



**Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret 2020**

1

# **PENANGANAN BAHAN PADAT**

**PENDAHULUAN : KARAKTERISTIK PADATAN**

**Tika Pararmitha, S.T., M.T.**

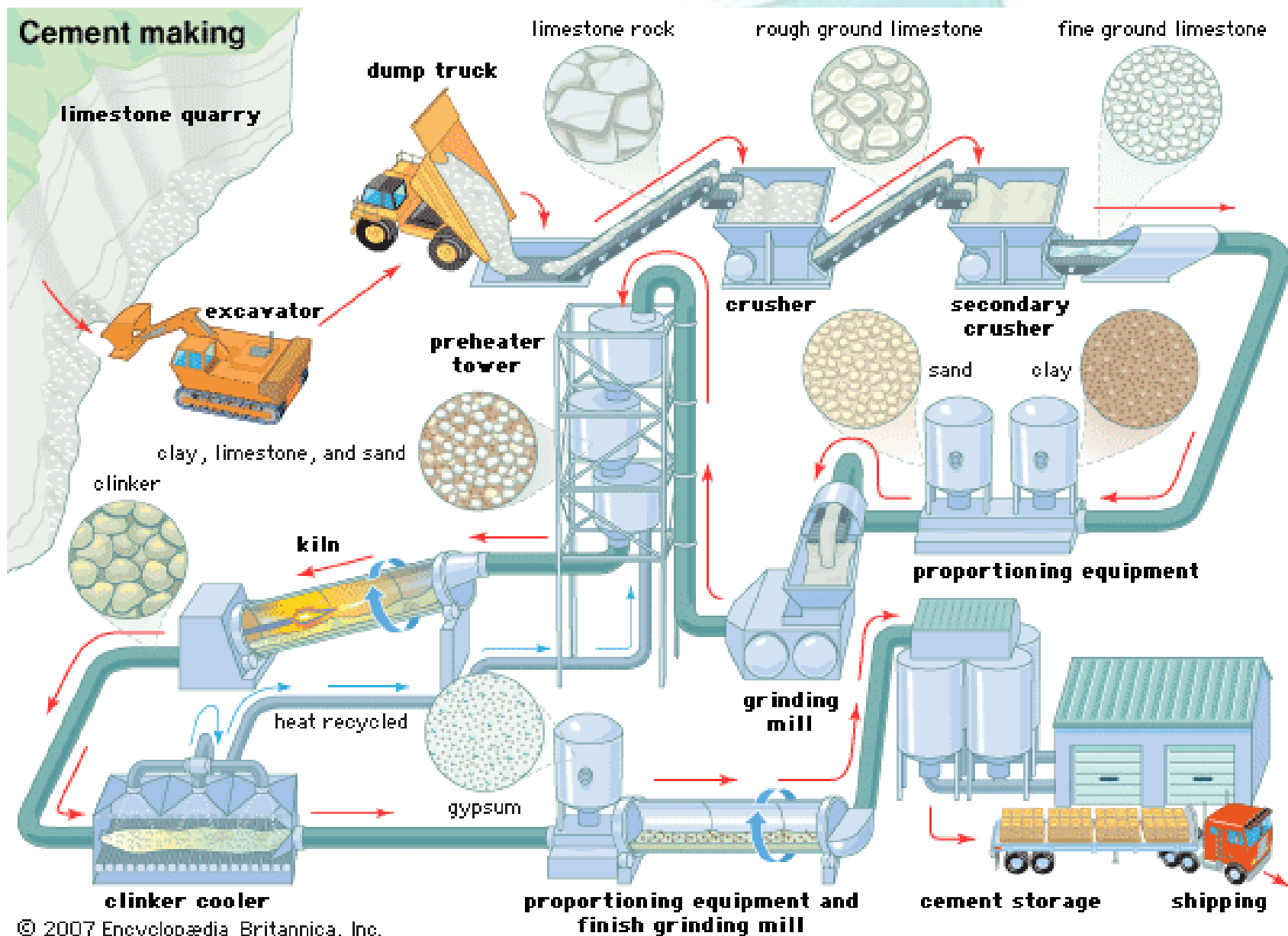
Video Tambang Batu Kapur di PT Indocement

<https://www.youtube.com/watch?v=9yg35hNmcyI&t=160s>

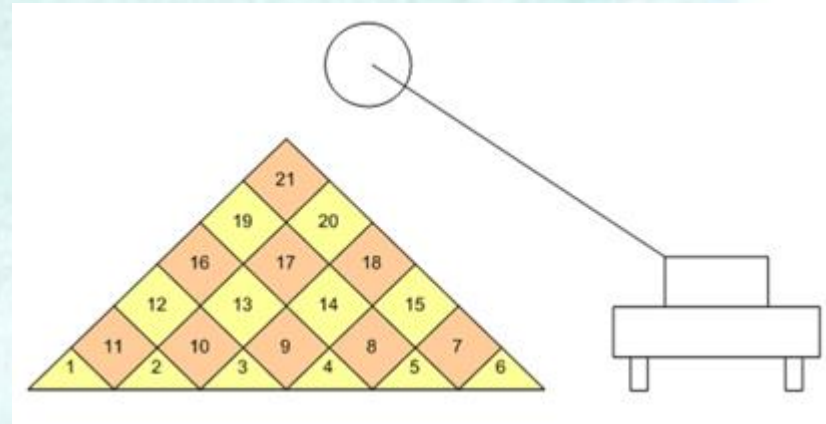
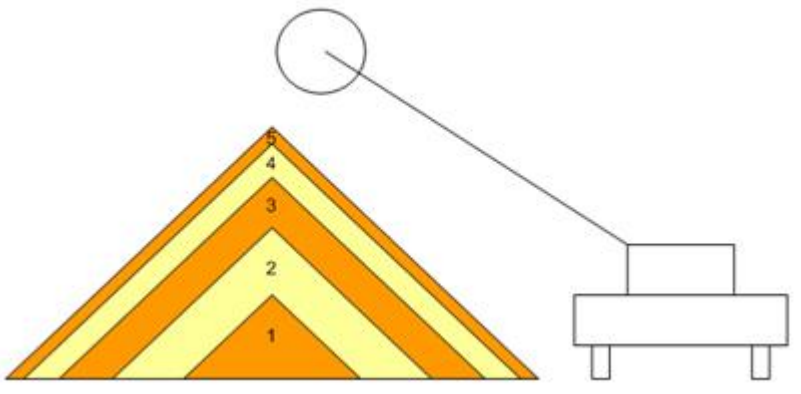
Video overview pengolahan semen di Proses Produksi PT Semen Baturaja  
(Persero) Tbk

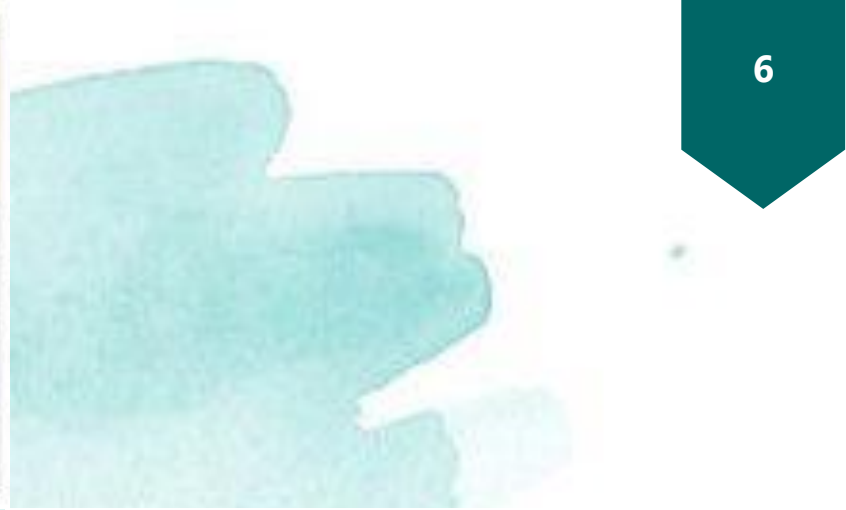
<https://www.youtube.com/watch?v=zieg4aeDIps>

# Cement making



- Teknik penyimpanan (**Stacking**)
- Teknik pengambilan bahan baku (**Reclaiming**)
- Hal penting dalam menyeragamkan komposisi kimia dan ukuran butiran (**blending effects**) bahan baku.





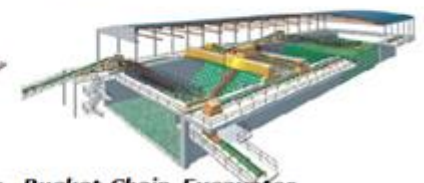
*Side Scraper*



*Portal Scraper*



*Bridge Scraper*



*Bucket Chain Excavator*



*Density*

*Specific gravity*

*Hardness (Kekerasan)*

*Brittleness (Kerapuhan)*

*Moisture Content*

*Angle of Repose (Sudut Geming)*

*Friction (Ketahanan Gesekan)*



- Untuk padatan, dikenal beberapa istilah untuk menyatakan densitas:

$$\rho = \frac{\text{berat}}{\text{volum}}; \text{bersatuan lb/ft}^3; \text{g/cm}^3 \text{ dsb.}$$

## 1. True density

$$\begin{aligned} \text{true density} = \rho &= \frac{\text{berat padatan}}{\text{volum padatan}} \\ &= \text{berat padatan dibagi volum padatan saja} \\ &\quad (\text{rongga-rongga di dalam padatan tidak diperhitungkan}). \end{aligned}$$

## 2. Bulk density

$$\begin{aligned} \text{Bulk density} = \rho_b &= \frac{\text{berat padatan}}{\text{volum padatan} + \text{rongga}} \\ &= \text{berat padatan dibagi volum padatan termasuk volum} \\ &\quad \text{rongga yang ada pada tumpukan butir-butir padatan.} \end{aligned}$$

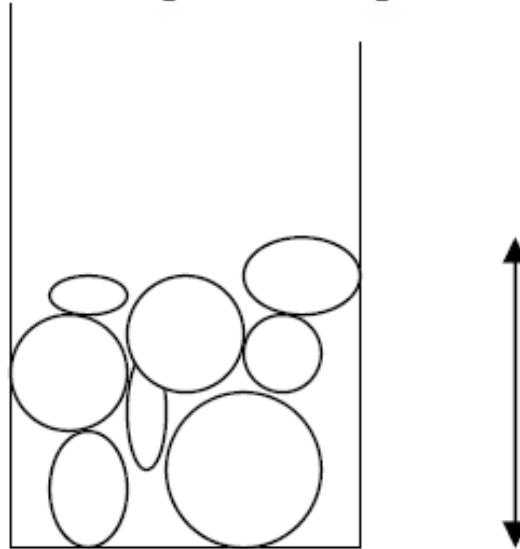
## 3. Apparent density

$$\text{apparent density} = \rho_A = \frac{\text{berat padatan}}{\text{volum padatan} + \text{volum rongga yang tidak berhubungan dengan udara luar}}$$



## ■ Latihan

Ditinjau suatu tumpukan zat padat :



Volume seluruhnya = Volume tumpukan

Volume seluruhnya = Volume (padatan + void eksternal + void internal)

## ■ Latihan

Contoh 1:

Berat padatan : 200 gram

Volume seluruhnya : 100 cc

Volume padatan + internal void : 60 cc

Volume padatan saja : 30 cc

Dicari:  $\rho$ ,  $\rho_b$ ,  $\rho_a$

Contoh 2:

Pasir kuarsa mempunyai  $\rho = 2,65 \text{ g/cc}$ . Pasir itu sebanyak 2,65 g diisikan dalam tabung, ternyata menempati volume 2 cc.

Berapa  $\rho_b$ ?

**Kesimpulan dari contoh 1 dan 2?**

- ❖ Distribusi ukuran akan mempengaruhi volume rongga, sehingga mempengaruhi pula *bulk density*.
- ❖ Hubungan volume rongga dengan volume total tumpukan dinyatakan dalam porositas.

$$\text{porositas} = \varepsilon = \frac{\text{volum rongga}}{\text{volum tumpukan}}$$

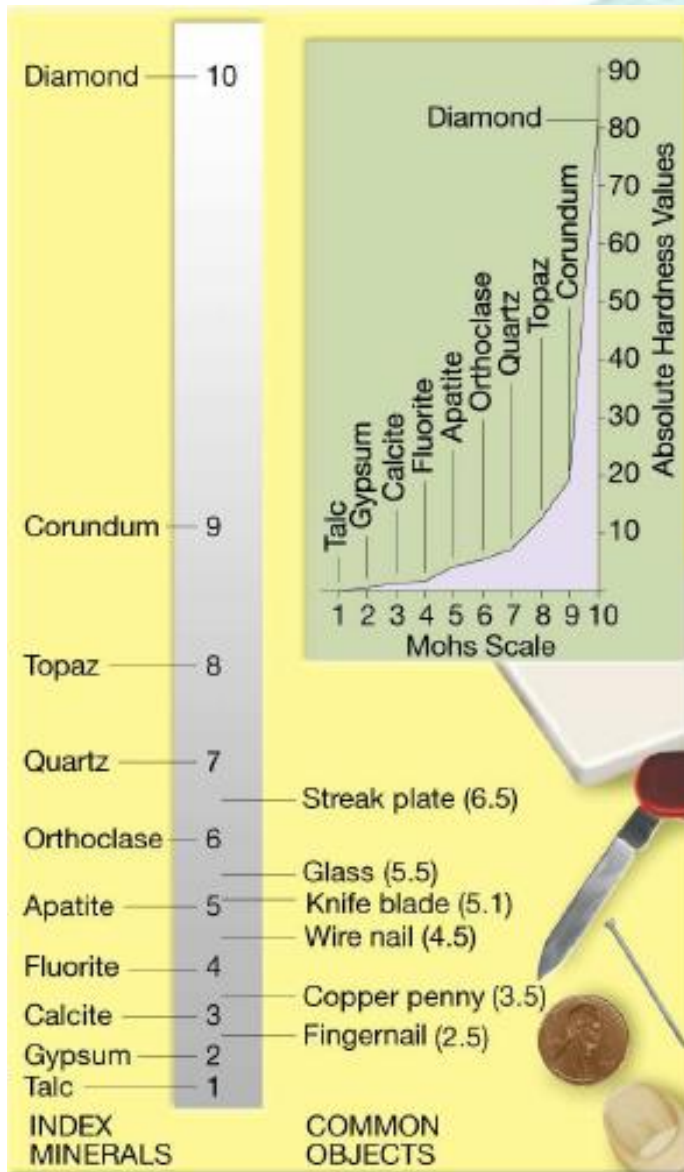
- *Specific gravity* merupakan perbandingan  $\rho$  bahan dengan  $\rho$  bahan referensi.

$$s.g. = \frac{\rho}{\rho_{\text{referensi}}}$$

- $\rho$  referensi ini biasanya  $\rho$  air pada 4°C.

- *Hardness* merupakan kekerasan bahan, dinyatakan dalam skala Mohs.
- *Hardness* merupakan kekuatan bahan terhadap goresan untuk mineral, sedangkan *hardness* merupakan kekuatan bahan terhadap lekukan untuk logam dan plastik .

Skala mohs	hardness	mineral
1	Soft material	Talkum: soap stone, waxes, agregat garam kristal
2		Gypsum: batuan garam, garan kristal, batubara
3		Kalsit: marmer, batu kapur lunak, kapur tulis
4	Intermediate material	Fluorit: fosfat, batu kapur
5		Apatit: batu kapur keras, bauksit
6		felspar
7		Kuarsa : granit (keras)
8	Hard material	Topas
9		Corundum (safir)
10		Intan (diamond)



**Orthoclase feldspar (6)** digunakan sebagai **bahan pemutih dalam pasta gigi,**

**Enamel gigi** terdiri atas mineral **apatite (5).**

**Gypsum (2)** menambah kekuatan dan daya rekat pada semen.

**Talc (1)** ( $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ) banyak dimanfaatkan pada industri kosmetika.

- **Brittleness** yaitu ukuran mudah tidaknya suatu bahan untuk dapat pecah.
- *Brittleness* tidak selalu sama dengan kriteria dalam *hardness*, contoh:
  - Plastik mempunyai sifat mudah meleku ( *hardness* kecil), tetapi tidak mudah pecah.
  - Gypsum mempunyai sifat mudah tergores tetapi tidak mudah pecah.
- *Brittleness* merupakan kebalikan dari *toughness*.
- *Toughness* adalah kekuatan sifat logam terhadap perambatan retak bahan.

- Struktur kristal dan ukuran kristal berpengaruh pada kerapuhan (*friability*).
- Struktur kristal juga menentukan bentuk partikel pada saat operasi *crushing*,
- Contoh:
  - Galena (PbS) → pecah menjadi bentuk kubus
  - Mica → plate
  - Magnetite → butiran dengan permukaan halus

Mica



Magnetite



Galena (lead glance)



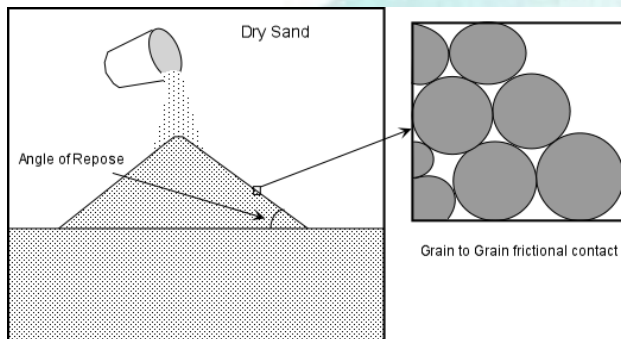


Di bawah 3 – 4% berat → padatan mineral kering → tidak mengalami kesulitan dalam *size reduction*

Di atas 4% berat → padatan lengket → menyumbat peralatan

Di atas 50% berat → *wet size reduction*

**Angle of repose** adalah sudut menurun tercuram dari sebuah tumpukan bahan relatif terhadap bidang horizontal bahan. *Angel of repose* berada di antara 0 dan 90°.



**Angle of repose** digunakan dalam mendesain alat dan mesin yang menangani dan mengolah bahan berbentuk partikel, seperti **hopper** dan **silo** yang digunakan untuk menampung, dan **sabuk konveyor** yang digunakan untuk memindahkan bahan.

# ANGLE OF REPOSE

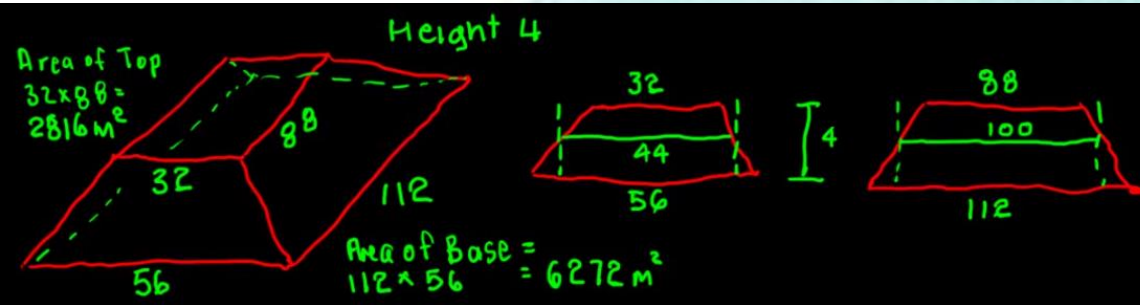


Bahan	Angle of repose
Abu kayu	40°
Aspal	30–45°
Bekatul	30–45°
Biji kopi segar	35–45°
Biji semanggi	28°
Gandum	28°
Granit	35–40°
Kapur	45°
Kelapa parut	45°
Kerikil (di alam bersama pasir)	25–30°
Kerikil (kering)	30–45°
Malt	30–45°
Pasir (basah)	45°
Pasir (kering)	34°
Salju	38°
Serpihan kulit kayu (wood refuse)	45°
Tanah	30–45°
Tanah liat (basah)	15°
Tanah liat (kering)	25–40°
Tepung jagung	30–40°
Tepung terigu	45°
Urea (butiran)	27°



- *Friction* adalah kemudahan bahan untuk dapat digeser dengan bahan lain.

Materials		Static Friction,		Kinetic/Sliding Friction,	
		Dry and clean	Lubricated	Dry and clean	Lubricated
Aluminium	Steel	0.61		0.47	
Alumina ceramic	Silicon Nitride ceramic				0.004 (wet)
BAM (Ceramic alloy AlMgB <sub>14</sub> )	Titanium boride (TiB <sub>2</sub> )	0.04–0.05	0.02		
Brass	Steel	0.35-0.51	0.19	0.44	
Cast iron	Copper	1.05		0.29	
Cast iron	Zinc	0.85		0.21	
Concrete	Rubber	1.0	0.30 (wet)	0.6-0.85	0.45-0.75 (wet)
Concrete	Wood	0.62			
Copper	Glass	0.68			
Copper	Steel	0.53		0.36	
Glass	Glass	0.9-1.0		0.4	
Ice	Ice	0.02-0.09			
Polyethene	Steel	0.2	0.2		
PTFE (Teflon)	PTFE (Teflon)	0.04	0.04		0.04
Steel	Ice	0.03			
Steel	PTFE (Teflon)	0.04-0.2	0.04		0.04
Steel	Steel	0.74-0.80	0.16	0.42-0.62	
Wood	Metal	0.2–0.6	0.2 (wet)		
Wood	Wood	0.25–0.5	0.2 (wet)		



### III. Volume of a truncated pyramid

$$\begin{aligned} &= \frac{H}{3} (Ab + At + \sqrt{Ab \times At}) \\ &= \frac{4}{3} (6272 + 2816 + \sqrt{6272 \times 2816}) \\ &= 17720,82 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Memilih satu jenis bahan padat (berbeda untuk tiap kelompok).  
Cari karakteristik padatan berikut: *bulk density*, kadar air, *angle of repose*, dan mempelajari karakteristik padatan lainnya, serta menghitung ukuran *stockpile* (tinggi= 4 m, luas bawah 5.800 m<sup>2</sup>, dan volume 20.000 m<sup>3</sup>).

Material Description	Loose Bulk Density (lb/ft <sup>3</sup> )	CEMA Material Code	Angle of Repose (degrees)	Maximum Allowable Angle of Conveyor Inclination (degrees)
Alumina	55-66	58B <sub>6</sub> 27MY	22	12
Bark, Wood, Refuse	10-20	15E45TVY	45	27
Bentonite, 100 mesh	50-60	55A <sub>100</sub> 25MXY	42	20
Cement, Clinker	75-95	85D <sub>3</sub> 36	30-40	18-20
Coal, Powder River Basin	40- 55	50D35LV	38	15
Coal, Bituminous, Mined	45-55	50D <sub>x</sub> 35	38	15
Coal, Lignite	37-45	41D <sub>3</sub> 35TN	38	15
Coke, Petroleum, Shot	45-63	50C36LTWZ	35-40	14
Coke, Petroleum, Sponge	45-63	50C36LTWZ	35-40	14
Coke, Petroleum, Fluid	58-63	61B46LMTWYZ	25-35	*
Copper, Ore	120-150	125D <sub>x</sub> 36	30-44	20
Cullet, Fines	80-120	120C <sub>1/2</sub> 37	30-44	20
Earth, Wet, Containing Clay	100-110	105D <sub>16</sub> 46OV	45	23
Gravel, Pebbles	90-100	95D <sub>3</sub> 27	30	12
Kaolin, Clay, 3 in. & Under	63	63D <sub>3</sub> 25	35	19
Lime, Hydrated	40	40B <sub>6</sub> 35LM	40	21
Limestone, Crushed	85-90	88D <sub>x</sub> 36	38	18
Phosphate, Rock, Pulverized	60	60B <sub>6</sub> 36	40	25
Rice, Hulled	45-49	47C <sub>1/2</sub> 25P	19	8
Sand, Foundry, Prepared	65-75	70B <sub>6</sub> 47X	30-44	24
Taconite, Pellets	116-130	123D <sub>3</sub> 17Q	30-44	13-15
* - Normally pneumatically conveyed				

# TK4543 - Penanganan Bahan Padat [C]

Senin 13.00 – 15.30  
spada

Kode MK : PadatC

Enrolment key : padat\_c