



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

LKD SEMESTER GANJIL 2024-2025

Rudi Saputra

NIDN: 0312106701

ISI LAMPIRAN

MATA KULIAH : PROSES MANUFAKTUR + PRAKTIK/KELAS A

1. Surat Penugasan
2. Jurnal Perkuliahan
3. Barita Acara
4. Nilai Akhir

JAKARTA

FEBRUARI 2025



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Sriengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax 021-7866955, hp: 081291030024
Email: humas@istn.ac.id Website: www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK

Nomor : 31-V/03.I-F/IX/2024

SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2024/2025

Nama : IR. RUDI SAPUTRA, MT.	Status Pegawai	: Tetap
NIK/ NIDN/ NIDK : 199709-003	Program Studi	: Sarjana Teknik Mesin
Jabatan Akademik : Lektor		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam	Kredit (SKS)	Hari
I. PENDIDIKAN & PENGAJARAN	1. Pengajaran di kelas termasuk laboratorium				
	1. Material Teknik (A)	S1-Mesin	13:00 s.d 14:40	2	Senin
	2. Material Teknik (K)		19:00 s.d 20:40	2	Senin
	3. Proses Manufaktur (A)	S1-Industri	10.00 s.d 12.00	3	Senin
	4. Proses Manufaktur (K)		15.00 s.d 16.00	3	Senin
	5. Elemen Mesin	D3-Mesin	08.00 s.d 09.40	2	Selasa
II. PENELITIAN	2. Pembimbing				
	1. Seminar				
	2. Kerja Praktek				
	3. Tugas Akhir/Tesis			1	
	4. Pembimbing Akademik				
	3. Pengujian				
III. PENGABDIAN PADA MASYARAKAT	1. Tugas Akhir/Tesis				
	2. Kerja Praktek				
	4. Tugas Tambahan				
	1. Menduduki jabatan di Perguruan Tinggi				
IV. PENUNJANG	1. Penelitian Ilmiah			1	
	2. Penulisan Karya Ilmiah				
	3. Penulisan Diktat Kuliah				
	4. Menerjemahkan Buku Kuliah				
	5. Pengembangan Program Kuliah Kurikulum				
	6. Pengembangan Bahan Ajar				
Jumlah Total				16	

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional. Penugasan ini berlaku dari tanggal 01 September 2024 sampai dengan 28 Februari 2025

Tembusan :
1. Wakil Rektor 1 - ISTN
2. Wakil Rektor 2 - ISTN
3. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Arsip

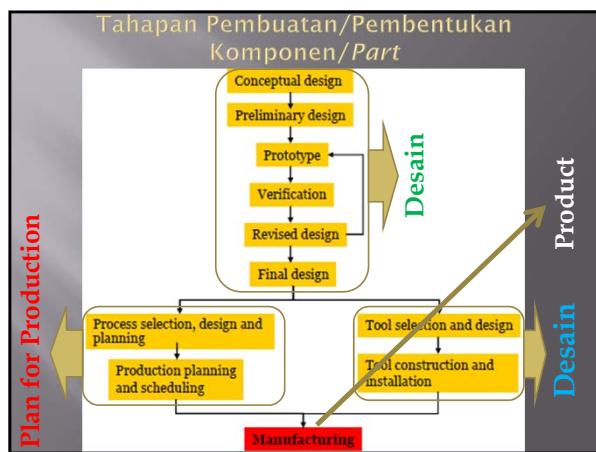


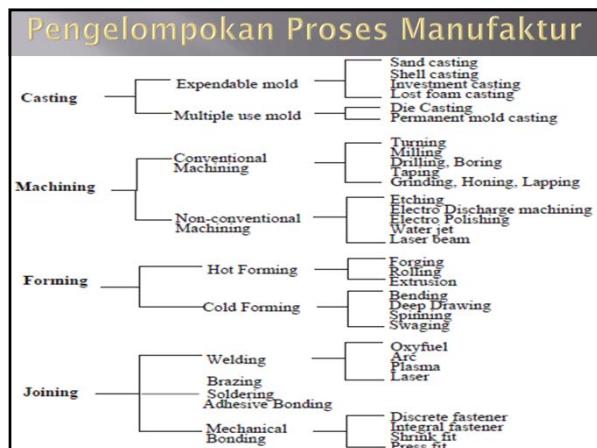
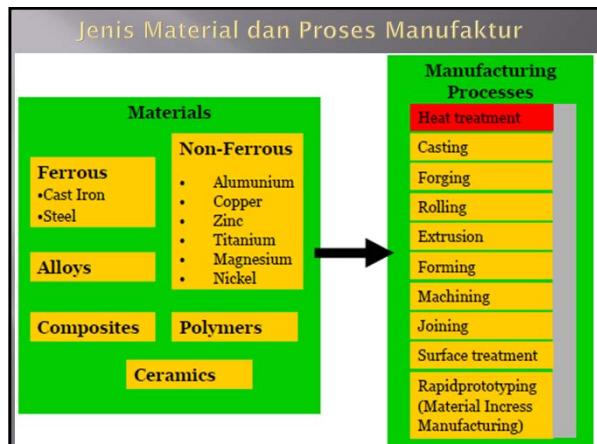
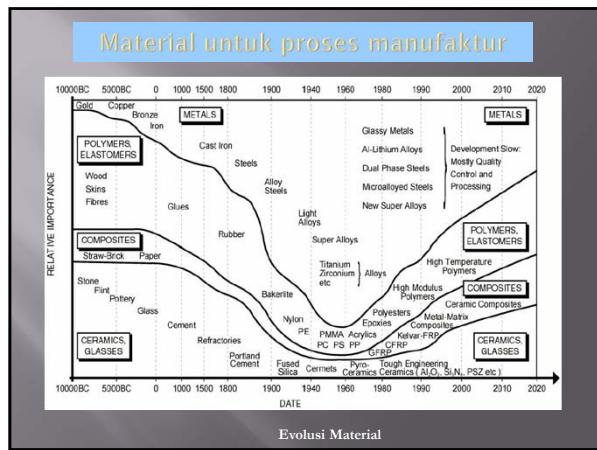
PROSES PENGECORAN LOGAM

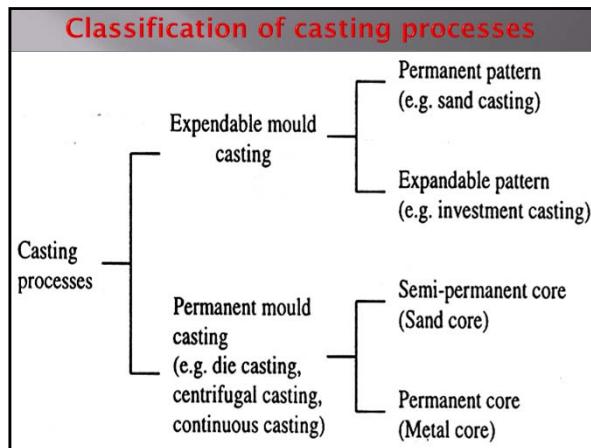
PROSES PENGENCIKAN
LOGAM
(MANUFACTURING PROCESS)

Pengecoran Logam (*Metal Casting*) yaitu sebuah proses dimana metal (logam) atau material cair dialirkan dengan gravitasi atau gaya lain ke-dalam cetakan (mold) sehingga logam (material) cair tersebut membeku di dalam rongga cetakan.

- Ingot
 - Produk bentukan







Jenis proses Casting

- Berdasarkan tipe MOLD :**
 - Expandable mold (single-use mold) casting**
 - Mold dari produk hasil pengecoran (metal cair yg kemudian mengeras)
 - harus di hancurkan untuk mendapatkan produk tsb.
 - Dibuat dari pasir (sand), plaster & material sejenis
 - Lebih ekonomis → laju produksi kecil
 - Multiple-use mold casting**
 - Mold dapat digunakan berulang kali untuk menghasilkan produk casting
 - Dibuat dari metal atau graphite
 - Biaya tinggi → laju produksi besar
- Jenis MATERIAL mold :**
Sand (pasir) → sand casting, metal, atau material lain.
- Proses Penuangan (POURING process):**
Gravity (gravitasi), centrifugal (centrifuge), vacum, tekanan (low/high pressure).

Material untuk casting

→ Material yang dapat di lebur dan mengalami pembekuan setelahnya :
Metal, alloy, polymers, dll

Contoh yg umum:

Metal → **Ferrous :**

- Cast iron (besi cor)
- Steel (baja)

Non Ferrous :

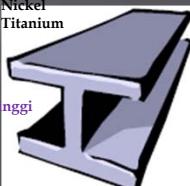
- Aluminum
- Copper (Tembaga)
- Zinc (Seng)
- Timah
- Magnesium
- Nickel
- Titanium

↓

❖ Hampir semua logam dapat dicasting

❖ Yang lebih baik memiliki sifat :

- ✓ Titik lebur rendah
- ✓ Beda titik lebur dengan titik didih cukup besar
- ✓ Fluiditasnya baik
- ✓ Tidak terlalu reaktif dengan udara pada suhu tinggi

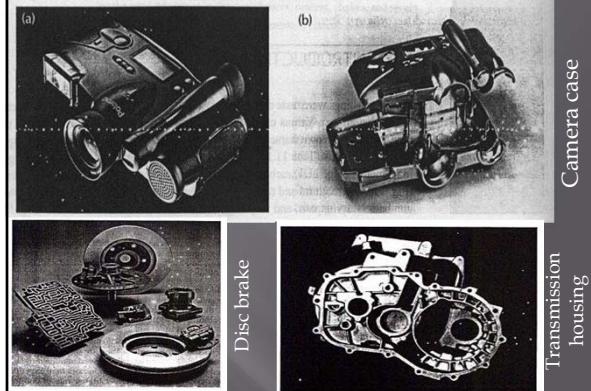








Contoh produk casting Lainnya



Persyaratan dasar dalam proses casting

6 syarat dasar proses casting:

1. Mold cavity :

- Memiliki bentuk dan ukuran sesuai yg di inginkan (aspek. geometri dari casting part yg di-inginkan harus ada di cavity).
 - Harus mempertimbangkan allowance utk shrinkage (pencuitan) material yg membeku.
 - Material Mold harus tahan dan tidak bereaksi terhadap material cair (e.g. metal) & produk tidak boleh mengandung material mold.

2. Melting process (Proses pelelehan) :

- Harus dapat menghasilkan metal/logam/material cair pada suhu yg sesuai dan pd jumlah & kualitas yang diinginkan dgn harga yg berasalan.

3. Pouring technique (metoda/teknik Penuangan) :

- Harus memiliki mekanisme untuk mengalirkan material (e.g. metal) cair ke dlm mold
 - Harus ada mekanisme utk menghilangkan udara/gas yg ada (terjebak) didlm cavity sebelum proses penutupan afull dense (porositas sesuai spek)

Persyaratan dasar dalam proses casting

4. Solidification process (Proses pembekuan) :

- Harus di rancang dan di kendalikan dengan baik proses pembekuan (solidifikasi) dan pencuitan (shringkage) karena pembekuan material (metal) cair tidak boleh menyebabkan porositas dan rongga (void).
 - Mold tidak boleh membatasi terjadinya shringkage pada proses pendinginan (cooling) secara berlebihan acasting mudah crack (retak) dan kekuatannya rendah.

5. Mold and (casted) part removal :

- Harus dapat membuka mold dan melepas produk (casted material) dengan mudah dan tidak menyebabkan cacat pada part.

6. Finishing operation à cleaning, finishing + inspection :

- Pembersihan pada permukaan produk thd : material mold, material lebih (dari material produk itu sendiri) yg terbentuk saat penungan dan solidifikasi äsepanjang parting line !

Keuntungan dan kekurangan Casting :

Keuntungan dalam penggunaan proses casting (pengecoran) :

- Part yg dibuat memiliki bentuk internal dan external (*cavities*) yg kompleks e.g. asymmetric parts tidak dapat atau sulit di jangkau (*inaccessible*) oleh pahat dalam proses pemesinan.
 - Part yg dibuat memiliki cavity (*cross sectional area*) yg besar dan mungkin memerlukan penghilangan material yang banyak.
 - Part yg dibuat dpt mencapai spesifikasi toleransi yang mendekati spesifikasi toleransi akhir → close tolerance (*net-shape*).
 - Mengurangi *directional properties* dari material (*metals*). Kualitas anisotropic yang lebih baik dibandingkan dengan material yang dikempa (melalui proses *forging*) atau pembentukan.
 - Metal berharga (*precious metals*) tidak ada atau sedikit kehilangan material.
 - Membutuhkan material yg memiliki karakteristik redam (*damping*) yg baik → e.g. Gray Cast Iron.

Keuntungan dan kekurangan Casting :

Kekurangan dalam proses casting (pengecoran) :

- Keterbatasan dalam sifat mekanik (*mechanical properties*)
→ Porositas
 - Keterbatasan dalam ke-akurasi-an dimensi (ukuran) dan permukaan akhir untuk beberapa proses *casting*
 - Keamanan bekerja dengan metal car yg panas
 - Tungku peleburan yang mengeluarkan limbah padat dan polusi udara
 - Part dpt di manufaktur dengan proses lain yg lebih mudah dan hemat biaya, (*cost effective*) : deep drawing, atau punch-press, dll

Jenis Mold untuk Casting

Mold : Tempat Cetakan dimana material cair di tempatkan dan memiliki cavity yg merupakan bentuk dari produk yg di inginkan.

1. Tipe MOLD berdasarkan mampu pakainya :

a. Expandable mold (single-use mold)

- ❖ Mold dari produk hasil pengecoran (metal cair yg kemudian mengeras) harus dihancurkan untuk mendapatkan produk tsb.
 - ❖ Dibuat dari pasir (sand), plaster & material sejenis
 - ❖ Lebih ekonomis → laju produksi kecil

b. Multiple-use mold

- ❖ Mold dapat digunakan berulang kali untuk menghasilkan produk casting
 - ❖ Dibuat dari metal atau graphite
 - ❖ Biaya tinggi à laju produksi besar

2. Tipe MOLD berdasarkan keterbukaan moldnya :

- a. Open Mold
 - b. Close Mold

Jenis Mold untuk Casting

Gambar : Jenis mold dan komponen-komponen pada mold

a) **Open mold** → Mold dgn spt kontainer (wadah) yg berbentuk sederhana → sps lebih kompleks dan memerlukan sistemgating a utk bentuk produk yg lebih kompleks (internal & eksternal)

b) **Closed mold** → Geometri mold lebih kompleks dan memerlukan sistemgating a utk bentuk produk yg lebih kompleks (internal & eksternal)

Komponen-komponen Mold

1. Mold : Cetakan tempat dimana material cair di tempatkan dan memiliki cavity yg merupakan bentuk dari produk yg di inginkan.

2. Mold cavity : Rongga yg memiliki bentuk sesuai dengan bentuk part yg akan dihasilkan dan tempat di mana material cair dituang

3. Pattern : Duplikat/tiruan dari produk akhir yg di-inginkan dan digunakan dalam pembuatan mold (cavity). Pertimbangkan shringage allowance à lebih besar (e.g. 2% dari aslinya).

Komponen-komponen Mold

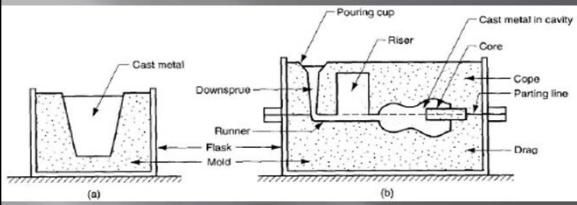
4. Flask : Box (wadah) yg men-support/ menampung bahan/material mold

5. Core : Bagian yg ditambahkan (disisipkan) ke dalam mold cavity sebagai bagian untuk membentuk produk casting (utk menghasilkan bentuk geometrik yg diinginkan) alubang yg memang ada pada dasar dr produk.

6. Core print : Bagian yg ditambahkan ke dalam pattern untuk menyangga core.

7. Riser : Extra rongga yg dibuat di dalam mold yg juga di isi oleh material (e.g. metal cair sebagai cadangan (reservoir) metal cair yg dpt juga mengalir kedalam mold cavity untuk kompensasi tjdnya shringage proses pembekuan

Komponen-komponen Mold



8. Gating system: pouring cup, sprue (kanal vertikal dari gating), runner (kanal horizontal) à utk mengalirkan material cair, vents (way-out udara/gas di dalam mold).

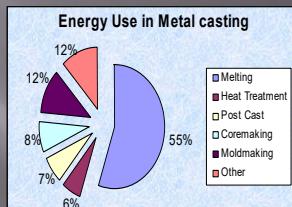
9. Cope : Bagian atas mold, pattern, core dan flask

10. Drag : Bagian bawah mold, pattern, core dan flask.

11. Parting surface (line) : interface yg memisahkan cope dan drag termasuk : flask, pattern atau core (pd sebagian proses casting).

12. Draft : taper yg memungkinkan produk casting dapat di tarik dari mold

Penggunaan Energi dalam metal casting



Pemanasan Metal (logam)

Energi panas (*heat energy*) yg di butuhkan adalah penjumlahan dari :

- Heat (kalor) untuk menaikkan suhu ke titik lebur
 - Heat of fusion* untuk merubah padat (solid) ke cair (liquid)
 - Heat utk menaikan metal cair ke suhu penuangan yg diinginkan

$$H = \rho V \{ C_s (T_m - T_o) + H_f + C_l (T_p - T_m) \} \quad (1)$$

Pemanasan Metal (cont'd)

Contoh :

Satu kaki kubik dari paduan eutektik tertentu akan dipanaskan dalam wadah dari suhu kamar hingga 200°F di atas titik lelehnya pada proses casting. Sifat-sifat paduan adalah densitas = 0.15 lbm/lbmi^3 , Titik lebur = 1300°F , panas spesifik logam cair = 0.082 Btu/lbm-F dalam keadaan padan; dan panas fusi = 72 Btu/lbm , berat spesifik cairan 0.071 Btu/lbm-F . Berapa banyak energi panas yang harus ditambahkan untuk melakukan pemanasan, dengan asumsi tidak ada kerugian yang terjadi?

Solusi :

Asumsikan suhu sekitar dalam pengecoran = 80 °F dan bahwa densitas zat cair dan padat logam adalah sama. Tidak ada yang $1 \text{ ft}^3 = 1728 \text{ in}^3$ dan mengantikan nilai properti ke dalam persamaan. (1), diperoleh:

$$H = (0.15) (1728) \{0.082 (1300 - 80) + 72 + 0.071 (1500 - 1300)\}$$

$$\equiv 48,273.4 \text{ Btu}$$

Penuangan Metal cair

- Pouring temperature (Suhu penuangan)
 - Suhu penuangan (suhu metal cair saat dituang ke dalam mold)
 - Pouring rate (Laju penuangan)
 - Laju volumetrik penuangan metal cair ke dalam mold
 - Turbulence
 - Perubahan kecepatan fluida yg tidak teratur, baik besar maupun arahnya □ erosi mold yg berlebihan □ jd keausan pada badan mold (karena aliran metal cair)



Analisa proses **penuangan** (*pouring*)

- Laju aliran (*Flow velocity*) : $v = \sqrt{2gh}$ (2)
 - Laju volumetrik aliran (*Volume rate of flow*) : $Q = v_1 A_1 = v_2 A_2$ (3)
 - Waktu pengisian mold dgn volume V (*Time required to fill a mold*)

$$MFT = \frac{V}{Q} \quad (4)$$

■ MET = mold filling time, sec (s)

■ MF1 = mold filling time, sec (s)

∇ = volume of mold cavity, in³ (cm³)

Analisa proses penuangan (cont'd)

Contoh :

A certain mold has a sprue whose length is 8.0 in. and the cross-sectional area at the base of the sprue is 0.4 in². The sprue feeds a horizontal runner leading into a mold cavity whose volume is 100 in.³. Determine (a) velocity of the molten metal at the base of the sprue, (b) volumetric flow-rate , and (c) time to fill the mold

Solusi :

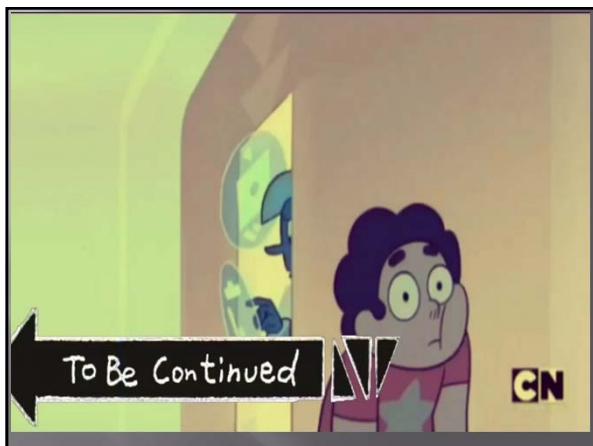
(a) The velocity of the flowing metal at the base of the sprue is given by eq (2):

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(386.6)(8.0)} = 78.65 \text{ in./sec}$$

(b) The volumetric flow rate is $Q = vA = (0.4 \text{ in.}^2)(78.65 \text{ in./sec}) = 31.5 \text{ in.}^3/\text{sec}$

(c) The time required to fill a mold cavity of 100 in.³ at this flow rate is

$$MFT = \frac{V}{Q} = \frac{100}{31.5} = 3.2 \text{ sec}$$



Proses pembekuan (solidification process)

Pada proses pembekuan :

- Karakteristik struktur yg menentukan properties (sifat) dari produk di-set
- Dapat terjadi Cacat produk casting (cor) □ porositas gas dan pencuitan produk

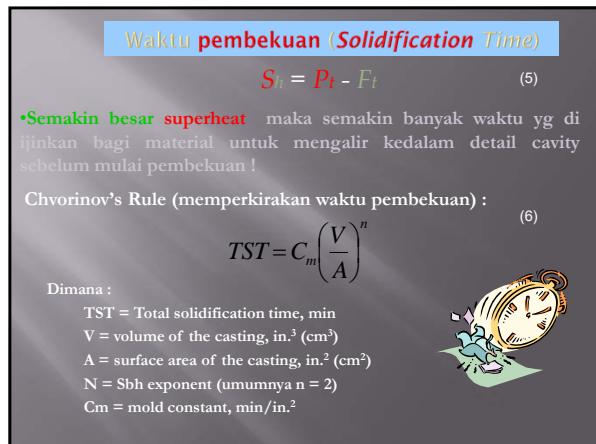
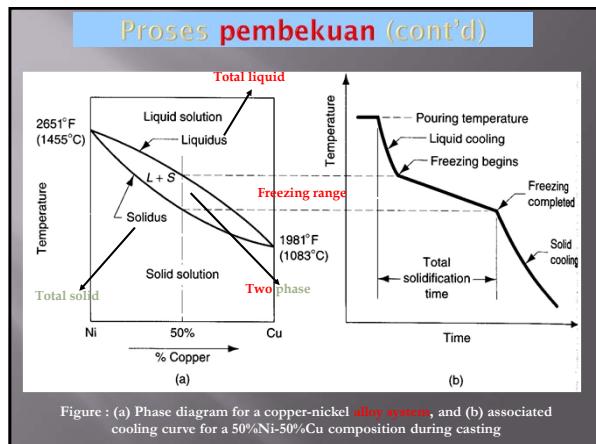
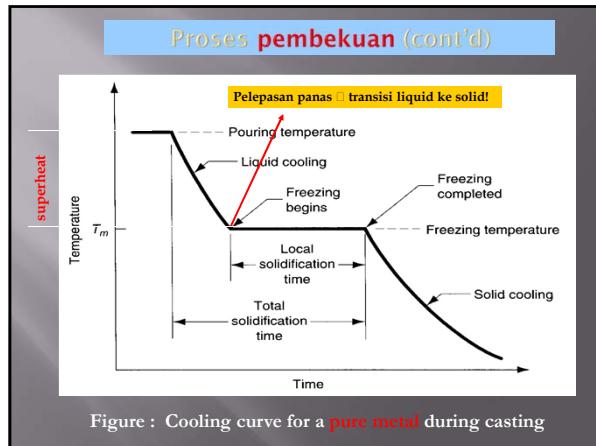
Sifat-sifat proses pembekuan diketahui melalui :

- **Cooling curve** : Kurva yg menggambarkan transisi pada struktur material (metal) dari liquid ke padat menurut perubahan suhu-waktu dan penting utk proses penuangan dan pembekuan !!!

Dua tahap pembekuan (Solidification stages) : Nucleation (nukleasi) □ growth (perambatan beku)

❖ **Nukleasi** : terbentuknya partikel solid yg stabil dari material cair (*molten liquid*)

❖ **Growth** : terjadi saat heat-of-fusion yg terlibat terlepas secara kontinyu dari material cair.



Penciutan (Shrinkage)

Volumetric reduction of the casted parts due to **solidification** and **cooling** (Penciutan (pengurangan ukuran) volumetrik *casted-part* karena proses solidifikasi dan pendinginan).

Shrinkage tjd dalam 3 proses :

1. Liquid contraction
2. Solidification
3. Solid thermal contraction

Penciutan (Shrinkage) (cont'd)

Metal	Volumetric contraction due to:	
	Solidification shrinkage, %	Solid thermal contraction, %
Aluminum	7.0	5.6
Aluminum alloy (typical)	7.0	5.0
Gray cast iron	1.8	3.0
Gray cast iron, high carbon	0	3.0
Low carbon cast steel	3.0	7.2
Copper	4.5	7.5
Bronze (Cu-Sn)	5.5	6.0

Struktur produk cor (casted part)

1. **Chill zone** : zone kristal yg sempit dan ber-orientasi secara random dan membentuk permukaan benda cor. Proses nukleasi yg cepat (pembentukan partikel solid) terjadi pada zone ini karena adanya dinding mold dan pendinginan permukaan yg relatif cepat.
2. **Columnar zone** : Zone yg herbentuk kolom terbentuk karena saat terjadinya chill zone □ Laju pelepasan panas + laju pembekuan menurun □ kristal berkembang ke arah perpendikular (tegak lurus) permukaan casting □ paralell kristal yg sangat terarah !
3. **Equiaxed zone** : Kristal spheris yg terorientasi secara random !

Permasalahan dalam metal-cair

1. **Dross atau Slag** metal oxida (i.e. ceramic material), yg tjd karena reaksi antara Oxygen dengan metal cair dan sekelilingnya, yg terbawa saat penuangan dan pengisian (mold) cavity **terjebak dalam produk cor** memperburuk permukaan produk cor (casted part), mampu mesin (machinability) dan sifat mekanik (mechanical properties).

Pencegahan a.l. :

- menutup/melindungi metal cair sebelum dan saat penuangan, atau pelehan (peleburan) dan penuangan material cair dilakukan di dalam ruangan terkendali atau vakum.
- Membuat pour ladle (alat penuang metal cair) khusus yg dapat menutup kemungkinan reaksi antara lingkungan (udara/oxygen) dgn metal cair.
- Merancang gating system untuk menjebak dross sehingga tidak masuk kedalam mold cavity.

Permasalahan dalam metal-cair (cont'd)

2. **Gas porosity** tjd karena gas bercampur dengan metal cair membentuk rongga/gelembung udara (bubbles) di dalam produk cor (casting).

Pencegahan a.l. :

- Peleburan di lakukan dalam : ruang vakum, lingkungan yg memiliki gas yg solubilitas-nya rendah, atau dengan penutup yg menghindari kontak dengan udara.
- Menjaga suhu superheat rendah untuk meminimasi solubilitas.
- Penanganan proses penuangan yg hati-hati untuk mencegah turbulensi yg dpt menyebabkan bercampurnya udara dengan material cair.
- **Gas flushing** : melewatkannya gelembung-gelombang gas reaktif dgn gas yg larut dalam metal cair (e.g. bubes dari nitrogen/chlorine menghilangkan hydrogen di dlm alumunium cair).

Tingkat ke-cair-an (Fluiditas / fluidity)

Fluiditas :

Kemampuan metal cair untuk mengalir (flow) dan kemudian mengisi (fill) mold cavity.

- **Cacat produk cor** tjd bila metal cair mulai membeku sebelum seluruhnya mengisi mold cavity misruns atau cold slugs
- Tergantung pd : **komposisi, suhu pembekuan, range pembekuan dari material cair** (metal, alloy). Plg dipengaruhi suhu penuangan, atau jumlah superheat !

$$\frac{\text{Suhu penuangan}}{\downarrow} = \frac{\text{Fluiditas}}{\downarrow}$$

Hindari Suhu Tuang yg terlalu tinggi !

- metal cair penetrasi ke permukaan mold (mengisi rongga/celah pada mold)
- pada sand-casting : metal cair bagian luar menyusup pada permukaan pasir
- permukaan produk cor mengandung pasir !**

Gating system

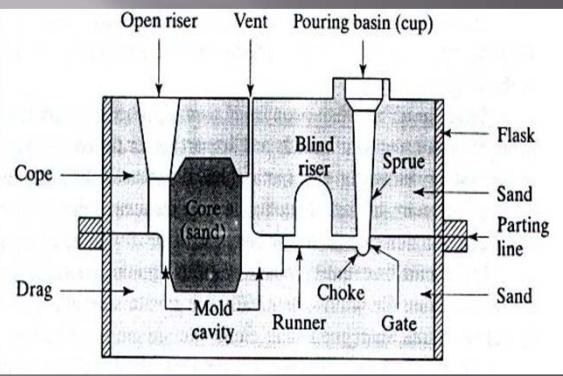
Gating system dan Laju Pengisian (penuangan) :

- Laju pengisian yg cepat
 - erosi pada gating system dan mold cavity
 - ikutnya material mold/gating kedalam produk cor.
- Laju pengisian yg rendah (*slow filling*) dan heat loss pada metal cair
 - cepat membeku
 - misruns dan cold slugs.

Pertimbangan dalam merancang gating-system □ mempengaruhi kemampuan-aliran (flowduty/flowditas) metal cair :

- Kanal pendek dan penampang bundar atau persegi dari gating system □ menghindari Kerugian Panas (*Heat loss*).
- Gates lebih dari satu atau dua (*Multiple gates*) □ mempercepat distribusi metal cair ke dalam mold cavity (utk *big cavity*).
- Panjang Sprue yg pendek (*short sprue*) □ mempercepat jalannya metal cair ke-dalam mold.

Gating system (cont'd)



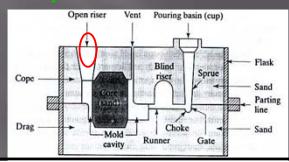
Riser

Extra rongga yg dibuat di dalam mold yg juga di isi oleh material (e.g. metal) cair sebagai cadangan (reservoir) metal cair yg dpt juga mengalir kedalam mold cavity untuk kompensasi tjdnya shrinkage proses pembekuan.

- Riser harus membeku setelah produk cor (casting) □ bila sebaliknya : metal cair dari mold cavity akan mengalir ke riser □ shrinkage lebih banyak !!!
- Proses casting harus di rancang agar arah pembekuan berjalan dari mold cavity ke riser ! □ shg riser dpt memberikan mold cavity tambahan material (metal) cair utk kompensasi pencucian !
- Pembuatan multiple risers dimungkinkan □ agar kompensasi shrinkage pada mold cavity : lebih cepat dan merata.

Desain Riser yg BAIK :

1. Luas permukaan yg kecil □ pembekuan yg panjang.
2. Berbentuk spheris/cone/silinder.
3. Di tmpkan pd bagian casting dgn ketebalan tertinggi.



Pattern (Pola) : karakteristik

TABLE 11.3 Characteristics of Pattern Materials

Characteristic	Rating ^a				
	Wood	Aluminum	Steel	Plastic	Cast iron
Machinability	E	G	F	G	G
Wear resistance	P	G	E	F	E
Strength	F	G	E	G	G
Weight ^b	E	G	P	G	P
Repairability	E	P	G	F	G
Resistance to:					
Corrosion ^c	E	E	P	E	P
Swelling ^d	P	E	E	E	E

^aE, excellent; G, good; F, fair; P, poor.^bAs a factor in operator fatigue.^cBy water.Source: D.C. Ekey and W.R. Winter, *Introduction to Foundry Technology*. New York: McGraw-Hill, 1958.

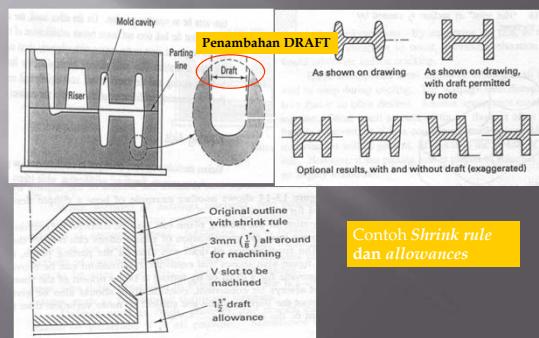
Pattern (Pola) (cont'd)

Pattern :

- Pertimbangkan **allowance** **shrinkage allowance** dibuat lebih besar dari dimensi asli produk (Kontraksi casting karena proses pendinginan e.g. 2% tergantung dari metal/material yang di casting). **B) Machining (finishing) allowance** **C) Distortion allowance**
- Mold dibuat menjadi 2 atau lebih bagian mempermudah pengambilan pattern dan produk casting.
- Buat **DRAFT** untuk mempermudah pelepasan pattern yg memiliki permukaan tegak-lurus parting-line (*parallel dgn arah penarikan mold*).

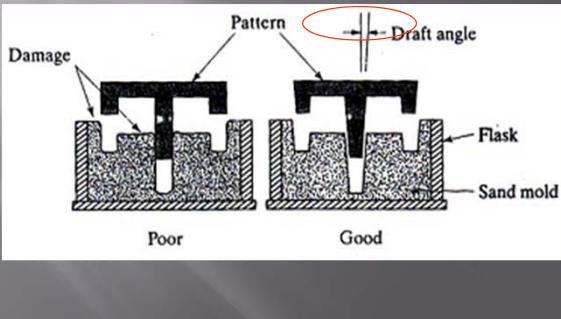
No	Material	Allowance untuk kontraksi
1	Cast Iron	0.8-1.0%
2	Steel	1.5-2.0%
3	Alumunium	1.0-1.3%
4	Brass	1.5%

Pattern (Pola) (cont'd)



Pattern (Pola) (cont'd)

Penambahan DRAFT



Pertimbangan dalam perancangan casting

- Parting plane mempengaruhi :

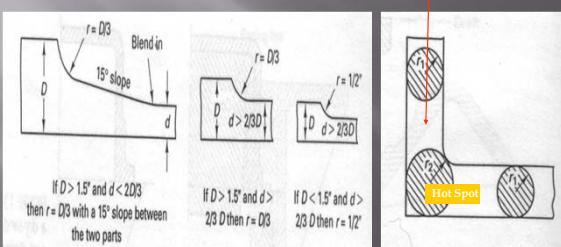
1. Jumlah core perubahan parting line dpt menghilangkan core !
 2. Penggunaan gating system yg efektif dan ekonomis
 3. Berat akhir produk casting
 4. Metode untuk menyangga core
 5. Ke-akurasiyan dimensi akhir
 6. Kemudahan molding

- Ketebalan minimum bagian casting : □

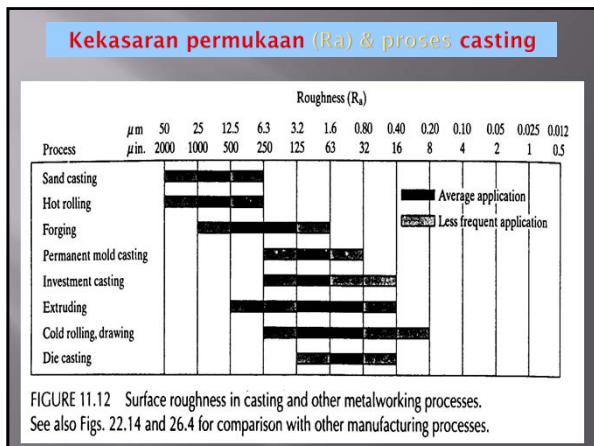
Material	Minimum		Desirable		Casting Process
	mm	in.	mm	in.	
Steel	4.76	3/8	6.35	1/4	Sand
Gray iron	3.18	1	4.76	15/16	Sand
Malleable iron	3.18	1	4.76	3/4	Sand
Aluminum	3.18	1	4.76	15/16	Sand
Magnesium	4.76	3/8	6.35	1/4	Sand
Zinc alloys	0.51	0.020	0.76	0.030	Die
Aluminum alloys	1.27	0.050	1.52	0.060	Die
Magnesium alloys	1.27	0.050	1.52	0.060	Die

Pertimbangan dalam perancangan casting (cont'd)

- Pemakaian fillet pada perpotongan dua bagian casting



Gambar : Aturan dalam pemakaian fillet

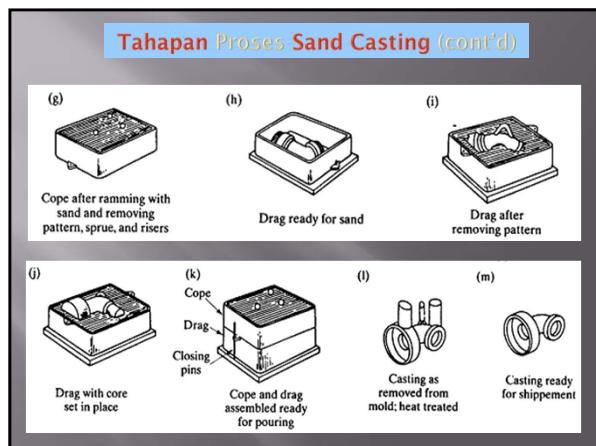
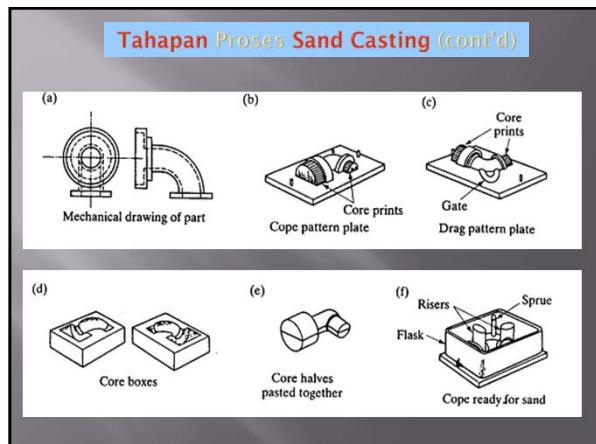
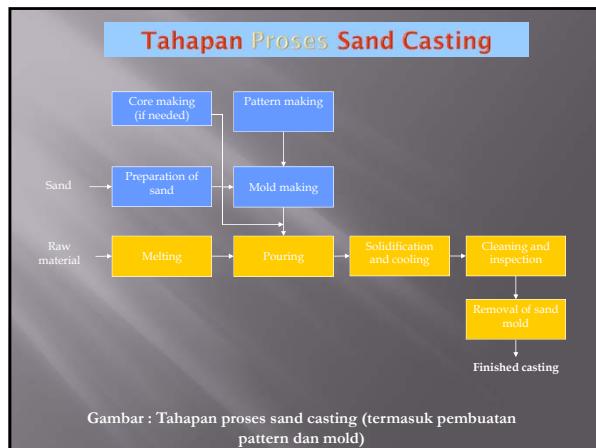


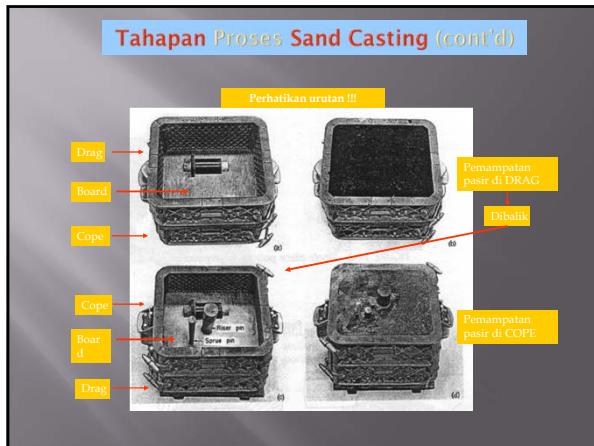
Karakteristik Umum berbagai proses Casting

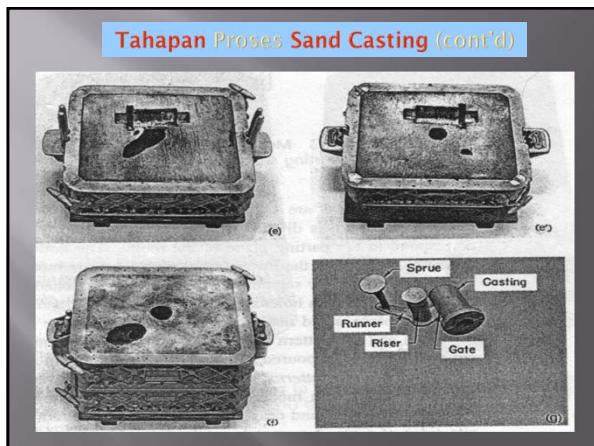
Process	Typical materials cast	Weight (kg)		Typical surface finish (μm , R_a)		Porosity*	Shape complexity*	Dimensional accuracy*		Section thickness (mm)	
		Minimum	Maximum	5-25	4			1-2	3	3	No limit
Sand	All	0.05	No limit	5-25	4	1-3	4	2-3	2	2	—
Steel	All	0.05	100+	1-3	4	2-3	2	2	2	2	No limit
Expendable mold pattern	All	0.05	No limit	5-20	4	1	2	2	2	2	No limit
Plaster mold	Nonferrous (Al, Mg, Zn, Cu)	0.05	50+	1-2	3	1-2	2	1	1	1	—
Investment	All (High melting pt.)	0.005	100+	1-3	3	1	1	1	1	1	75
Permanent mold	All	0.5	300	2-3	2-3	3-4	1	2	2	50	
Die	Nonferrous (Al, Mg, Zn, Cu)	<0.05	50	1-2	1-2	3-4	1	0.5	0.5	12	
Centrifugal	All	—	5000+	2-10	1-2	3-4	3	2	2	100	

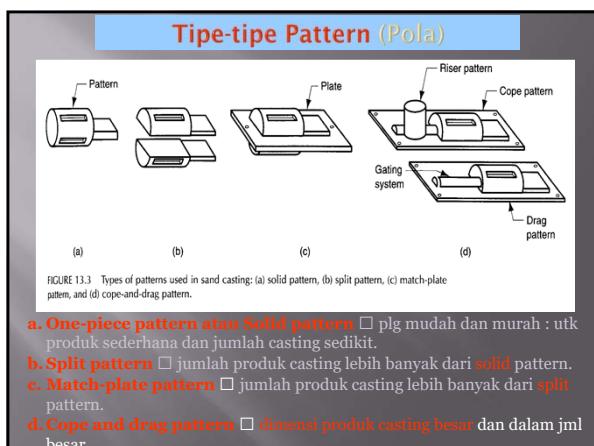
*Relative rating: 1 best, 5 worst.
Note: These ratings are only general; significant variations can occur, depending on the methods used.









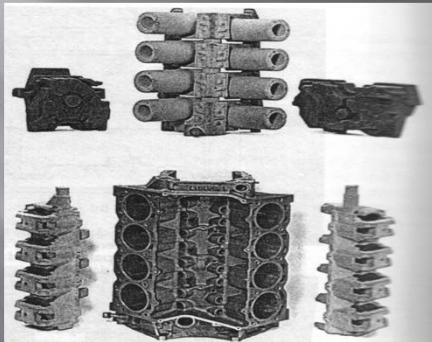


Pembuatan Core (inti)

Karakteristik Core yang baik untuk casting :

- Memiliki kekerasan dan kekuatan yg cukup untuk tahan terhadap penanganannya dan gaya dari metal cair. Compressive strength berada pada 100-500 psi.
- Kekuatan yg cukup sebelum hardening untuk memungkinkan penanganan pada kondisi tersebut.
- Permeabilitas yg sesuai untuk memungkinkan dilalui oleh gas.
- Collapsibility yg cukup □ spt pattern.
- Refractoriness yg baik.
- Permukaan yg halus.
- Menghasilkan gas yg minimum saat di panaskan selama proses penugangan.

Pembuatan Core (inti) (cont'd)



Gambar : Engine blok V-8 dam lima dry-sand core nya

Sand Conditioning (Pengkondisian Pasir)

SAND □ Silica (SiO_2), zircon atau olivine (forsterite dan fayalite) + bahan additive.

1. **Refractoriness** □ kemampuan utk tahan terhadap suhu tinggi □ sifat alami dari sand
2. **Cohesiveness** (bond atau strength of sand) □ kemampuan untuk mempertahankan bentuk yg dibuat saat di tempatkan di mold □ didptkan dengan melapiskan biji (partikel) pasir dgn clay (pelekat) : bentonite, kaolite, atau illite.
3. **Permeability** □ kemampuan untuk dilalui gas □ fungsi dari ukuran partikel pasir, jumlah dan tipe dari pelekat (clay), kelembaban, dan tekanan pemampatan pd pasir.
4. **Collapsibility** □ kemampuan untuk membiarkan metal menciut setelah proses pembekuan yg akhirnya berguna utk melepaskan produk casting.

→ SAND TESTING

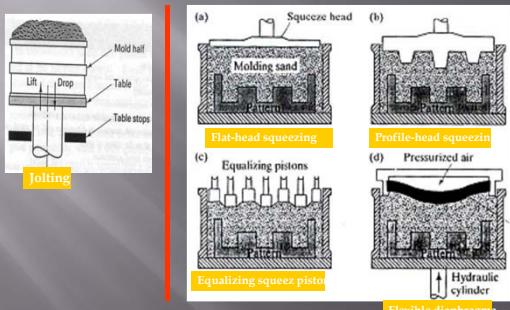
Sifat Sand yg baik untuk Casting

13 sifat □

1. Tidak mahal dalam jumlah besar
2. Tahan terhadap proses transportasi dan penyimpanan
3. Dapat mengisi flask secara merata
4. Dapat di rampatkan dgn metode yg sederhana
5. Memiliki elastisitas yg cukup untuk tahan thd proses penarikan (pernisahan) pattern
6. Dapat tahan suhu tinggi dan menjadi ukurannya hingga metal (material) membeku
7. Cukup permeable untuk melepaskan (melewatan gas)
8. Cukup padat untuk mencegah penetrasi metal cair
9. Cukup cohesive untuk mencegah terlepasnya agregat kedalam penuangan
10. Tahan reaksi terhadap metal (material) yg di cast
11. Dapat membiarkan solidification dan thermal shrinkage □ mencegah crack (retak) dan sobekan
12. Memiliki collapsibility untuk memungkinkan pelepasan produk casting dengan mudah
13. Dapat di daur ulang (recycled □ dipakai lagi)

Pembuatan Mold

Berbagai jenis teknik pembuatan sand mold :



Pembuatan Mold (cont'd)

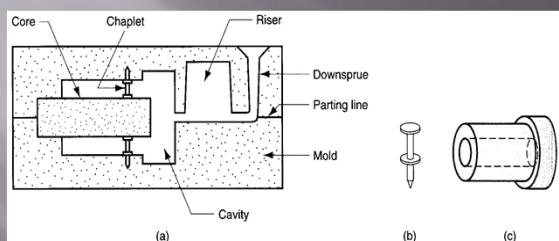


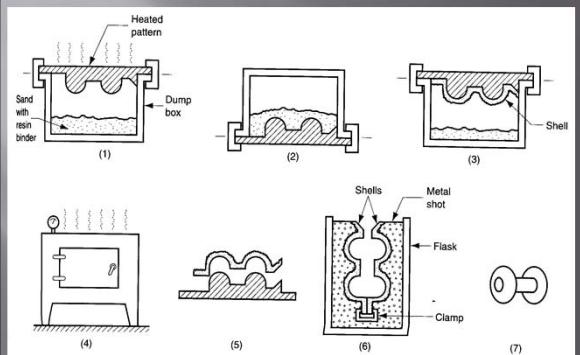
FIGURE 13.4 (a) Core held in place in the mold cavity by chaplets, (b) possible chaplet design, and (c) casting with internal cavity.

Klasifikasi Sand Mold

- **Greensand:**
 - Dibuat dari campuran sand (pasir), clay (tanah liat), and air.
 - Kekuatan yang baik, good collapsibility, good permeability, good reusability, dan plg tidak mahal.
- **Dry-sand:**
 - Dibuat dari pengikat organik ketimbang tanah liat (clay), dan mold di panggang dalam sebuah oven yg besar pada suhu antara 400° to 600°F (204° to 316°C).
 - Dimensi akhir yg lebih baik tapi lebih mahal .
- **Skin-dried:**
 - Dengan cara mengeringkan permukaan mold hingga kedalaman 0.5 hingga 1 in (2.5 cm) pada permukaan cavity mold, menggunakan tork (torches), lampu pemanas, dll.

Shell-Mold Casting

Alur proses Shell molding



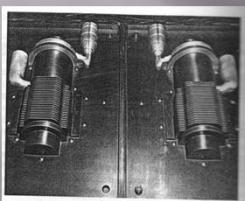
Shell-Mold Casting (cont'd)

Karakteristik Shell-mold casting :

Process:	Sand coated with a thermosetting plastic resin is dropped onto a heated metal pattern, which cures the resin. The shell segments are stripped from the pattern and assembled. When the poured metal solidifies, the shell is broken away from the finished casting.
Advantages:	Faster production rate than sand molding; high dimensional accuracy with smooth surfaces.
Limitations:	Requires expensive metal patterns. Plastic resin adds to cost; part size is limited.
Common metals:	Cast irons and casting alloys of aluminum and copper
Size limits:	1 oz minimum; usually less than 25 lb; mold area usually less than 500 in ²
Thickness limits:	Minimum range from $\frac{1}{16}$ to $\frac{1}{4}$ in., depending on material
Typical tolerances:	Approximately 0.005 in./in.
Draft allowance:	$\frac{1}{16}^{\circ}$ to $\frac{1}{8}^{\circ}$
Surface finish:	50–150 µin. rms

Shell-Mold Casting (cont'd)

Contoh sand mold casting :



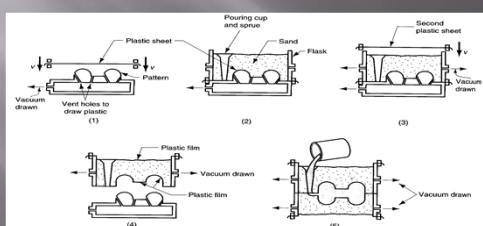
Pattern untuk Sand-mold casting



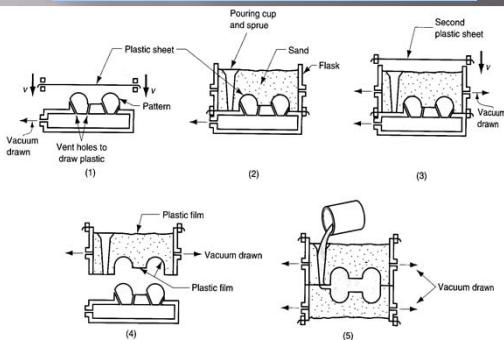
Dua shell sebelum clamping dan produk akhir Shell mold

Vacuum Molding

- Vacuum molding : Menggunakan cetakan pasir bersamaan dengan tekanan vakum □ tidak adanya binder = tidak ada moisture related defects (e. g. fumes = binder yg terbakar).
- Jenis Vacuum molding:
 - Vacuum assisted molding
 - Vacuum injection molding



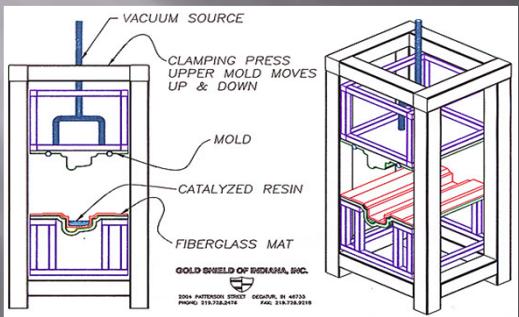
Vacuum Molding (cont'd)



Alur proses Vacuum Molding

Vacuum Assisted Molding

- Menggunakan bentuk plastik reinforced yang harganya murah dalam tekanan yang mengapit bennukan atas dan bentukan bawah.



Vacuum Injection Molding

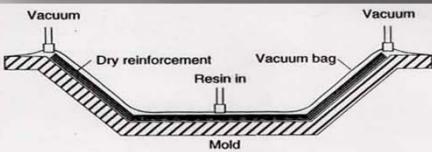


Figure 4-40 Schematic of vacuum injection molding



Investment Casting

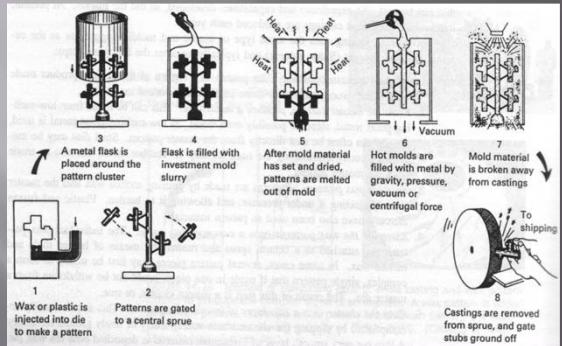
Pengecoran presisi menghasilkan produk berukuran teliti dengan permukaan yang sangat halus.

- Investment casting yang paling khas adalah lost wax process.



Gambar : Contoh investment casting untuk pembuatan Stator Compresor dengan 108 airfoils terpisah (courtesy Howmet Corp.)

Alur proses Investment Casting



Gambar : urutan proses investment-mold casting (investment casting institute)

Investment Casting (cont'd)

Keuntungan :

- **Fleksibilitas desain** □ dapat membuat bentuk apapun yang sesuai dengan keinginan, bentuk yang rumit dan detail yang sangat teliti.
- Dapat diperoleh permukaan yang rata dan halus tanpa garis pembentuk.
- Banyaknya pilihan logam dan paduan yang dapat menggunakan proses casting ini.
- Menghilangkan set-up tooling □ dengan menawarkan konfigurasi near-net-shape maka akan mengurangi atau menghilangkan biaya perlengkapan.
- Mengurangi biaya produksi dan meningkatkan kelinangan □ investment casting tidak memerlukan modal atau biaya permesinan yang besar.

Kerugian :

- Proses mahal.
- Terbatas untuk benda cor yang kecil.
- Sulit, bisa diperlukan inti.
- Lubang harus lebih besar dari 1,6 mm dengan kedalaman maksimal 1,5 kali diameter.

Expanded Polystyrene Casting

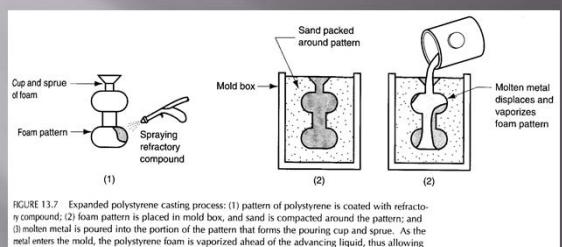


FIGURE 13.7 Expanded polystyrene casting process: (1) pattern of polystyrene is coated with refractory compound and placed in mold box, and sand is compacted around the pattern; and (2) molten metal is poured into the portion of the pattern that forms the pouring cup and sprue. As the metal enters the mold, the polystyrene foam is vaporized ahead of the advancing liquid, thus allowing the resulting mold cavity to be filled.

•Casting dimana pattern yg terbuat dari polystyrene tidak perlu di lepas dari mold sebelum dan saat penyuangan metal cair ke dalam cavity, karena pattern menguap saat metal cair di tuang kedalam mold cavity □ keuntungan dibanding investment-mold casting !

•Disebut juga □ full-mold casting.

Expanded Polystyrene Casting (cont'd)

Karakteristik Full-mold (expanded polystyrene) casting :

Process:	A Pattern containing a sprue, runners, and risers is made from single or multiple pieces of foamed plastic, such as polystyrene. It is dipped in a ceramic material, dried, and positioned in a flask, where it is surrounded by loose sand. Molten metal is poured directly onto the pattern, which vaporizes and is vented through the sand.
Advantages:	Almost no limits on shape and size; most metals can be cast; no draft is required and no flash is present (no parting lines).
Limitations:	Pattern cost can be high for small quantities; patterns are easily damaged or distorted because of their low strength.
Common metals:	Aluminum, iron, steel, and nickel alloys; also performed with copper and stainless steel.
Size limits:	1 lb to several tons
Thickness limits:	As small as 0.1 in. with no upper limit
Typical tolerances:	$\frac{1}{32}$ in./ft or less
Draft allowance:	None required
Surface finish:	100-1000 µin. rms

Permanent Mold casting

Proses dasar Permanent Mold casting:

- Tidak perlu mengalami pergantian cetakan.
- Dibentuk dari 2 bagian buka tutup.
- Ditambah cores untuk membentuk bagian dalam produk.

Proses :

- Pemanasan cetakan sampai 200°C.
- Pelapisan cetakan + dituangkan (metal cair mengalir karena gaya gravitasi).
- Cetakan dibuka.

Keuntungan :

- Permukaan baik
- Ketelitian dimensi baik
- Produk kuat

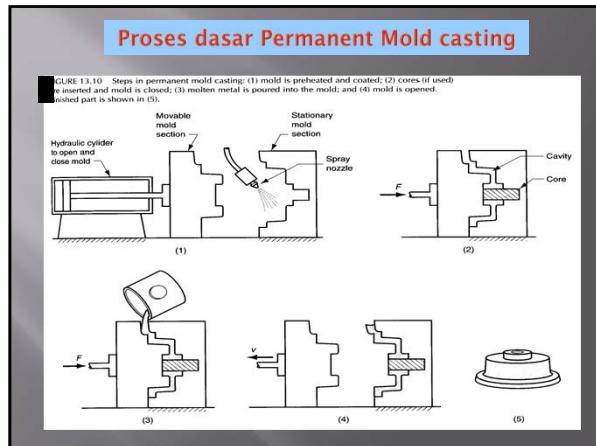
Kerugian :

- Terbatas pada logam
- Bentuk sederhana

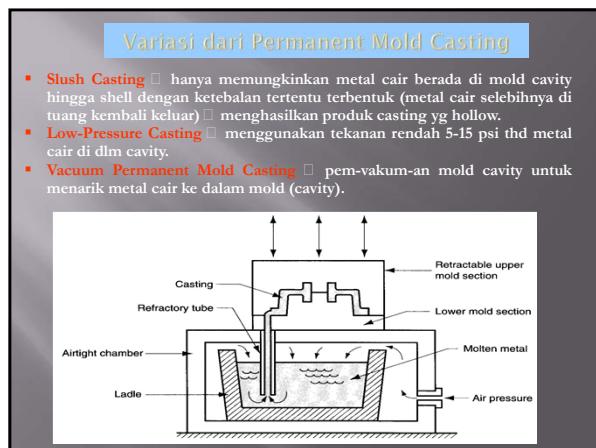
Permanent Mold casting (cont'd)

Karakteristik Permanent-mold casting :

Process:	Mold cavities are machined into mating metal die blocks, which are then preheated and clamped together. Molten metal is then poured into the mold and enters the cavity by gravity flow. After solidification, the mold is opened and the casting is removed.
Advantages:	Good surface finish and dimensional accuracy; metal mold gives rapid cooling and fine-grain structure; multiple-use molds (up to 25,000 uses).
Limitations:	High initial mold cost; shape, size, and complexity are limited; yield rate rarely exceeds 60%, but runners and risers can be directly recycled; mold life is very limited with high-melting-point metals such as steel.
Common metals:	Alloys of aluminum, magnesium, and copper are most frequently cast; irons and steels can be cast into graphite molds; alloys of lead, tin, and zinc are also cast. Several ounces to about 150 lb.
Size limits:	Minimum depends on material but generally greater than $\frac{1}{8}$ in.; maximum thickness about 2.0 in.
Thickness limits:	0.015 in. for the first inch and 0.002 in. for each additional inch; 0.01 in. added if the dimension crosses a parting line
Typical tolerances:	2-3"
Draft allowance:	2-3"
Surface finish:	100 to 250 µin. rms



- Parameter pengaruh umur Mold**
1. Alloy yg di cast (cor) □ semakin tinggi titik lebur, semakin pendek umur mold.
 2. Material mold □ gray cast iron memiliki thermal fatigue yg terbaik dan dpt di mesin dgn mudah □ banyak digunakan sbg mold.
 3. Subu penungan □ Semakin tinggi suhu penungan, semakin pendek umur mold, meningkatkan masalah pencutan (shrinkage).
 4. Suhu mold □ bila suhu terlalu rendah, misruns dpt terjadi. Bila suhu terlalu tinggi, erosi mold dpt terjadi.
 5. Konfigurasi mold □ perbedaan ukuran dari bagian2 mold atau produk yg di cor, dpt menurunkan umur mold.



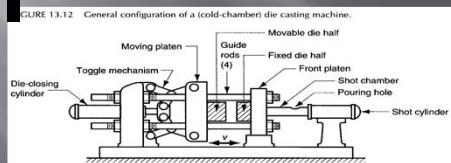
Die Casting

▪ Pengertian :

Penginjeksian logam cair dengan tekanan tinggi.

▪ Sejarah :

- ✓ Dari mesin Linotype , dikembangkan oleh O. Margenthaler
- ✓ Digunakan komersial pertama kali di New York oleh The Tribune
- ✓ Pematenan pertama mesin Die Casting oleh H. Dochler (1906)
- ✓ 1907 , E. Wagner menggunakan mesin ini untuk mencetak teropong dan masker gas.



Gambar : skema umum mesin (cold chamber) die-casting

Siklus cold chamber Die Casting

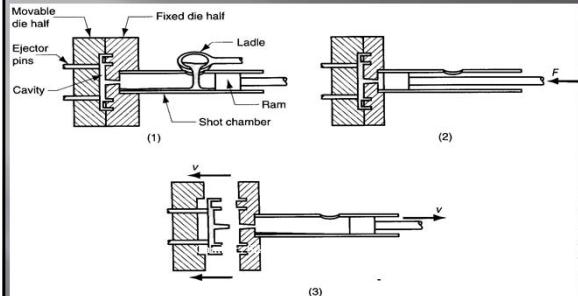
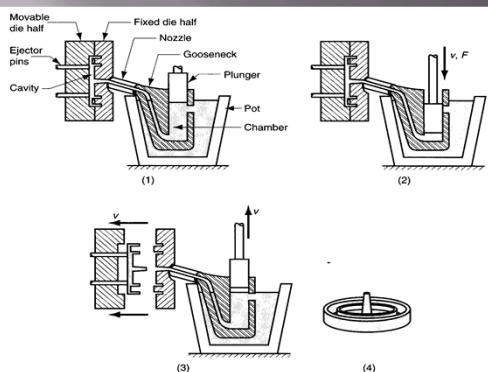
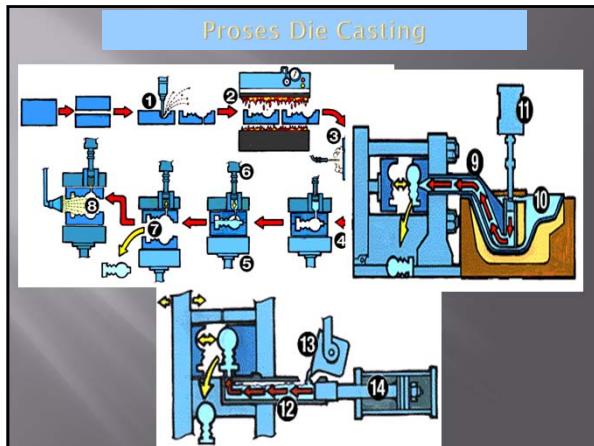


FIGURE 13.14 Cycle in cold-chamber casting: (1) with die closed and ram withdrawn, molten metal is poured into the chamber; (2) ram forces metal to flow into die, maintaining pressure during cooling and solidification; and (3) ram is withdrawn, die is opened, and part is ejected. (Gating system is simplified.)

Siklus hot chamber Die Casting





Die Casting

Karakteristik Die-casting :

Process:	Molten metal is injected into closed metal dies under pressures ranging from 1500 to 25,000 psi. Pressure is maintained during solidification, after which the dies separate and the casting is ejected along with its attached sprues and runners. Cores must be simple and retractable and take the form of moving metal segments
Advantages:	Extremely smooth surfaces and excellent dimensional accuracy; rapid production rate.
Limitations:	High initial die cost; limited to high-fluidity nonferrous metals; part size is limited; porosity may be a problem; some scrap in sprues, runners, and flash, but this can be directly recycled
Common metals:	Alloys of aluminum, zinc, magnesium, and lead; also possible with alloys of copper and tin
Size limits:	Less than 1 oz up through about 15 lb most common
Thickness limits:	As thin as 0.03 in., but generally less than $\frac{1}{4}$ in.
Typical tolerances:	Varies with metal being cast; typically 0.005 in. for the first inch and 0.002 in. for each additional inch
Draft allowances:	2°
Surface finish:	40-100 µin. rms.





INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
 Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

LAPORAN PERSENTASE PRESENSI MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI 2024 GANJIL

Mata Kuliah : Proses Manufaktur + Praktik
 Dosen Pengajar : Ir. RUDI SAPUTRA, MT.

Nama Kelas : A

No	NIM	Nama	Pertemuan	Alfa	Hadir	Ijin	Sakit	Presentase
Peserta Reguler								
1	21230002	Paksi Satriabudi	16		16			100
2	23230001	MUHAMMAD GAVIANDRA SETIANTO	16		16			100
3	23230002	TAUFIQ FIRDAUS HERIANTO	16		16			100
4	23230003	YOHANES PESAU NTALUNG	16		16			100
5	23230005	FILLAH ALFA RENO	16	1	13	1		81.25
6	23230006	KEHAN MUHAMMAD FAHREZA	16		16			100

Jakarta, 12 Februari 2025
 Ketua Prodi Teknik Industri

NATAYA CHAROONSRI RIZANI, ST., MT.
 NIP. 201409-006



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

JI. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

NILAI PERKULIAHAN MAHASISWA

PRODI : TEKNIK INDUSTRI

PERIODE : 2024 GANJIL

Mata Kuliah	: Proses Manufaktur + Praktik	Nama Kelas	: A
Kelas / Kelompok	:		
Kode Mata Kuliah	: TI1313	SKS	: 3

No	NIM	Nama Mahasiswa	TUGAS INDIVIDU (20%)	UTS (30%)	UAS (40%)	KEHADIRAN (10%)	Nilai	Grade	Lulus	Sunting KRS?	Info
1	21230002	Paksi Satriabudi	75.00	75.00	90.00	100.00	83.50	A	✓		
2	23230001	MUHAMMAD GAVIANDRA SETIANTO	85.00	90.00	90.00	100.00	90.00	A	✓		
3	23230002	TAUFIQ FIRDAUS HERIANTO	75.00	70.00	80.00	100.00	78.00	A-	✓		
4	23230003	YOHANES PESAU NTALUNG	75.00	70.00	85.00	100.00	80.00	A	✓		
5	23230005	FILLAH ALFA RENO	75.00	80.00	75.00	75.00	76.50	A-	✓		
6	23230006	KEHAN MUHAMMAD FAHREZA	75.00	80.00	85.00	100.00	83.00	A	✓		

Rata-rata nilai kelas	76.67	77.50	84.17	95.83	81.83	3.89					
-----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	--	--	--	--	--

Pengisian nilai untuk kelas ini ditutup pada **Selasa, 11 Februari 2025 oleh 199709-003**

Tanggal Cetak : Rabu, 12 Februari 2025, 16:15:19

Paraf Dosen :

Ir. RUDI SAPUTRA, MT.



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

JI. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

DAFTAR HADIR UAS (UAS)

Program Studi	: S1 - Teknik Industri	Mata Kuliah	: TI1313 - Proses Manufaktur + Praktik
Periode Akademik	: 2024 Ganjil	Nama Kelas	: A
Jadwal	: 3 Februari 2025, 10:00 - 12:00	Kelompok	: 1

NO	NIM	NAMA	TANDA TANGAN
1	21230002	Paksi Satriabudi	1
2	23230002	TAUFIQ FIRDAUS HERIANTO	2
3	23230003	YOHANES PESAU NTALUNG	3

Keterangan, mahasiswa tidak dapat mengikuti ujian karena :

* : Memiliki tanggungan keuangan (tagihan).

** : Presensi tidak memenuhi syarat.

*** : Memiliki tanggungan keuangan dan presensi kurang.

Jakarta, 3 Februari 2025

Pengajar

Ir. RUDI SAPUTRA, MT.

