

2.2.4.4. Pasir Cetak. Pasir yang tidak memenuhi persyaratan sebagai pasir cetak akan mengakibatkan cacat pada benda tuangan, misalnya keropos dan permukaan produk yang tidak rata. Pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut: 1) Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok. Cetakan yang dihasilkan harus kuat sehingga tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair pada waktu dituang ke dalam cetakan. Tahan terhadap temperatur kamar dan temperatur panas. 2) Permeabilitas yang cocok. Hal ini sangat penting untuk menghindari cacat seperti rongga penyusutan, gelembung gas yaitu kekasaran permukaan, kecuali jika udara atau gas yang terjadi dalam cetakan, waktu

UNIVERSITAS MEDAN AREA akan melalui rongga-rongga diantara butir-butir pasir

keluar dari cetakan dengan kecepatan yang cocok. 3) Distribusi besar pada pasir yang tepat. Hal ini penting untuk mendapatkan permukaan coran, dibuat di dalam cetakan yang berbutir halus akan tetapi kalau butirannya terlalu halus maka gas dapat terhalang untuk keluar dari cetakan sehingga menimbulkan cacat yaitu dalam bentuk gelembung udara. 4) Tahan pada temperatur logam yang dituang. Karena butir pasir dengan bahan pengikatnya harus mempunyai derajat tahan panas yang tertentu pada saat logam cair dituangkan ke dalam cetakan. 5) Komposisi yang cocok. Agar pasir dapat bersentuhan dengan baik pada logam yang dituang dimana akibat peristiwa kimia dan fisika, karena logam cair memiliki temperatur yang tinggi kemungkinan dapat menimbulkan gas atau larutan dalam logam yang tidak diinginkan. 6) Dapat digunakan kembali. Untuk beberapa kali pengecoran dengan kondisi yang baik disamping harganya yang relatif murah.

a. Macam –macam pasir cetak. Pasir cetak yang umum digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, serta silika. Ada yang langsung digunakan karena sudah mengandung kadar lempung yang sudah cocok setara bersifat adhesi dan ada sebagian harus diberi bahan pengikat tambahan barulah dapat dipergunakan untuk membuat cetakan.

Pasir gunung, umumnya digali dari lapisan tua. Mengandung lempung dan kebanyakan dapat dipergunakan setelah dicampur dengan air dan diberi bahan pengikat tambahan.

Pasir pantai, banyak diambil dari pantai serta pasir kali dalam beberapa hal didapat dari gunung dalam keadaan alamiah dan mengandung berbagai kotoran seperti mika, feldspar, dan ikatan organik.

Pasir pantai, pasir kali, dan pasir silika tidak dapat melekat dengan sendirinya. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan pengikat butiran pasir satu sama lain dan baru dipakai setelah proses pencampuran. Susunan pasir cetak untuk memperoleh hasil tuangan yang baik sudah semestinya dilakukan karena susunan dari pasir cetak harus diperhatikan.

Bentuk butiran pasir dapat digolongkan menjadi beberapa jenis seperti yang ditunjukkan berikut:



Gambar II. 62: Bentuk butiran dari pasir cetak.

Butiran pasir bulat sangat baik untuk pasir cetak karena membutuhkan jumlah bahan pengikat yang relatif kecil, butiran kristal kurang baik sebab akan menjadi butiran kecil pada percampuran serta memberikan ketahanan api yang buruk pada cetakan kemudian memerlukan bahan pengikat yang lebih banyak. Sedangkan besar butiran yang diinginkan adalah dua pertiga dari butiran pasir yang mempunyai ukuran tiga mesh berurutan, dan sisanya dari ukuran mesh berikutnya.

b. Tanah lempung. Terdiri dari kaordinat, ilit, dan monmorilpnit juga kuarsa, feldsfar, mika, dan kotoran-kotoran lainnya. Kalau ditambah air, akan menjadi lekat dan jika lebih banyak air akan menjadi seperti pasta. Kalau lempung kehilangan kadar airnya, sifat lekatnya menjadi berkurang. Ukuran butiran-butiran tanah lempung adalah sekitar 0,005 mm sampai 0,002 mm.

Untuk coran yang besar dan cetakan pasir kering, dipakai pasir silika yang telah dicampur tanah lempung yang mempunyai derajat tahan api tinggi. Kadang-kadang dibutuhkan bentonit, yaitu satu jenis dari tanah lempung. Bentonit terdiri dari butiran-butiran halus dari 10 sampai 0,0 μ yang fasa penyusunan utamanya adalah ialah menmorilonit ($Al_2O_2 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$).

c. Pengikat lain. Inti sering dibuat dari pasir yang dibubuhi minyak pengering nabati 1,5-3,0 %, seperti minyak biji rami (linseed oil), minyak kedele, atau minyak biji kol, dan dipanggang pada temperatur 200 sampai 250 $^{\circ}C$, minyak-minyak ini sering disebut inti pasir minyak, tidak menyerap air dan mudah ambruk pada waktu pembongkaran. Tetapi pasir dengan hanya dibubuhi minyak saja kekuatannya belum cukup, sehingga perlu dibubuhi sedikit bentonit dan kanji supaya mudah dibentuk dan diolah meskipun pada temperatur tinggi.

d. Tambahan lain. Bubuk arang, tepung ter, jelaga kokas, atau tepung grafit dibubuhi kira-kira 1 % kepada pasir cetak agar permukaan coran menjadi halus, pembongkaran mudah, dan dalam beberapa hal

mencegah permukaan kasar. Kelebihan tambahan akan menyebabkan cacat karena gas yang terbentuk. Karena itu penting untuk menggunakannya dalam jumlah yang cocok.

e. Sifat-sifat pasir cetak.

1) Sifat-sifat pasir cetak basah. Pasir cetak dengan tanah lempung atau bentonit sebagai pengikat menunjukkan berbagai sifat sesuai dengan kadar air. Karena kadar air adalah faktor yang sangat penting dalam untuk pasir cetak, sehingga pengaturan kadar air sangat penting. Kadar tanah lempung dibuat tetap maksimum dan kadar air ditambah, maka kekuatan berangsur-angsur bertambah sampai titik maksimal dan seterusnya menurun. Titik maksimum dari kekuatan dan permeabilitas adalah keadaan dimana butiran-butiran pasir dikelilingi oleh ketebalan tertentu dari campuran lempung dan air. Dengan kelebihan kadar air, kekuatan dan permeabilitas akan menurun karena ruang antara butiran-butiran pasir ditempati oleh lempung yang berlebihan air. Air yang kurang menurunkan kekuatan karena kurang lekatnya lempung.

2) Sifat penguatan oleh udara. Sifat-sifat cetak yang berubah selama antara pembuatan cetakan dan penuangan disebut sifat penguatan oleh udara. Umumnya hal ini disebabkan oleh pergerakan air dalam cetakan dan penguatan air permukaan cetakan. Hal ini akan meningkatkan kekerasan permukaan cetakan. Derajat kenaikan kekerasan tergantung kepada sifat campuran pasir, derajat

pemadatan, atau keadaan sekeliling cetakan (temperatur udara luar, kelembaban, dan seterusnya).

3) Sifat-sifat kering. Pasir dengan pengikat lempung yang dikeringkan mempunyai permeabilitas dan kekuatan yang meningkat dibandingkan dengan dalam keadaan basah, karena air bebas dan air yang menghisap permukaan butiran tanah lempung dihilangkan. Faktor yang memberikan pengaruh sangat besar pada sifat-sifat kering adalah kadar air sebelum pengeringan. Kekuatan tekan kering yang rendah cenderung menyebabkan cacat terpotong, sedangkan kekuatan tekan yang berlebihan membuat pembongkaran yang susah.

4) Sifat-sifat panas. Cetakan mengalami temperatur yang tinggi dan tekanan tinggi dari logam cair pada waktu penuangan. Sehingga kekuatan panas, pemuaihan panas, dan sebagainya harus diketahui selamanya.

Satu blok pasir cetak pada suatu keadaan permukaan memuai dengan cepat dan selanjutnya perlahan-lahan mencapai harga maksimum. Volume maksimum ini menjadi lebih besar kalau temperatur lebih tinggi. Pasir dengan butiran-butiran halus membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai volume maksimum. Pemuaihan panas berubah sesuai dengan jenis pasir cetak. Pasir pantai dan pasir gunung mempunyai pemuaihan panas yang lebih kecil dibandingkan pasir silika, sedangkan pasir olivine dan pasir zirkon yang mempunyai pemuaihan panas yang sangat kecil.

Cetakan harus tahan terhadap tekanan dari aliran logam cair dalam keadaan panas. Kekuatan ini berubah menurut keadaan dan kira-kira setinggi-tingginya hanya 30 kg/cm^2 untuk besi cor dan baja cor. Sebenarnya yang diinginkan harga yang lebih besar dibandingkan harga tersebut bagi coran yang besar dan coran pasir kering. Kekuatan panas berubah-ubah sesuai dengan pasir cetak yang dipengaruhi dengan adanya kadar tanah lempung, distribusi besar butir, dan berat jenis. Pasir dengan besar butir yang tidak seragam dapat dipadatkan sehingga mempunyai berat jenis yang tinggi, mempunyai permukaan sentuh yang luas dengan butiran-butiran tetangganya dan mempunyai kekuatan panas yang tinggi.

- 5) **Sifat-sifat sisa.** Sifat-sifat cetakan yang dibutuhkan ketika coran diambil dari cetakan disebut sifat sisa. Untuk pembongkaran, perlu mempunyai sifat mampu ambruk yang baik. Sifat mampu ambruk dari pasir cetak adalah berarti cetakan dengan mudah dapat rontok dan pasir cetak dengan mudah dapat disingkirkan dari permukaan coran.

Pasir cetak tentu saja harus tahan api, hal ini dapat diperbaiki dan penetrasi logam dari cetakan bisa dicegah dengan: 1) Menambah sedikit bahan seperti ter, kokas, atau serbuk batu bara pada permukaan pasir yang berhubungan langsung dengan logam. 2) Dengan melapisi cetakan setelah pattern diangkat ditaburi bedak (kapur prancis), atau dengan menyemprotkan, atau disapu dengan

plumbago (grafit) atau zirkon dalam bentuk liquid suspensional (benda lembut di dalam benda cair).

Bahan-bahan ini sering digunakan untuk maksud-maksud lain yang berbeda dan satu efek penting adalah gas yang ditimbulkan akan mencegah kontak langsung antara logam dan pasir dengan pembentukan suatu bantal dan meninggalkan permukaan yang lebih bersih.

e. Pengujian pasir cetak.

- 1) **Pengujian kadar air.** Pengujian kadar air yaitu dengan menimbang pasir cetak 50 gram kemudian dikeringkan pada alat pengering sampai temperatur 100°C dalam waktu lebih kurang 1 jam, kemudian didinginkan dan baru ditimbang kembali dimana perbedaan kedua harga tersebut adalah kadar air bebas. Hal ini sangat penting dilakukan karena daya ikat bahan pengikat dapat dipengaruhi oleh besarnya kadar air yang dikandung pasir cetak.



Gambar II. 63: Alat penguji kadar air pasir.

- 2) **Pengujian permeabilitas.** Ruang bebas antara butir-butir pasir adalah sangat perlu untuk cetakan agar gas dari cetakan dapat

melepaskan diri selama waktu penuangan. Dengan membuat

spesimen standar maka harga permeabilitas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = Q \cdot L / p \cdot A \cdot T$$

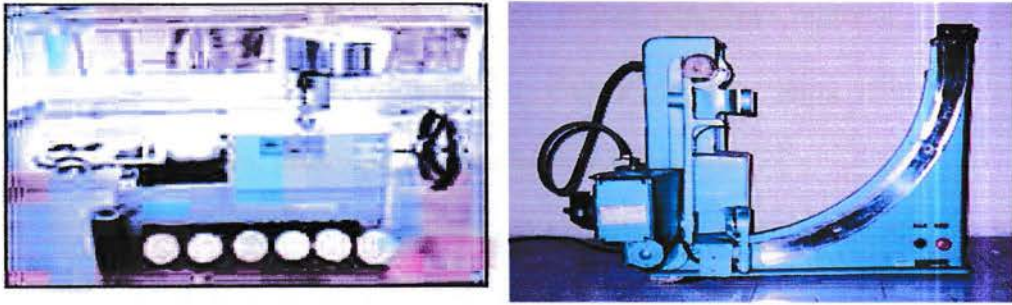
Dimana: P = Permeabilitas.
 Q = Volume udara yang lewat spesimen
 L = Panjang spesimen.
 A = Luas permukaan spesimen.
 p = Tekanan udara.
 T = Waktu yang diperlukan.

Permeabilitas ini sangat erat hubungannya dengan keadaan permukaan coran, permeabilitas yang kecil menyebabkan kulit coran halus dan gelembung – gelembung udara, sedangkan permeabilitas yang besar akan menyebabkan kulit yang kasar serta penetrasi.



Gambar II. 64: Alat penguji permeabilitas pasir.

3) Pengujian kekuatan. Terutama kekuatan tekan karena kekuatan yang tidak cukup dapat menyebabkan mudah pecahnya cetakan, sedangkan kekuatan yang berlebihan akan mencegah penyusutan coran sehingga retak-retak dan penyulutan pembonkaran.



Gambar II. 65: Alat penguji kekuatan pasir.

Jumlah kadar lempung yang ada pada pasir dapat mempengaruhi kekuatan cetakan, kadar lempung yang sedikit bisa menurunkan kekuatan cetakan, sedangkan kadar lempung yang berlebihan bisa menyebabkan memburuknya permeabilitas serta gumpalan butiran pasir dan cetakan sukar dibongkar.

Besar butiran pasir untuk pengecoran logam umumnya berkisar 0,1-2,0 mm sedangkan besar butiran antara 0,1-0,4 pada umumnya selalu dianjurkan penggunaannya. Karena butiran pasir sangat menentukan kehalusan permukaan hasil coran serta proses pengeluaran gas dari dalam rongga cetakan saat logam cair dimasukkan.

Untuk menentukan nomor kehalusan butiran pasir cetak adalah dengan persamaan sebagai berikut:

$$NKB = \sum W_n \cdot S_n / \sum W_n$$

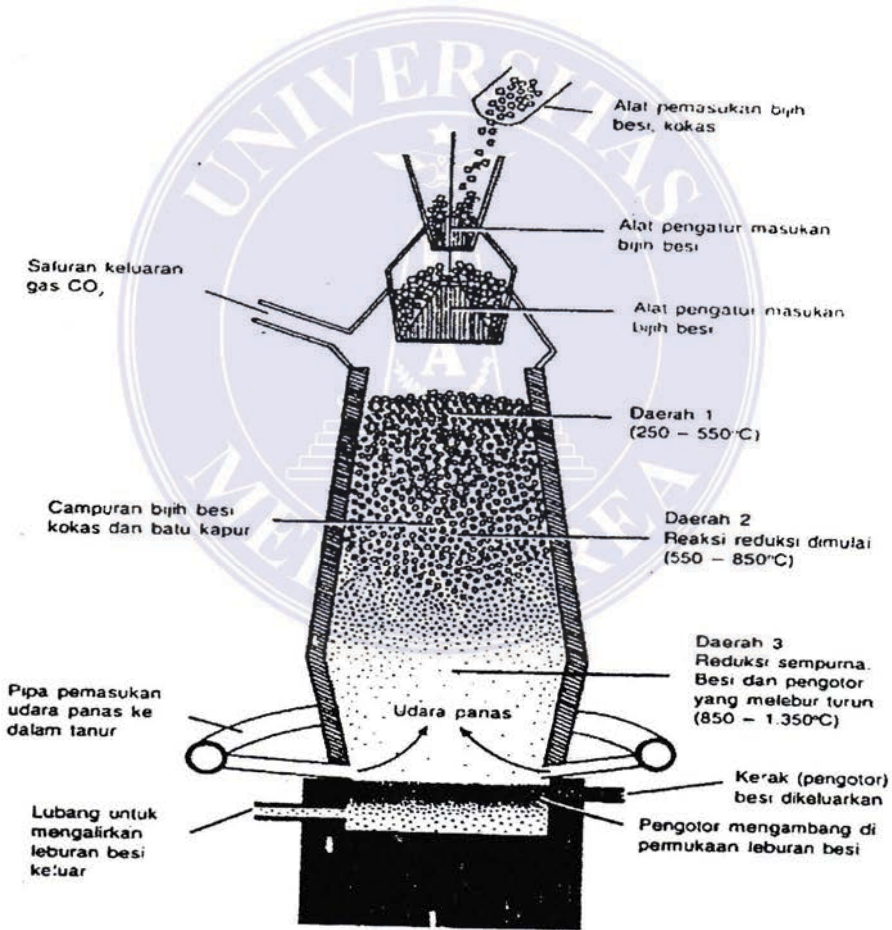
dimana: W_n = Berat pasir dari tiap ayakan.

S_n = Hasil faktor pengkali.

NKB = Nomor kehalusan pasir.

2.2.4.5. Proses Peleburan. Adalah suatu proses pencairan material yang akan diolah, kemudian dituang ke dalam cetakan yang telah dicetak sebelumnya. Proses peleburan tersebut antara lain:

a. Proses Dapur Kupola. Dapur peleburan biji besi yang menghasilkan besi kasar berkadar karbon antara 2-3%. Kupola tersebut dari baja yang berbentuk silinder yang tegak lurus di dalamnya dilapisi dengan batu tahan api. Alat pelebur atau pencair bijih besi model seperti ini disebut dapur tradisional atau kuno.



Gambar II. 66: Dapur Kupola.

b. Proses Konvertor. Terdiri dari satu tabung yang berbentuk bulat lonjong dengan menghadap ke samping. Sistem kerja dapur adalah sebagai berikut: a) Dipanaskan dengan kokas sampai $\pm 1500^{\circ}\text{C}$. b)

Dimiringkan untuk memasukkan bahan baku baja. ($\pm 1/8$ dari volume konverter). c) Kembali ditegakkan. d) Udara dengan tekanan 1,5-2 atm dihembuskan dari kompresor. e) Setelah 20-25 menit konverter dijungkirkan untuk mengelaurkan hasilnya.

c. Proses Bassemmer (Asam). Lapisan bagian dalam terbuat dari batu tahan api yang mengandung kwarsa asam atau oksid asam (SiO_2), Bahan yang diolah besi kasar kelabu cair, CaO tidak ditambahkan sebab dapat bereaksi dengan SiO_2 , $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaSiO}_3$.

d. Proses Thomas (Basa). Lapisan dinding bagian dalam terbuat dari batu tahan api bisa atau dolomit [kalsium karbonat dan magnesium ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$)], besi yang diolah besi kasar putih yang mengandung P antara 1,7-2 %, Mn 1-2 % dan Si 0,6-0,8 %. Setelah unsur Mn dan Si terbakar, P membentuk oksida fosfor (P_2O_5), untuk mengeluarkan besi cair ditambahkan zat kapur (CaO),



e. Proses Siemens Martin. Menggunakan sistem regenerator (± 3000 $^{\circ}\text{C}$.) fungsi dari regenerator adalah: a) Memanaskan gas dan udara atau menambah temperatur dapur. b) Sebagai Fundamen/ landasan dapur. c) Menghemat pemakaian tempat.

Bisa digunakan baik besi kelabu maupun putih, besi kelabu dinding dalamnya dilapisi batu silika (SiO_2), besi putih dilapisi dengan batu dolomit (40 % $\text{MgCO}_3 + 60$ % CaCO_3).

f. Proses Basic Oxygen Furnace. Proses yang dilakukan antara lain: a) Logam cair dimasukkan ke ruang baker (dimiringkan lalu ditegakkan).

b) Oksigen (± 1000) ditiupkan lewat *Oxygen Lance* ke ruang bakar dengan kecepatan tinggi. (55 m^3 ($99,5 \% \text{O}_2$) tiap satu ton muatan) dengan tekanan 1400 kN/m^2 . c) Ditambahkan bubuk kapur (CaO) untuk menurunkan kadar P dan S.

Keuntungan dari BOF adalah: a) BOF menggunakan O_2 murni tanpa Nitrogen. b) Proses hanya lebih-kurang 50 menit. c) Tidak perlu tuyer di bagian bawah. c) Phosphor dan Sulfur dapat terusir dulu dari pada karbon. d) Biaya operasi murah.

g. Proses Dapur Listrik. Tanur induksi bekerja dengan prinsip transformator dengan kumparan primer dialiri arus AC dari sumber tenaga dan kumparan sekunder. Kumparan sekunder yang diletakkan di dalam medan magnet kumparan primer akan menghasilkan arus induksi. Berbeda dengan transformator, kumparan sekunder digantikan oleh bahan baku peleburan serta dirancang sedemikian rupa agar arus induksi tersebut berubah menjadi panas yang sanggup mencairkannya.



Gambar II. 67: Dapur Induksi.

Berikut frekuensi yang digunakan dapur listrik untuk melebur bahan baku:

Tabel II. 12: Frekuensi tanur induksi sesuai dengan bahan baku yang akan dilebur.

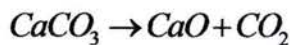
Bahan Baku	K	Frekuensi Kerja [Hz]						
		50	500	1000	2000	3000	4000	10000
Baja dan Besi Cor	0.48	237	75	53	38	31	27	17
Aluminium	0.22	111	35	25	18	14	12	8
Tembaga	0.2	101	32	23	16	13	11	7
Kuningan	0.27	136	43	30	22	18	15	10
Ferromangan	0.48	237	75	53	dalam mm			
Ferrochrom	0.48	237	75	53				

(Sumber: ASTM Handbook)

Keuntungan: a) Mudah mencapai temperatur tinggi dalam waktu singkat. b) Temperatur dapat diatur. c) Efisiensi termis dapur tinggi. d) Cairan besi terlindungi dari kotoran dan pengaruh lingkungan sehingga kualitasnya baik. e) Kerugian akibat penguapan sangat kecil.

h. Proses Dapur Kopel. Mengolah besi kasar kelabu dan besi bekas menjadi baja atau besi tuang. Dengan proses kerja sebagai berikut: a) Pemanasan pendahuluan agar bebas dari uap cair. b) Bahan bakar (arang kayu dan kokas) dinyalakan selama ±15 jam. c) Kokas dan udara dihembuskan dengan kecepatan rendah hingga kokas mencapai 700-800 mm dari dasar tungku. d) Besi kasar dan baja bekas kira-kira 10-15 % ton/jam dimasukkan. e) 15 menit baja cair dikeluarkan dari lubang pengeluaran.

Untuk membentuk terak dan menurunkan kadar P dan S ditambahkan batu kapur (CaCO₃) dan akan terurai menjadi:



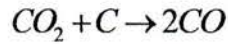
CO₂ akan bereaksi dengan karbon:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (repository.uma.ac.id)28/12/23



Gas CO yang dikeluarkan melalui cerobong, panasnya dapat dimanfaatkan untuk pembangkit mesin-mesin lain.

i. Proses Dapur Cawan. Proses kerja dapur cawan dimulai dengan memasukkan baja bekas dan besi kasar dalam cawan, kemudian dapur ditutup rapat. Kemudian dimasukkan gas-gas panas yang memanaskan sekeliling cawan dan muatan dalam cawan akan mencair. Baja cair tersebut siap dituang untuk dijadikan baja-baja istimewa dengan menambahkan unsur-unsur paduan yang diperlukan.

2.2.4.6. Proses akhir (*finishing*). Menurut Tata Surdia (2000), proses pengerjaan akhir dibagi menjadi dua macam, pertama penyingkiran pasir cetak dan pasir inti sebanyak mungkin dari coran dan dari cetakan dan kedua adalah proses pemahatan untuk menyingkirkan sirip-sirip dan pasir yang masih melekat pada coran.

a. Menyingkirkan pasir dari Rangka Cetak. Setelah cetakan mengeras, pasir disingkirkan dari rangka cetak, hal ini dilakukan agar produk yang akan dihasilkan dengan cetakan tersebut nantinya tidak mengandung pasir. Karena apabila menandung pasir dapat mempercepat keausan pahat potong dalam proses permesinan dan lain-lain.

1) Memisahkan coran dari cetakan. Proses pengambilan coran dari cetakan adalah berbeda-beda tergantung pada macam dan cara pembuatan cetakan.

2) Alat-alat penyingkir pasir dan pembersih permukaan coran.

Seperti yang kita ketahui bahwa perlu dibersihkannya pasir dari coran dan cetakan, maka disini kita akan membahas beberapa alat penyingkir pasir dan pembersih permukaan coran karena ada beberapa macam cara membersihkan tergantung dari keadaan bagaimana pasir itu melekat di coran atau cetakan.

a) Mesin pembongkar. Mesin ini disebut mesin pembongkar,

yaitu mesin untuk menyingkirkan pasir dari cetakan dengan mempergunakan peralatan yang bergetar. Cetakan diletakkan di atas meja getar yang mempunyai ayakan, getaran diteruskan ke pasir dan coran melalui rangka cetak sehingga pasir pecah-pecah dan jatuh melalui ayakan. Pasir yang jatuh di kumpulkan oleh *conveyor* ban dan alat lainnya, sehingga hanya coran saja yang ditinggal di atas meja getar.

b) Mesin pemukul inti. Cara kerja mesin pemukul inti adalah

coran dipegang pada kedua sisinya dengan silinder udara atau sebangsanya dan pasir inti digetarkan untuk bisa disingkirkan. Mesin pemukul inti ini dipakai dalam keadaan kalau pasir sukar dipecahkan seperti pada inti dengan minyak pengikat atau cetakan mengeras sendiri, atau dalam keadaan kalau menyingkirkannya sukar seperti pasir inti dalam selubung air atau blok silinder.

c) Semprotan air. Pada cara ini, pertama coran diletakkan di atas

meja putar dalam ruang tertutup atau kabinet, dan pengaturan

dilakukan dari tempat operasi di luar kabinet sambil melihat melalui lubang, pasir disingkirkan dengan mempergunakan semprotan air bertekanan tinggi sekitar 150 kg/cm^2 dengan senapan penyemprot. Penyemprot dapat digerakkan secara tegak dan mendatar sementara tempat operasi bergerak, demikian juga sudut senapan penyemprot dapat diatur bebas sehingga pasir dari bagian luar dan bagian dalam coran dapat disingkirkan.

b. Penempatan pasir yang disingkirkan. Pasir yang disingkirkan dari coran, *kup* dan *drag* mempunyai temperatur tinggi, lagi pula pada pasir itu terbawa antara lain kisi inti, sirip coran, tumpahan logam cair yang telah membeku, kadang-kadang saluran turun, saluran masuk dan panambah, sehingga pasir harus dibawa kembali ke *hoper* pasir setelah campuran itu dikumpulkan semuanya. Logam yang tercampur dapat dipisahkan dengan mempergunakan drum penarik *conveyor* sebagai pemisah secara magnetik. Tetapi untuk bagian-bagian yang besar, lebih sukar terpisah dari pasir. Pasir cetak sangat berbeda dengan pasir inti sehingga perlu memisahkan kedua jenis pasir ini dengan mempergunakan dua alat yang berbeda atau menyediakan dua *conveyor* pengumpul terpisah menjadi dua.

c. Penyelesaian (pemahatan untuk menyingkirkan sirip-sirip dan pasir yang masih melekat pada coran). Penyelesaian atau *finishing* merupakan proses penyelesaian akhir dari suatu proses pengecoran. Tujuan dari proses *finishing* adalah untuk mendapatkan produk dengan kualitas hampir sempurna. Pembersihan benda cor dapat

dilakukan dengan berbagai cara bergantung pada ukuran, jenis dan bentuknya.

d. Penyingkiran saluran turun dan penambah. Cara-cara yang dipergunakan untuk memisahkan saluran turun dan penambah, sesuai dengan ukuran coran, kualitas bahan dan rencana pengecoran:

- 1) **Pematahan.** Cara pematahan biasa dilakukan pada besi cor maupun tempa. Ada dua hal untuk cara ini, yaitu pemecahan dilakukan oleh tenaga orang dan oleh tenaga mekanik seperti menggetarkan, membentur atau mengepres.
- 2) **Pemotongan dengan gas.** Dilaksanakan untuk memisahkan saluran turun dan penambah dari coran baja.
- 3) **Pemotongan dengan busur listrik.** Dilaksanakan jika pemotongan dengan gas sukar dilakukan terutama pada baja paduan tinggi.
- 4) **Pemotongan secara mekanik.** Terutama dipakai untuk coran paduan tembaga atau coran paduan ringan. Pemotongan cara ini kurang baik dibandingkan dengan pemotongan dengan gas mengingat kecepatan potongnya.

e. Penyelesaian. Palu pemahat banyak dipakai untuk keperluan memotong bagian dari sirip, saluran turun dan penambah. Akan tetapi alat ini menimbulkan bising dan menyebabkan pekerja menjadi cepat lelah sehingga alat ini kemudian diganti.

1. Palu pemahat. Pahat yang dipasang pada palu *pneumatik* dapat dipakai sebagai palu pemahat, yang biasanya mempergunakan tekanan udara sekitar 5 sampai 7 kgf/cm². Perlu diusahakan untuk

mengurangi pemakaian alat tersebut, tetapi tidak ada cara lain untuk menghilangkan sirip di bagian dalam coran, sehingga dalam hal ini palu pemahat dipakai secara umum pada banyak pabrik pengecoran.

2. Penggerindaan. Tanpa membedakan coran bagian dalam atau coran bagian luar, sirip-sirip, bagian yang tak terpakai dan yang terbakar dibuang dengan mempergunakan batu gerinda. Batu gerinda dipakai menurut kualitas bahan dari coran.
3. Pencungkilan dengan gas. Pada pekerjaan penyelesaian baja cor dipergunakan pencungkil busur listrik atau pencungkil nyala api. Cara kerjanya yaitu meniupkan udara pada logam, dengan tekanan 5 sampai 7 kgf/cm² sejajar dengan elektroda karbon. Selain udara tekan dipergunakan juga oksigen untuk meniup, tetapi jenis ini memberikan pengaruh oksidasi yang kuat. Kedua cara tersebut memungkinkan untuk membuang satu lapisan tipis yang tebalnya tetap, dan dekat pada permukaan logam, serta memberikan bekas pengerjaan yang halus pada permukaan.

f. Inspeksi (pemeriksaan produk coran). Adalah pemeriksaan terhadap produk coran untuk mengetahui ada tidaknya cacat pada produk coran tersebut. Karena potensi terjadinya cacat pada coran cukup tinggi, maka inspeksi terhadap produk coran perlu dilakukan.

- 1) **Tujuan inspeksi atau pemeriksaan coran.** Seperti yang kita ketahui, dalam proses pengecoran banyak kemungkinan untuk terjadinya cacat. Oleh karena itu, inspeksi atau pemeriksaan

terhadap produk coran perlu dilakukan. Inspeksi atau pemeriksaan coran mempunyai tujuan-tujuan sebagai berikut:

- a) **Memelihara kualitas.** Kualitas dan baiknya produk coran harus dijamin dengan jalan memisahkan produk yang gagal.
 - b) **Penekanan biaya dengan mengetahui lebih dulu produk yang cacat.** Dalam pemeriksaan penerimaan bahan baku dan bahan yang diproses sejak dari pembuatan cetakan sampai selesai, produk yang cacat harus diketahui seawal mungkin agar dapat menekan biaya pekerjaan.
 - c) **Penyempurnaan teknik.** Menurut data kualitas yang didapat dari pemeriksaan dan percobaan, menyisihkan produk yang cacat dapat dilakukan lebih awal dan selanjutnya tingkat kualitas dapat dipelihara dengan memeriksa data tersebut secara kolektif, sehingga kualitas dan teknik pembuatan dapat disempurnakan.
- 2) Jenis-jenis pemeriksaan.** Dalam pemeriksaan produk coran ada beberapa penggolongan yang dilakukan untuk mempermudah dalam pelaksanaannya. Pemeriksaan produk coran biasanya digolongkan dan dilaksanakan sebagai berikut:
- a) **Pemeriksaan rupa.** Dalam pemeriksaan ini yang diteliti adalah: ketidakteraturan, inklusi, retakan dan sebagainya yang terdapat pada permukaan, demikian juga pada setiap produk diteliti produk yang tidak memenuhi ukuran (standar pemeriksaan ukuran).

b) Pemeriksaan cacat dalam (Pemeriksaan tak merusak).

Dalam pemeriksaan ini diteliti adanya cacat-cacat dalam seperti: rongga udara, rongga penyusutan, inklusi, retakan dan sebagainya yang ada di dalam produk coran tanpa mematahkannya.

Metode dalam pemeriksaan cacat yang tidak merusak ada beberapa macam (*non destructive test*), metode ini dilakukan agar produk yang akan kita periksa tidak rusak. Hal itu dilakukan bisa karena biaya produksi yang mahal, atau karena *constrain-constrain* lainnya. Macam-macam pemeriksaan cacat yang tidak merusak antara lain: a) Pemeriksaan ketukan. b) Pemeriksaan penetrasi (*dye-penetrant*). c) Pemeriksaan *magnafluks (magnetic-particle)*. d) Pemeriksaan *supersonic (ultrasonic)*. d) Pemeriksaan radiografi (*radiography*).

c) Pemeriksaan bahan. Dalam pemeriksaan ini ketidakteraturan bahan diteliti. Demikian juga halnya dengan komponen, struktur mikro, dan sifat-sifat mekanik diperiksa sesuai dengan setiap cara pengujian yang telah ditetapkan.

Komisi pengecoran international telah membuat penggolongan cacat-cacat coran dan dibagi menjadi 9 kelas, yaitu: a) Ekor tikus tak menentukan atau kekerasan yang meluas. b) Lubang-lubang. c) Retakan. d) Permukaan kasar. e) Salah alir. f) Kesalahan ukuran. g) Inklusi dan struktur tak seragam. h) Deformasi. i) Cacat-cacat tak nampak.

d) Pemeriksaan dengan merusak. Pemeriksaan dengan merusak dilakukan dengan cara mematahkan atau memotong produk untuk memastikan keadaan dan kualitas produk, hal ini terutama penting sebagai cara pemeriksaan tak langsung yang dilakukan bersama pemeriksaan. Pemeriksaan material adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh material tersebut. Dan untuk mengetahui tiap-tiap karakteristik ada masing-masing pengujian yang bisa dilakukan, antara lain: a) Pengujian kekerasan (menggunakan metoda *Brinell, Rockwell, Vickers, dan Shore*). b) Pengujian tarik. c) Pengujian analisa kimia (spektrometri, EDS). d) Pengujian struktur mikro dan struktur makro.

Pemeriksaan kualitas dilakukan sesuai dengan penetapan yang dibuat sebelumnya mengenai ukuran dan jumlah contoh, sedangkan pemeriksaan kecacatan produk dilakukan setiap kali apabila diperlukan.

Berkenaan dengan penilaian produk cacat yang diteliti, penerimaan dan penolakannya dalam penggunaan dan nilai barang dalam rupa, dipakai sebagai patokan penilaian.

Bagi produk yang penilaiannya sukar karena ada pada batas antara diterima dan ditolak, maka hal ini harus diyakinkan dengan pengujian benda palsu atau pengujian dalam penggunaan. Pemeriksaan harus dilakukan sedemikian sehingga dari pemeriksaan tersebut diperoleh keyakinan. Kalau

pemeriksaan tersebut tidak sempurna, standar pemeriksaan dari kualitas dapat ditentukan tanpa keyakinan, maka mungkin saja suatu produk cacat diterima karena salah pertimbangan. Dalam hal pertama ditinjau dari segi biaya tidak menguntungkan sedangkan hal kedua bisa menyebabkan kehilangan kepercayaan pada perusahaan.

Sebagai hasil dari pemeriksaan produk mengenai: macam cacat, bentuk, tempat yang diteliti, keadaan produk dan lain-lainnya harus dicatat secara tepat, selanjutnya bagi produk yang lulus pemeriksaan, tingkat kualitasnya harus dicatat dengan jalan yang sama, dan hasil pencatatan tersebut harus diberikan sebagai umpan balik pada bagian perencanaan teknik. Bagian perencanaan teknik mengadakan pengaturan kualitas menurut data tersebut dan dilaksanakan untuk pencegahan cacat-cacat. Adalah penting untuk memelihara dan menyempurnakan data tersebut agar selalu dapat menyiapkan standar pemeriksaan yang lebih sempurna. Pemeriksaan penerimaan dari bahan baku dan bahan yang diproses adalah salah satu pemeriksaan utama yang mungkin banyak kerusakan terjadi karena kecerobohan dalam penerimaan tersebut. Oleh karena itu pemeriksaan penerimaan harus dilakukan secara ketat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian.

Produk yang dijadikan sebagai bahan penelitian ini ialah Shell Liner, yang dipakai sebagai salah satu spare part untuk mesin penghancur batu (mining atau milling), dengan volume 213.996.387,106 mm³ dan massa 1.680 kg. Dibuat dari material AS 2074 L2B-2003 adalah jenis baja karbon tinggi paduan Crome Moly. Secara luas digunakan untuk liner yang mempunyai daya tahan aus, dapat menahan beban tinggi yang diberikan secara cepat dan kontinu, serta deformasi. Berikut komposisi yang terkandung di dalam bahan dan gambar bahan penelitian:

Tabel III. 1: Komposisi bahan AS 2074 L2B-2003.

Unsur	% C	% Si	% Mn	% S	% P	% Ni	% Cr	% Mo
Maksimum	0.90	0.60	1.00	0.03	0.04	0.50	2.40	0.40
Minimum	0.80	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00	2.00	0.30

(Sumber: ASTM Handbook)

3.2. Variabel Penelitian.

Variabel penelitian adalah peristiwa yang bervariasi dan menjadi objek peneliti (Suharsimi, 1991: 89). Variabel yang diambil dalam penelitian ini adalah menganalisa rancangan sistem pengecoran untuk produk shell liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003. Penelitian ini terdapat hasil perhitungan, gambar rancangan, dan model pembuatan pola.

3.3. Prosedur Penelitian.

Sebelum melaksanakan penelitian ini, prosedur yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:



Gambar III. 2: Diagram alir penelitian.

1. Studi kepustakaan yaitu mempelajari buku-buku referensi ilmiah yang berhubungan dengan judul dan data-data dari permasalahan yang dihadapi.
2. Membuat gambaran penelitian yaitu membuat dan menulis gambaran analisa yang berhubungan dengan data yang didapat dari penelitian.

3. Pengumpulan data yaitu data yang berasal dari lokasi penelitian seperti struktur organisasi perusahaan, spesifikasi proses kerja, data-data yang dibutuhkan, dan kendala-kendala yang mungkin timbul saat terjadi proses penelitian.
4. Analisa dan evaluasi data yaitu data yang diperoleh, dianalisa, dan dievaluasi dengan metode yang ditetapkan sesuai dengan penelitian.
5. Penulisan laporan penelitian yaitu menyusun data-data yang didapat, kemudian merangkumnya menjadi sebuah laporan penelitian sesuai target yang telah ditentukan.

3.4. Proses Penelitian.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan mengadakan percobaan (eksperimen) dan pendataan terhadap objek penelitian (Soeharto, 1993: 82). Analisa rancangan sistem pengecoran untuk produk shell liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003, adapun hal-hal yang mencakup di dalam penelitian ini antara lain:

1. Peralatan penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a) Alat untuk merancang dan membuat gambar produk sistem pengecoran: perlengkapan komputer dengan software Auto-CAD.
 - b) Alat untuk pembuatan pola: mesin gergaji kayu, mesin ketam, mesin bubut, mesin amplas, cat, resin, dan perlengkapan kayu lainnya.
 - c) Alat untuk pembuatan cetakan: mesin pencampur pasir, mesin vibrator, kotak cetakan.

- d) Alat untuk proses akhir dan pemeriksaan: mesin pembongkar, gerinda tangan, alat ukur, dan alat pengujian bahan.
2. Pembuatan spesimen. Bagaimana cara untuk membuat rancangan suatu sistem pengecoran pada bahan dimulai dari membaca gambar bentuk dan material dari bahan yang digunakan dalam penelitian. Shell liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003 menjadi objek yang akan menjadi eksperimen penelitian.
 3. Rancangan sistem pengecoran. Pembuatan rancangan sistem pengecoran awalnya dilakukan dengan mengetahui berat dari produk yang dijadikan objek. Kemudian mengkalkulasinya untuk menentukan sistem pengecoran yang bagaimana yang cocok dengan objek. Perhitungan dilakukan dengan berbagai cara, ada yang dilakukan secara manual yang sudah distandarkan untuk gating sistem dan ada pula dilakukan secara otomatis melalui simulasi software untuk penambah.
 4. Proses pembuatan pola. Pola dibuat dengan menggunakan material kayu dan resin. Pembuatan pola sesuai dengan gambar perencanaan pengecoran yang ukuran sudah diubah untuk menggunakan pola standar. Faktor yang terpenting didalam pembuatan pola adalah: a) Menentukan jumlah di dalam satu kotak. b) Menentukan posisi kup dan drag (atas dan bawah). c) Menentukan sistim saluran dan penempatan penambah cairan yang tepat dan konsisten. d) Mudah dalam pembuatan pola dan efisien.

3.5. Teknik dan Analisa Penelitian.

Teknik dan analisa penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati proses berlangsung produksi yang dilakukan di PT. Growth Asia Foundry. Hasil

penelitian yang didapat berupa: gambar, hasil perhitungan, proses pengecoran, dan data hasil eksperimen.

Untuk memudahkan pemahaman pembaca, penulis membagi Tugas Akhir ini menjadi lima bab dan tiap-tiap bab terdiri dari sub-sub bab yang satu dengan yang lain saling berhubungan sehingga membentuk satu kesatuan topik pembahasan.

BAB I : PENDAHULUAN

Yang meliputi : latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

Yang meliputi : pendahuluan dan teori dengan sub bab: sejarah pengecoran logam, definisi pengecoran logam, klasifikasi proses pengecoran logam, dan proses pengecoran logam.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Yang meliputi : bahan penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, proses penelitian, teknik dan analisa penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN dan HASIL PENELITIAN

Yang meliputi : Pembahasan dengan sub bab perhitungan dan gambar rancangan sistem pengecoran, dan hasil penelitian.

BAB V : PENUTUP

Yang meliputi : kesimpulan dan saran.

Dan pada bagian akhir berisi daftar pustaka dan daftar lampiran sebagai pelengkap laporan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil analisa rancangan sistem pengecoran untuk produk shell liner dengan bahan AS 2074 L2B-2003 dapat disimpulkan:

1. Proses pengecoran memerlukan perencanaan yang matang dalam merancang gambar kerja menjadi proses pengecoran yang baik dan konsisten dengan memperhatikan efisiensi dan ekonomi.
2. Perancangan gambar proses pengecoran menentukan bentuk pola, saluran pengecoran, besar penambah, dan lain-lain.
3. Pembuatan pola memperhitungkan proses pengeluaran pola dari cetakan dengan mudah, penambahan penyusutan, kemiringan pola, dan pelenturan.
4. Proses pengecoran logam adalah suatu proses yang saling terkait satu sama lain, mulai dari pola, sistem saluran pengecoran, sistem pencetakan pasir, proses pencairan logam, dan lain-lain.
5. Pada percobaan yang dilakukan, efisiensi percobaan hanya 83,833%. Faktor-faktor yang mempengaruhi antar lain: tidak effesiensinya penambah sesuai dengan perhitungan yang dilakukan, proses pengecoran yang dilakukan secara massal, tempertur penuangan, dan kecepatan penuangan yang tidak tepat.

5.2. Saran.

Berdasarkan analisa yang dilakukan penulis, proses pengecoran tidak hanya dilakukan untuk membuat produk dengan material tertentu saja.

Peningkatan kebutuhan menuntut terjadi perkembangan teknologi, sehingga metode pengecoran terus berkembang. Apabila ingin melakukan penelitian atau proses pengecoran, saran penulis :

1. Pelajari referensi tentang proses pengecoran sebagai dasar pengetahuan teknologi pengecoran.
2. Untuk melakukan proses pengecoran, ketahui terlebih dahulu resiko dan bahaya yang terjadi demi keselamatan dalam melakukan proses kerja.
3. Perhatikan dampak lingkungan yang terjadi pada area kerja, jangan sampai merusak lingkungan sekitar.



DAFTAR PUSTAKA

1. Avner, Sydney H. 1974. Introduction to Physical Metallurgy. Singapura: Mc Graw-Hill Book Company.
2. Brown, John. R. 2000. Foseco Ferrous Foundryman's Handbook. India: Replika Press Pvt Ltd.
3. Chijiwa, K dan Surdia, T. 2000. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
4. Deiter, George. E. 1993. Metalurgi Mekanik. Jakarta: Erlangga.
5. Karsay, S. I. 2000. Ductile Iron – The Essentials of Gating and Riser Design System Design. Canada: Rio Tinto Iron & Titanium Inc.
6. Kojovic, Morrell, Morrison, Munn, dan Napier. 1996. Mineral Communtion Circuits – Their Operation and Optimisation. Australia: The University of Queendland.
7. Okumura, T dan Wiryosumarto, H. 1985. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: P. T. Pradnya Paramita.
8. Rais, Kamus dan Ratus. 1984. Kamus Istilah Teknik Mesin. Jakarta: CV. Bayu Kubana.
9. Rochim, Taufiq. 1993. Teori dan Teknologi Proses Pemesinan. Bandung: FTI-ITB.
10. Saito, S dan Surdia, T. 1984. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
11. Sitinjak, DJ. 2002. Dasar-dasar Teknologi Bahan. Medan: PPPGT.
12. Smallman, R. E. 1991. Metalurgi Fisik Modern. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
13. Standar Manual Mutu PT. Growth Asia Foundry.
14. Vlack, Van. 1986. Ilmu dan Teknologi Bahan. Jakarta: Erlangga.