

PENGANTAR PROSES MANUFAKTUR

Daftar Isi

Apa itu Proses Manufaktur ?



Apakah ini manufaktur ?

Apa Pentingnya manufaktur

- Manufaktur adalah salah satu sumber pendapatan terpenting dalam perekonomian suatu negara.
- Produk Domestik Bruto Indonesia th 2010 adalah US\$ 700 miliar, sekitar 45% berasal dari sektor manufaktur
- Profesi yang digeluti oleh Sarjana Teknik Industri antara lain : Design Engineers, Product Engineers, Research and Development, Manufacturing Engineer, Planning, Safety, Materials, etc.

Apa yang dipelajari dalam Proses Manufaktur

1. Casting, foundry, and molding
2. Forming/ metal working process
3. Machining (material removal) process
4. Joining and assembly
5. Surface treatment (finishing)
6. Heat treatment

General Process Overview

Proses manufaktur adalah suatu prosedur / langkah-langkah mengubah material menjadi bentuk lain yang memiliki nilai lebih (added value).

Proses manufaktur dapat dikelompokkan menjadi :

1. Proses primer (Primary process)
2. Proses sekunder (Secondary process)

Casting overview



Casting adalah Proses penuangan material cair (umumnya logam cair) ke dalam suatu cetakan (mold) dengan bentuk tertentu dan mendinginkannya sampai mengeras dan menjadi bentuk sesuai dengan cetakan.

Apa itu Proses Manufaktur ?



Apakah ini manufaktur ?



**Atau ini juga termasuk
manufaktur ?**

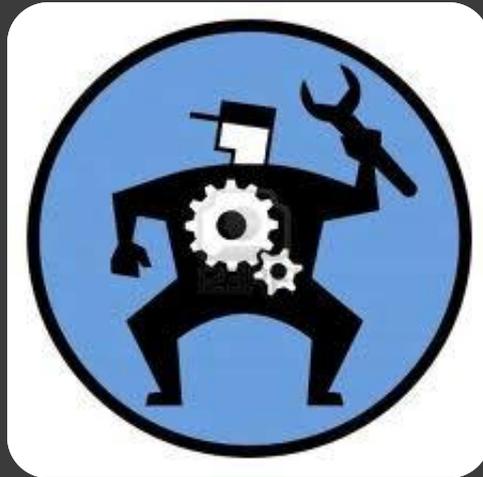
Definisi Manufaktur

- ⦿ Kata-kata manufaktur berasal dari bahasa latin (manus = hand, factus =made)
- ⦿ Definisi “***manufacturing***” oleh Random House Webster’s College Dictionary:
 - “The making of goods or wares by manual labor or by machinery, esp. on a large scale.”
- ⦿ Definisi dari National Science Foundation’s Workshop:

“The creation and integration of informational and physical processes to create economic wealth through the production of artifacts.”
- ⦿ Definisi menurut Degarmo

“Manufacturing is the economic term for making goods and services available to satisfy human wants.”

Proses Manufaktur



Raw material

**Manufacturing
Process, using:
Machine
Man/ labor
Tools
Methods**

**Finish/ unfinish
parts**

Scrap/ waste

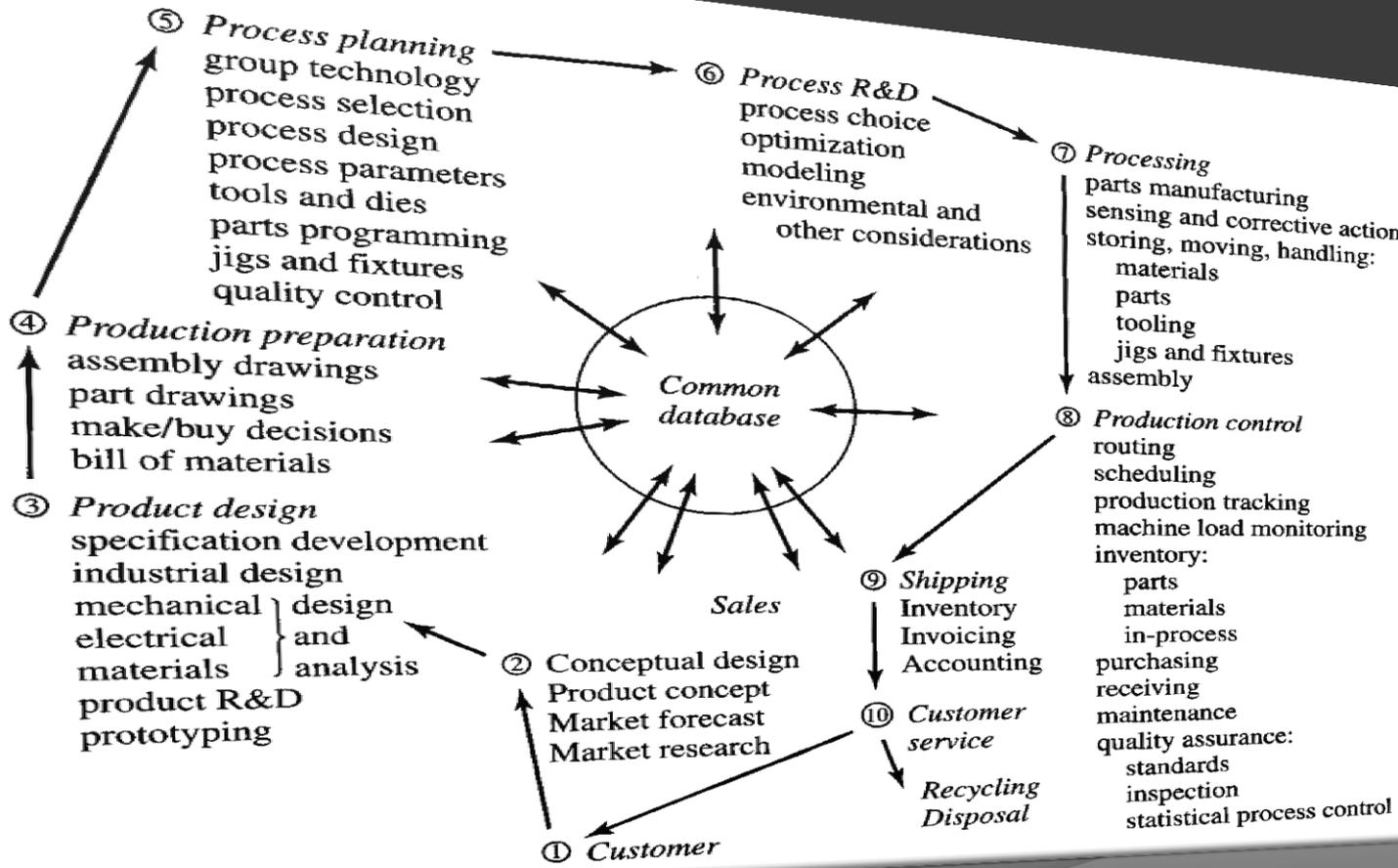


Manufacturing Process

Kegiatan mengubah bahan mentah (raw material) atau bahan setengah jadi (unfinished material) menjadi bentuk lain yang memiliki nilai tambah (added value) menggunakan mesin, tools, methods, dan manusia.

Contoh: Milling, Turning, Casting, Welding, dll.

Proses VS Sistem Manufaktur



Apa Pentingnya manufaktur

- Manufaktur adalah salah satu sumber pendapatan terpenting dalam perekonomian suatu negara.
- Produk Domestik Bruto Indonesia th 2010 adalah Rp. 1.375.233,7 miliar
- Profesi yang digeluti oleh Sarjana Teknik Industri antara lain : Design Engineers, Product Engineers, Research and Development, Manufacturing Engineer, Planning, Safety, Materials, etc.



Apa yang dipelajari dalam Proses Manufaktur

1. Casting and molding
2. Forming/ metal working process
3. Machining (material removal) process
4. Joining and assembly
5. Surface treatment (finishing)
6. Heat treatment



General Process Overview

Proses manufaktur adalah suatu prosedur / langkah-langkah mengubah material menjadi bentuk lain yang memiliki nilai lebih (added value).

Proses manufaktur dapat dikelompokkan menjadi :

1. Proses primer (Primary process)
2. Proses sekunder (Secondary process)

Proses Primer (Primary Process)

Jenis-jenis primary process:

1. Casting
2. Forging
3. Extrusion
4. Sheet Metal working
5. Cutting machining

Proses Sekunder (Secondary Process)

Jenis-jenis secondary process:

1. Fastener
2. Adhesive
3. Joining



Casting overview



Casting adalah Proses penuangan material cair (umumnya logam cair) ke dalam suatu cetakan (mold) dengan bentuk tertentu dan mendinginkannya sampai mengeras dan menjadi bentuk sesuai dengan cetakan.

Kemampuan dan Keuntungan Pengecoran

- Pengecoran dapat membentuk komponen dengan geometri eksternal/internal yang kompleks
- Beberapa proses pengecoran dapat langsung membentuk geometri akhir produk (*net shape*) sehingga tidak memerlukan proses manufaktur lainnya
- Pengecoran dapat digunakan untuk membuat komponen yang sangat besar (>100 ton)
- Proses pengecoran dapat dilakukan menggunakan berbagai jenis logam yang dapat dipanaskan hingga lebur (*liquid state*)
- Beberapa metoda pengecoran cocok untuk produksi massal

Kekurangan

- ⦿ Sifat menyerap/merembes (*porosity*)
- ⦿ Keakuratan dimensi geometrik dan kerataan permukaan yang rendah
- ⦿ Bahaya/resiko keselamatan kerja saat peleburan logam
- ⦿ Mechanical strength yang rendah

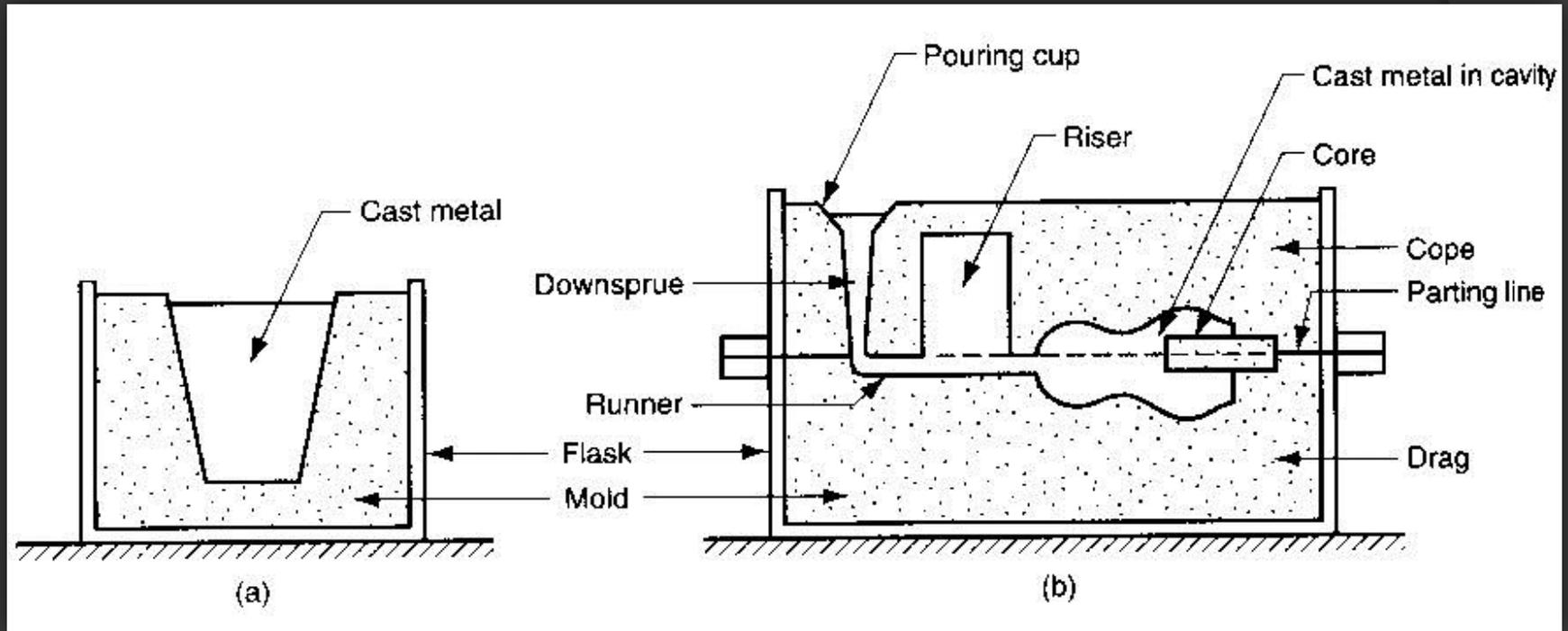
Proses Pengecoran (1)

- ⦿ Cetakan memiliki rongga sesuai dengan dimensi/bentuk komponen yang ingin dibentuk
- ⦿ Dimensi rongga sedikit lebih besar untuk mengkompensasi penyusutan saat logam mengalami proses pendinginan dan pengerasan
- ⦿ Setiap logam memiliki karakteristik penyusutan yang berbeda
- ⦿ Bahan cetakan: pasir (*sand*), gips (*plaster*), keramik (*ceramic*) dan logam (*metal*)

Proses Pengecoran (2)

- ◎ Tahapan pengecoran:
 - Logam dilebur pada temperatur tinggi hingga berubah menjadi zat cair
 - Logam cair dituangkan kedalam cetakan
 - Logam cair dalam cetakan mengalami proses pendinginan.
 - Seiring dengan menurunnya temperatur, logam akan mengeras.
 - Selama proses pengerasan terjadi perubahan fasa pada logam (membentuk karakteristik/properti hasil pengecoran)
 - Jika pendinginan/pengerasan selesai, cetakan dilepas.
 - Proses lanjutan: *trimming*, *cleaning*, *inspecting* dan *heat treatment*

Proses Pengecoran (3)



- Cetakan terbuka: berbentuk kontainer

Cetakan tertutup: memerlukan saluran (*passageway*) menuju rongga

Proses Pengecoran (4)

- ⦿ Klasifikasi proses pengecoran
 - Cetakan habis pakai (*expendable mold*)
 - Cetakan harus dirusak untuk mengeluarkan komponen hasil pengecoran
 - Cetakan yang terbuat dari: pasir, gips atau yang menggunakan bahan-bahan pereka.
 - Cetakan permanen (*permanent mold*)
 - Dapat digunakan berulang-ulang
 - Cetakan terbuat dari logam
 - Cetakan terbuat dari dua atau lebih bagian yang dapat dibuka untuk mengeluarkan komponen cor

Tahapan dalam Casting

Tahapan penting dalam casting :

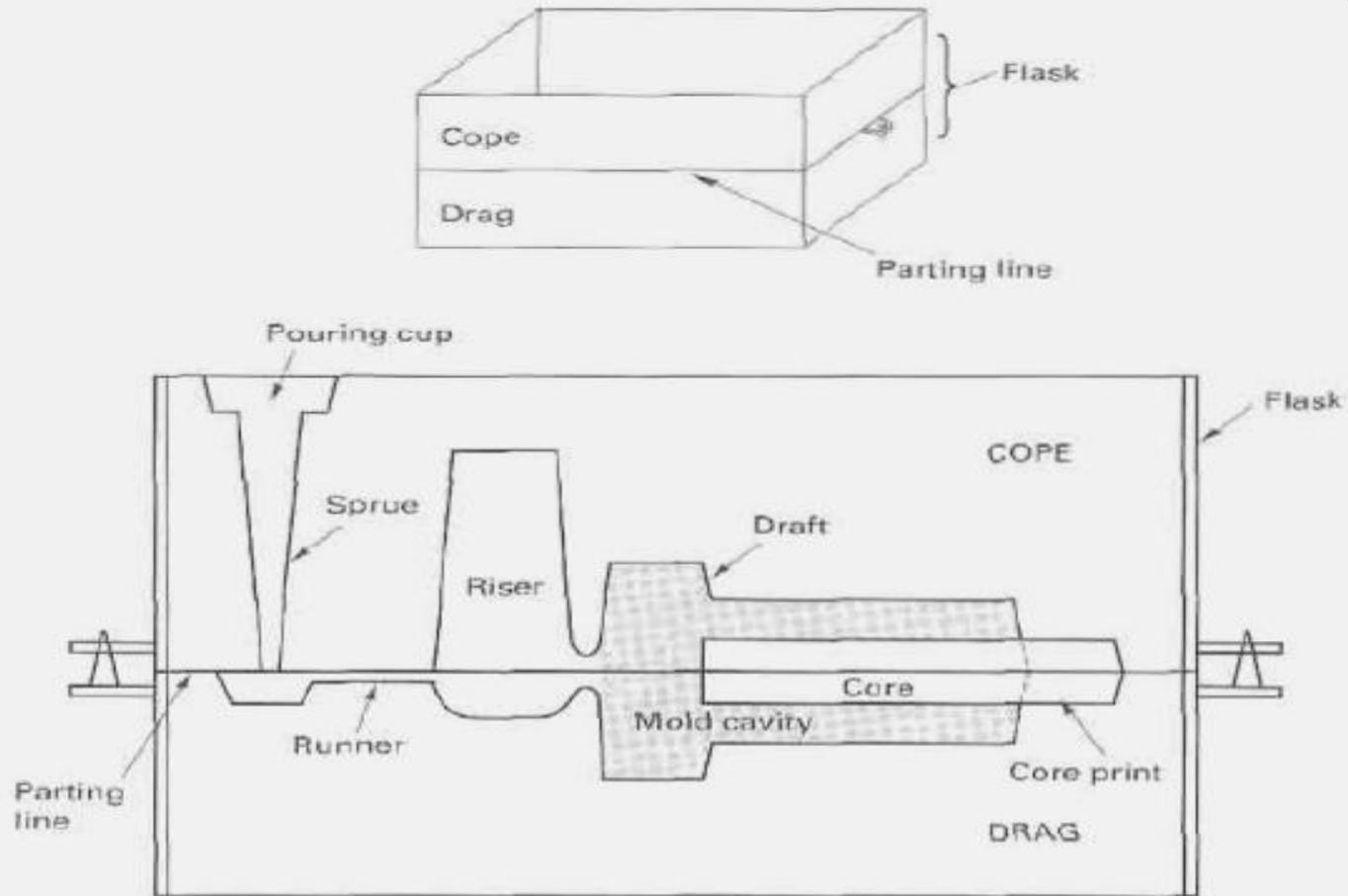
1. Pembuatan pola (Pattern making)
2. Molding dan peng-intian (core)
3. Cooling and solidification
4. Cleaning, finishing, and inspection

Pembuatan pola (pattern making)

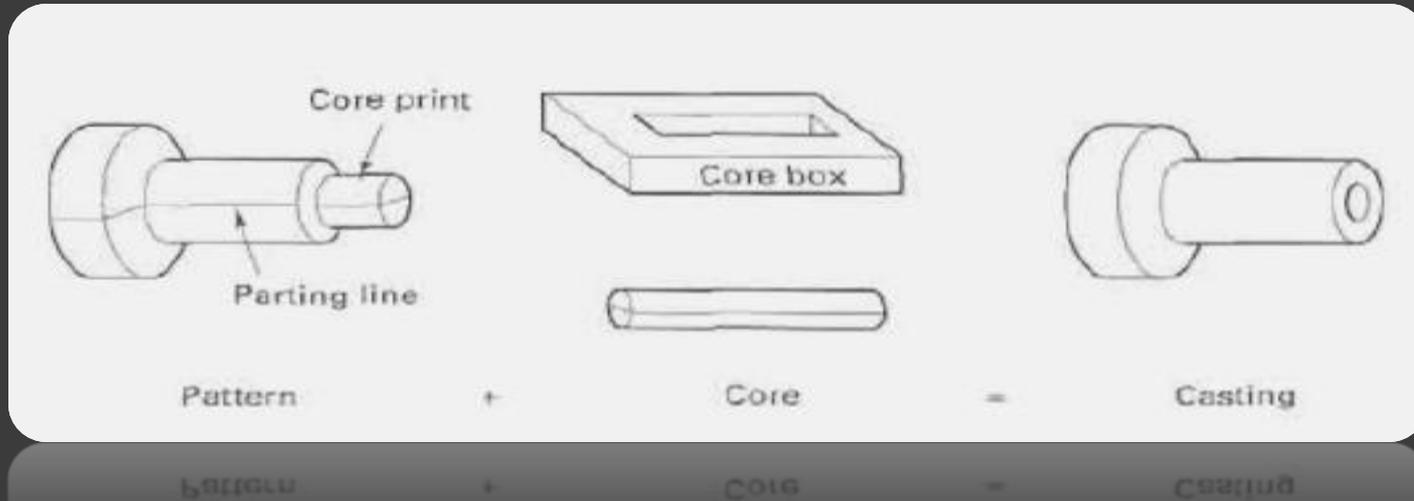
Dalam pembuatan pola perlu diperhatikan:

1. Bentuk cetakan
2. Shrinkage (penyusutan)
3. Machining allowance (ketebalan proses pengerjaan lanjutan)

Bentuk cetakan



Molding dan Peng-intian (core)



Inti/ cores dapat terbuat dari:

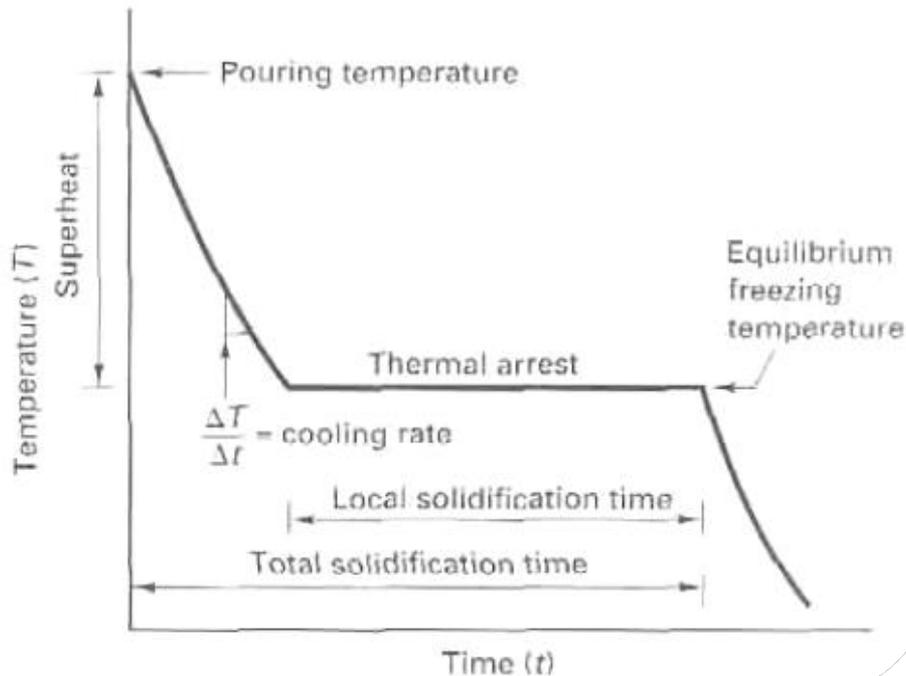
1. Pasir
2. Logam
3. Keramik/ glass
4. Material tahan panas lain

Cooling & Solidification process

Ada 2 tahap penting dalam solidification :

1. Nucleation. Kondisi yang teramati sesaat pada suhu mendekati titik lebur. Dimana terjadi proses pembentukan inti. Pada titik ini energi dalam (internal energy) bentuk cair dan padat memiliki nilai yang sama.
2. Crystal growth. Merupakan kelanjutan proses nucleation dimana terbentuk butiran-butiran yang akan menjadi batasan setiap inti dimana akan bersama-sama membentuk suatu permukaan benda padat.

Pure Metal Solidification Diagram



Merupakan alat yang berguna dalam mempelajari proses solidifikasi material

Informasi apa yang bisa kamu peroleh ?

Alloys Solidification

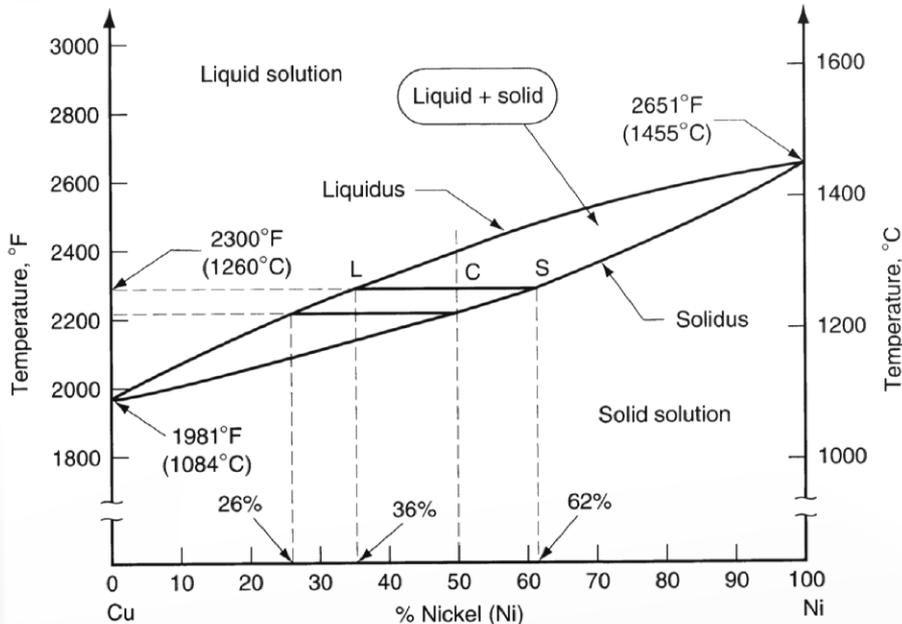


Diagram solidifikasi logam paduan.

Apa yang dapat kamu peroleh dari diagram tersebut ?

Superheat adalah Perbedaan temperatur antara penguangan dan pembekuan material.
Atau sejumlah panas yang dilepas oleh logam cair antara saat penguangan sampai saat solidifikasi

Solidification Time (Chorinov rule)

$$T_{st} = C_m \left(\frac{V}{A} \right)^n$$

T_{st} = total solidification time

C_m = mold constant; min/cm²

V = volume of the casting; cm³

A = surface area of the casting; cm²

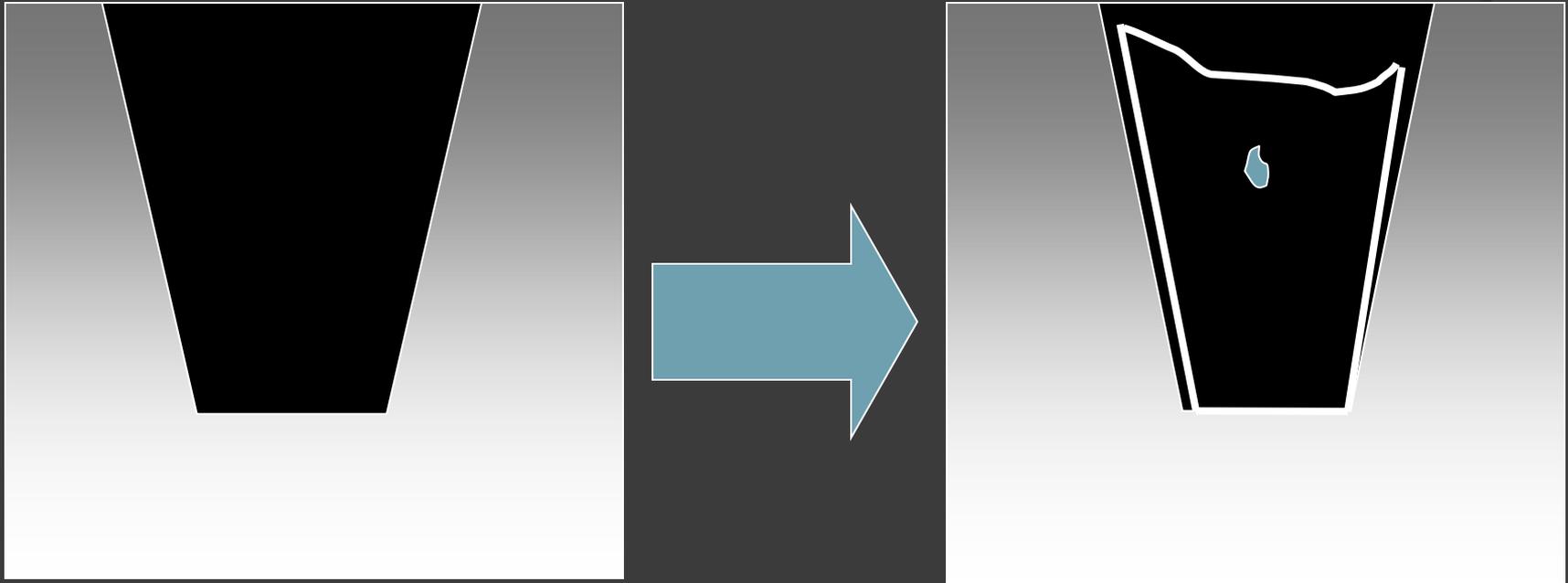
C_m bergantung dari:

- Material cetakan (mis: konduktivitas termal, panas)
- Sifat termal logam cor (mis: panas fusi, konduktivitas termal)
- Temperatur penguangan relatif terhadap temperatur cair

Nilai n berkisar dari 1,5 sampai 2,0

Volume riser dirancang lebih besar daripada volume rongga cetakan agar logam di rongga cetakan mengeras terlebih dahulu (*Chorinov rule*)

Shrinkage (Penyusutan)



Mengapa hal ini bisa terjadi ?

Shrinkage (Penyusutan)

- ⦿ Selama pendinginan dan pembekuan, shrinkage ini seringkali kita lupakan. Shrinkage ini sendiri terjadi karena 3 hal :
 - Kontraksi molten metals saat proses penuangan
 - Kontraksi akibat perubahan bentuk logam dari liquid ke bentuk solid (*solidification shrinkage*)
 - Kontraksi thermal (penyesuaian suhu dan bentuk padat dengan lingkungan)
- ⦿ Shrinkage membawa efek bagi hasil casting, karena adanya pengurangan tinggi dan pengurangan jumlah volume selama proses pendinginan tersebut (proses memadat)

Shrinkage (Penyusutan)

Volume kontraksi untuk berbagai jenis pengecoran logam

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

Fluidity

Merupakan kemampuan logam cair (molten metal untuk mengalir dalam cetakan (mold)

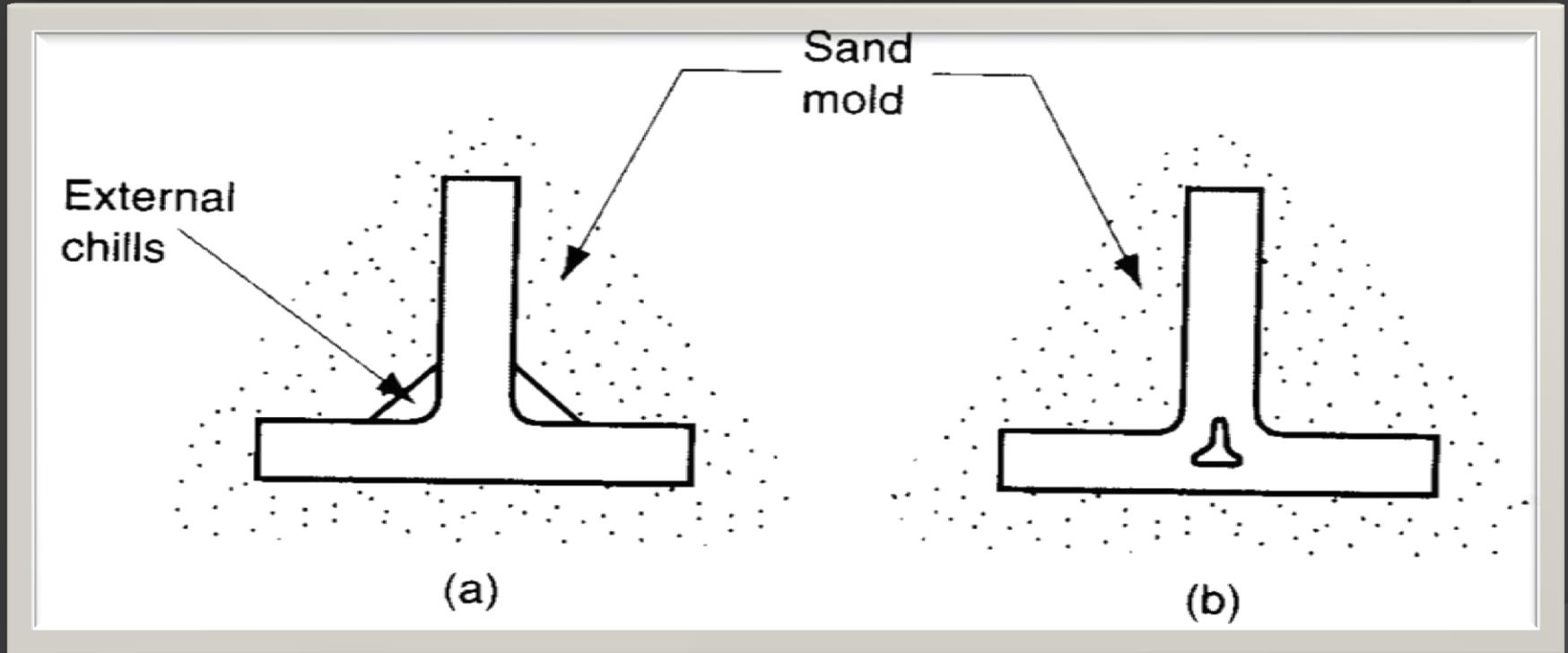
Hal-hal yang mempengaruhi fluidity :

1. Temperatur penuangan (Pouring temperature)
2. Komposisi logam paduan (Metal alloys composition)
3. Viskositas logam cair (Viscosity of liquid metal)
4. Transfer panas ke lingkungan (Heat transfer to surrounding)

Pengerasan Terarah (1)

- ⦿ Untuk meminimasi produk cacat akibat pengerasan:
 - Bagian rongga yang terletak jauh dari *riser* diharapkan mengalami proses pengerasan terlebih dahulu
 - Jika penyusutan terjadi, logam lebur dalam *riser* masih dapat mengisi volume penyusutan tersebut
 - Perlu pengerasan terarah
- ⦿ Pengerasan terarah
 - Riser dirancang menjauhi bagian rongga yang memiliki rasio V/A kecil
 - Chills: penyerap panas untuk mempercepat proses pendinginan (*internal chills* dan *external chills*)

Pengerasan Terarah (2)



- (a) External chill dipakai untuk mendinginkan bagian menyudut pada cetakan
- (b) Kemungkinan hasil yang diperoleh jika tanpa external chill

Perancangan riser

Tujuan perancangan

Agar diperoleh dimensi yang sesuai bagi riser agar mengeras lebih lama dibandingkan cavity/ cetakan utama.

Rumus

$$V = \pi D^2 H / 4$$

$$A = \pi D H + 2(\pi D^2 / 4)$$

V : volume riser

D : Diameter

A : Luasan riser

H : Ketinggian