



Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret 2020

1

SIZE CLASSIFICATION

Tika Paramitha, S.T., M.T.

Tujuan kuliah:

1. Dapat memilih alat dan merancang sistem *screening* di industri
2. Dapat mengevaluasi efisiensi alat

Materi:

- Alat ayakan
- Kapasitas *screen*
- Efisiensi *screen*

Screen : ayakan

Screening : operasi ayakan

Tujuan:

Pemisahan partikel padatan berdasarkan ukuran

1. penyiapan produk siap jual/pakai
2. penyiapan produk sebagai umpan proses
3. memisahkan kontaminan yang ukurannya tidak diinginkan
4. dasar pengendalian operasi → *closed-circuit grinding*

Contoh:

- Batubara
- Semen
- Batu krakal
- Cat
- Karbon aktif



Berdasarkan gerak pengayak, alat ayakan dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Stationary screen*
2. *Dynamic screen*

Beberapa alat ayakan:

- Stationary
- Grizzly
- Vibrating
- Oscillating
- Reciprocating
- Tromel/revolving

Faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan *screen*:

- a. Kapasitas, kecepatan hasil yang diinginkan
- b. Kisaran ukuran (*size range*)
- c. Sifat bahan : densitas, kemudahan mengalir (*flowability*)
- d. Unsur bahaya bahan : mudah terbakar, berbahaya, debu yang ditimbulkan
- e. Ayakan kering atau basah

Pemilihan *screen* berdasarkan ukuran disajikan di fig. 19-14 (Perry, 7th ed.)

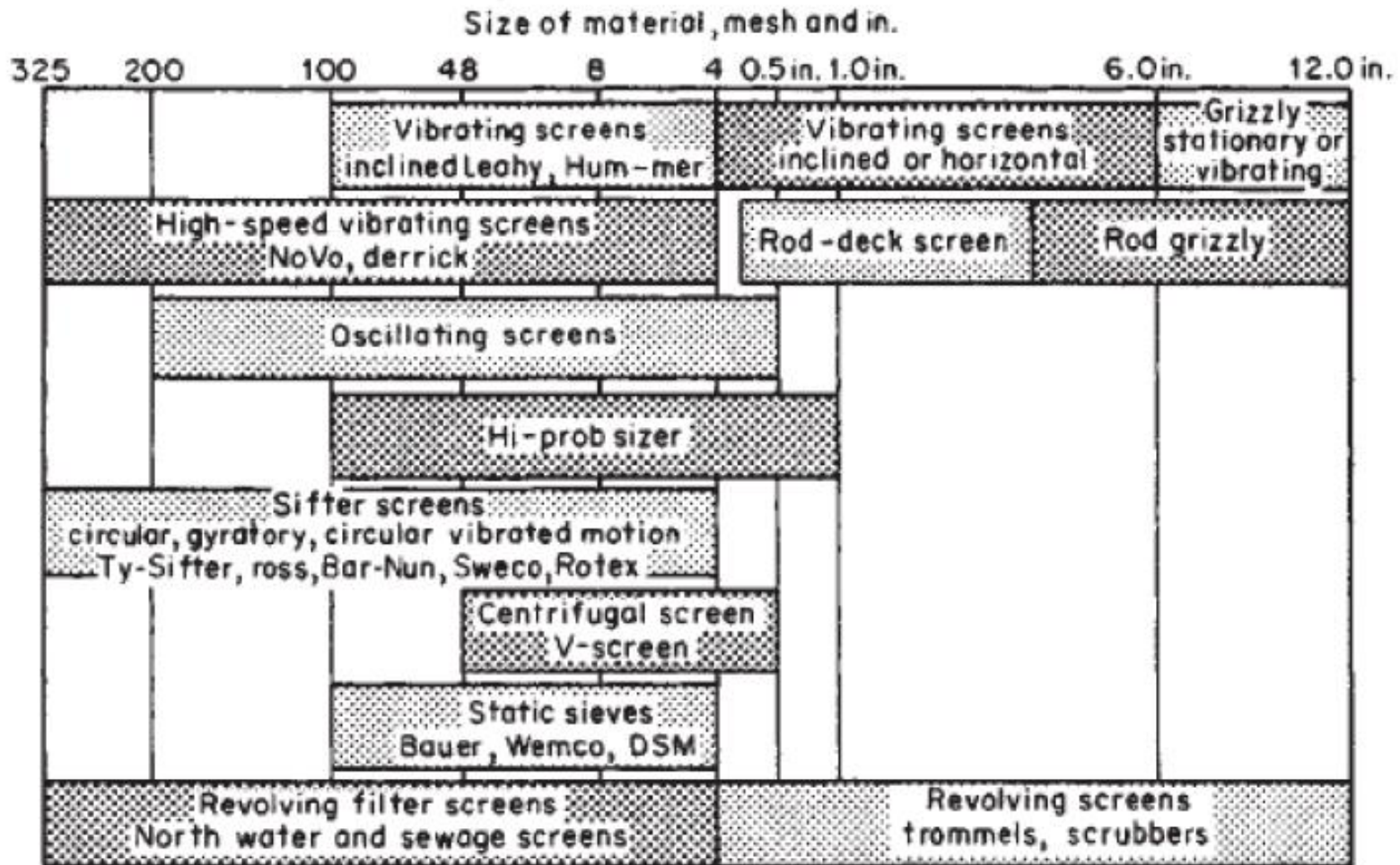


FIG. 19-14 Range of separations that can be obtained with various kinds of screens. To convert inches to meters, multiply by 0.0254. [Matthews, Chem. Eng. (Feb. 15, 1971).]

Lubang pada ayakan dapat dibuat dari rangkaian anyaman kawat atau dari plat yang dilubangi.

Ditinjau sebuah lubang:

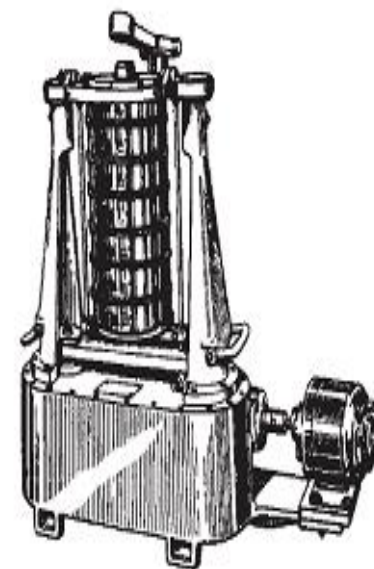
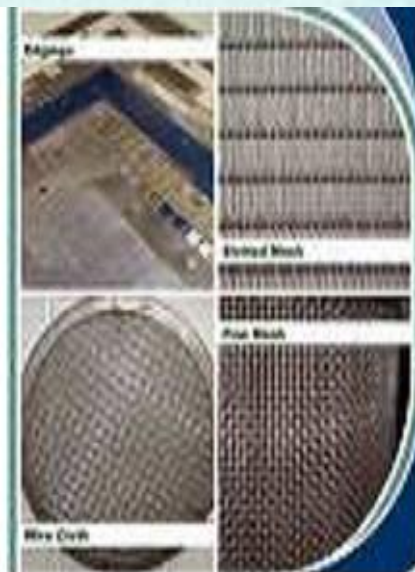
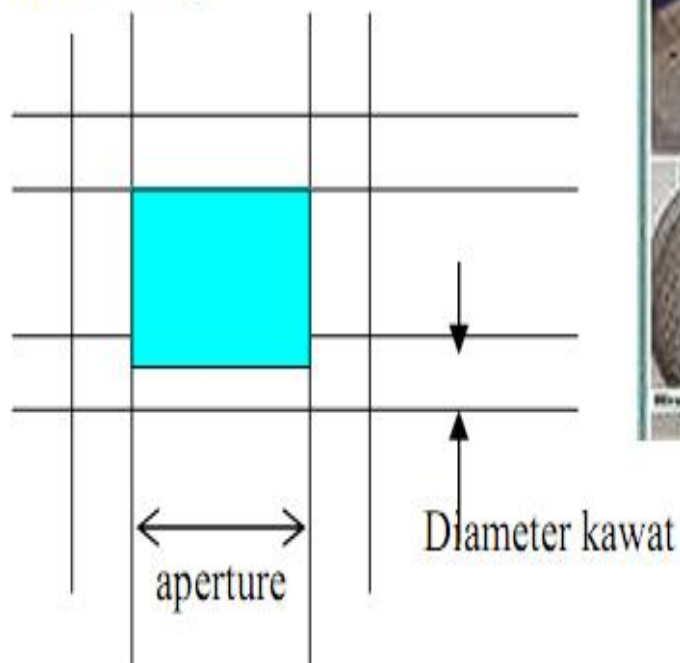


FIG. 19-15 Ro-Tap testing sieve shaker. (W. S. Tyler, Inc.)

Keterangan : Untuk ukuran lubang yang berbeda, digunakan diameter kawat yang berbeda pula.

Contoh:

Ayakan 10 mesh, artinya sepanjang 1 inch terdapat 10 lubang dan kawatnya.

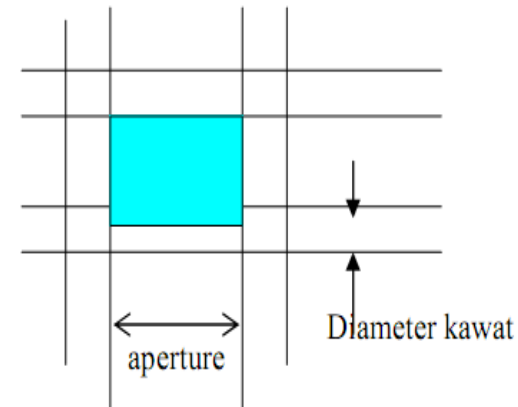
Maka : Jarak antar pusat kawat yang satu dengan kawat berikutnya = $1/10 = 0,1$ in.

Aperture = $0,1 - (\text{diameter kawat})$ in.

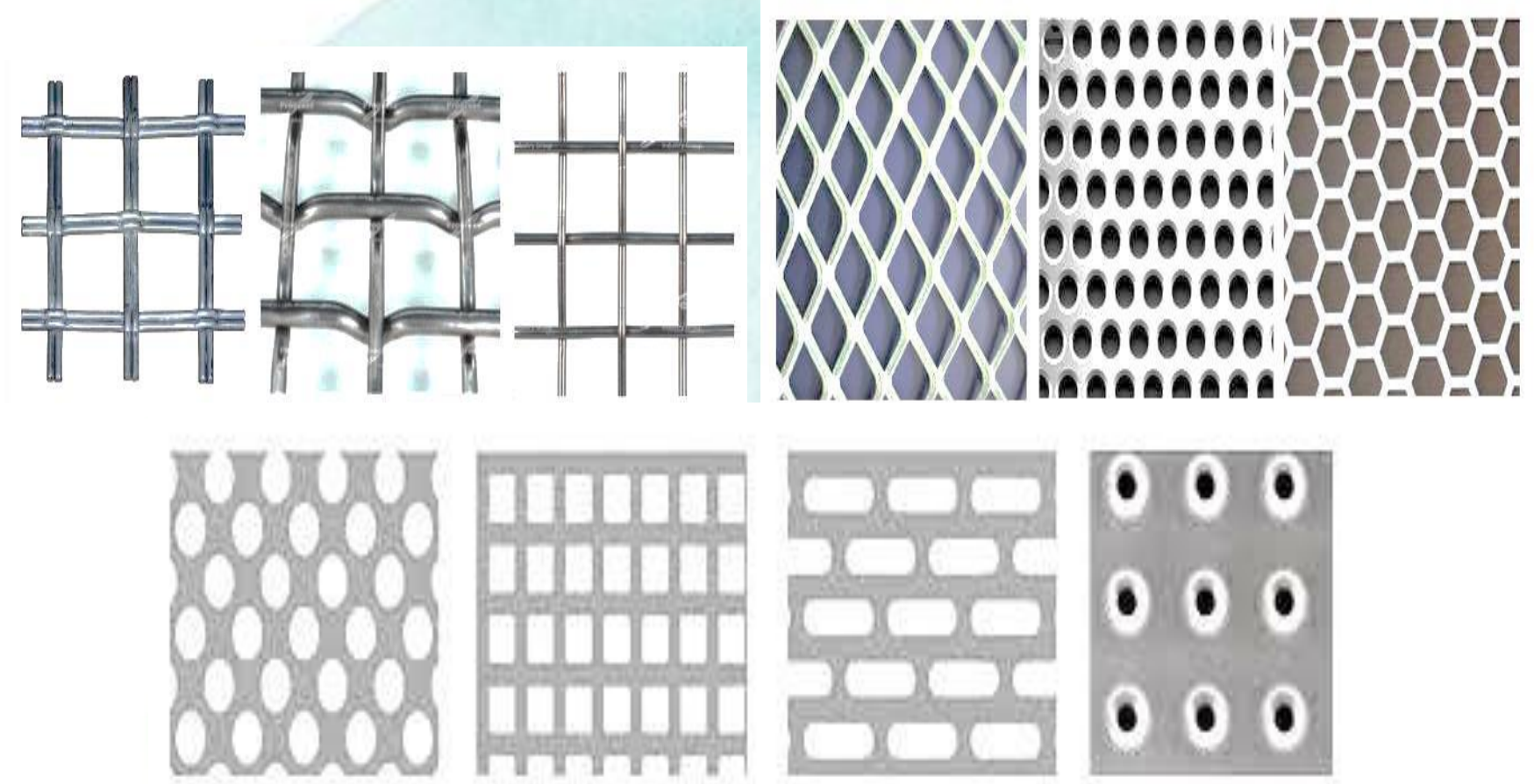
Dari table Tyler screen, untuk 10 mesh ternyata diameter kawat = $0,035$ in, maka,

Aperture = $0,1 - 0,035 = 0,065$ in.

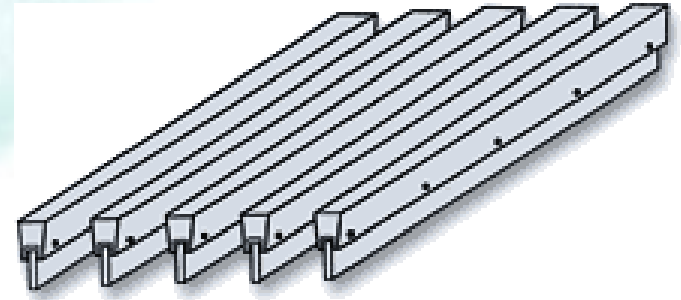
Ditinjau sebuah lubang:



Bentuk-Bentuk Lubang Ayakan



- Biasa terbuat dari batang trapesium (dari Mn)
- Klasifikasi partikel ukuran besar (> 1 in)
- Ukuran lebar : 3-4 ft; panjang : 8-10 ft
- Terpasang horizontal atau miring 20 - 50°
- Terpasang sebelum *crusher*
- Terpasang *stationary* atau *mechanically vibrated*
- Kapasitas spesifik : 100 -150 ton/(ft².jam)



Video :

https://youtu.be/mB9FeTJlb_I

- Ayakan dinamis dengan permukaan horizontal dan miring digerakkan pada frekuensi tertentu.
- Ayakan jenis ini mempunyai frekuensi tinggi, dengan efisiensi pemisahan yg baik, yang digunakan untuk rentang ukuran partikel yang luas.

Spesifikasi alat :

1. Frekuensi vibrasi : 1200 - 1800 /menit
2. Ukuran partikel : 1 - 0,0164 inch
3. Sudut kemiringan : untuk *dry screen* $\pm 20^\circ$
untuk *wet screen* antara 5° - 10°
4. Kapasitas : 5 - 20 ton/ft².day



Prinsip Kerja Mesin Vibrating Screen:

1. Menghasilkan getaran dari sumber getar yang kemudian akan diteruskan ke permukaan screen, sehingga screen tersebut dapat bergerak naik turun.
2. Pergerakan naik turun dari permukaan screen tadi, kemudian diterima oleh material yang berada di atasnya sebagai energi penggerak.

Kelebihan

1. Keakuratan ukuran yang tinggi
2. Biaya pemeliharaan murah
3. Tidak memerlukan banyak tempat
4. Efisiensi pengayakan relatif tinggi

Type	Spesifikasi Screen (mm)	Layers	Lubang saringan (mm)	Ukuran Max. Feed (mm)	kapasitas (t/h)	Power (KW)
2YA 1237	1200×3700	2	3-50	200	7.5-80	5.5
3YA 1237	1200×3700	3	3-50	200	7.5-80	7.5
2YA 1548	1500×4200	2	5-50	400	50-208	15
3YA 1548	1500×4800	3	5-50	400	50-250	15
3YA 1848	1800×4800	3	5-80	400	50-300	18.5
3YA 1860	1800×6000	3	5-80	400	50-350	22
3YA 2160	2100×6000	3	5-100	400	100-500	30
2YA 2460	2400×6000	2	5-150	400	150-700	30

Video :

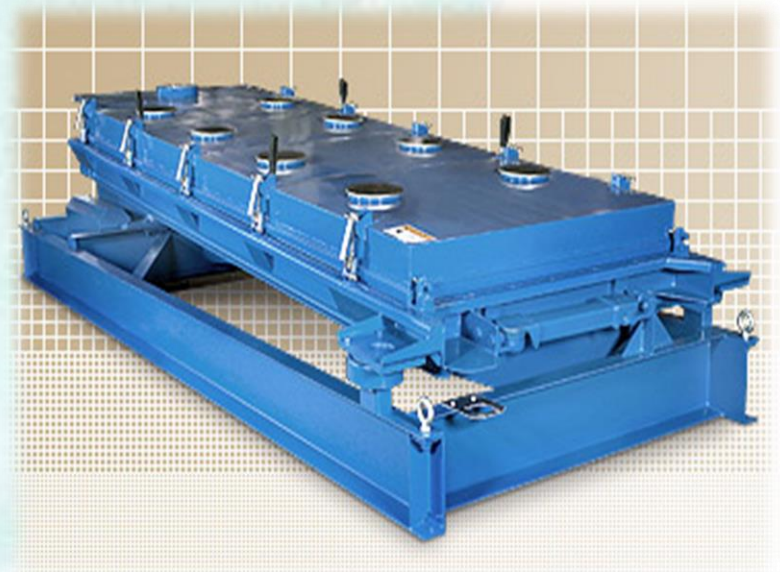
<https://youtu.be/pwgRPZMGrjE>

<https://youtu.be/M1K6uDv6bx4>

- Alat ini melakukan pengayakan dengan gerakan maju-mundur yang teratur.
- Biasa digunakan untuk pengayakan batubara, kerakal.

Spesifikasi alat :

1. Kemiringan : 5° dari posisi horizontal
2. Kapasitas : 2 - 8 ton/ft².day
3. Frekuensi getaran : 20 - 200 Hz
4. Ukuran partikel: 12 mm - 0,25 mm



Cara Kerja Reciprocating Screen :

- Gerakan maju mundur didapat dengan menggerakkan poros eksentrik, lalu gerakan berputar dari motor diubah menjadi gerakan linear maju mundur.
- Pada saat terjadi gerakan maju, bidang ayakan menjadi terangkat sehingga partikel tertekan pada bidang ayakan, dan akhirnya maju bersama-sama dengan ayakan.

Spesifikasi Reciprocating Screen (Rotex.inc)

Model Number	Screen Size per Surface	Capacity in Tons per Hour		Motor	
		Pellets	Crumbles	HP	RPM
203	30" x 60"	13	8	2	1800
43"	40" x 84"	25	15	2	1800
83"	40" x 120"	35	23	3	1800
523	60" x 120"	50	34	7.5	1200
73	80" x 144"	85	55	10	1200

Kelebihan

- ✓ Hemat tempat
- ✓ Kebutuhan energi kecil

Kekurangan

- ✓ Biaya perawatan tinggi
- ✓ Kapasitas rendah
- ✓ Tidak dapat digunakan untuk material berat

Video :

https://youtu.be/0R2caNDI5_A

- Spesifikasi alat:

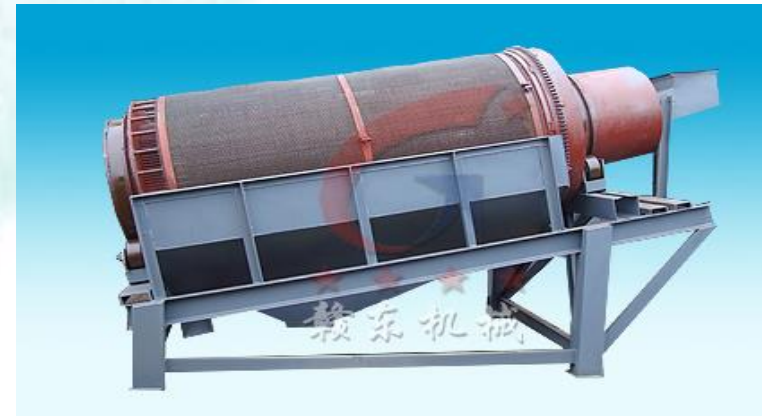
1. Ukuran partikel : 0,25 – 2,5 in
2. Inclination : $\frac{3}{4}$ in/ft (for *wet screening*) – 3 in/ft of length
3. Kecepatan operasi : 33 – 45% kecepatan kritis

- Kecepatan kritis

$$N_c = 13,51 \sqrt{\frac{g}{D}}$$

D = diameter trommel (ft) ; g = percepatan gravitasi (ft/s²)

- *Usual design* → D = 3 – 4 ft
L = 5 – 8 ft (panjang)
Speed = 15 – 20 rpm
Power = 2,5 – 5 hp (motors)
Kapasitas = 0,3 - 2 ton/ft².day



Kelebihan

- ✓ Peralatan cukup sederhana
- ✓ Biaya operasi murah
- ✓ Tidak menimbulkan getaran
- ✓ Daya yang diperlukan kecil

Kekurangan

- ✓ Efisiensi relatif rendah
- ✓ Kapasitas tidak besar
- ✓ Keakuratan hasil pengayakan kurang bagus
- ✓ Tidak cocok untuk mengayak benda berukuran halus

Spesifikasi Trommel Screen

Model	Capacity (t/h)	Power (kw)	Drum diameter (mm)	Drum length (mm)	Screen size (mm)	Dimension (mm)	Weight (kg)
GT1015	50	4.0	1000	1500	<3 ~ 10	3000*1400*2145	2200
GT1020	100	5.5	1000	2000		3460*1400*2145	2800
GT1225	160	7.5	1200	2500		4146*1600*2680	4200
GT1530	250	11	1500	3000		4460*1900*2820	5100
GT1545	350	15	1500	4500		5960*1900*3080	6000
GT1848	450	22	1800	4800		6500*2300*4000	7500
GT2055	600	30	2000	5500		7500*2500*4000	8600

Sumber : Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer Factory

Video :

https://youtu.be/e_rFVQbeZ60

1. Sumber Brown, 1950 (hal. 16)

Types of screen	Capacity range, $\frac{\text{Ton}}{\text{ft}^2 \cdot \text{mm aperture} \cdot 24\text{hr}}$
grizzlies	1 - 6
Stationary	1-5
vibrating	5 - 20
Shaking & isolating	2 - 8
trommels	0,3 - 2

Contoh : tersedia *vibrating screen* dengan luas permukaan 6 ft², aperture 2 mm.

Berapa kisaran kapasitas yang memungkinkan screen ini?

Penyelesaian :

$$\text{Kapasitas} = (5 \text{ s/d } 20) \times 6 \times 2$$

$$\text{Kapasitas} = 60 \text{ s/d } 240 \text{ tons/24 jam}$$

Contoh 1:

Suatu industri kimia baru akan membeli *vibrating screen* dengan spesifikasi seperti contoh di atas. Kapasitas bahan yang akan diayak industri itu adalah 1000 ton/hari. Apa yang seharusnya dilakukan industri itu?

2. Sumber Perry, Chapter 19.

Persamaan Matthews :

$$A = 0,4 \text{ Ct} / (\text{Cu} \cdot \text{Foa} \cdot \text{Fs})$$

A = screen area, ft²

Ct = through flow rate, ton.hr

Cu = unit capacity, ton/(hr.ft²), figure 19-21

Foa = open-area factor, figure 19-22

Fs = slotted-area factor, table 19-7

TABLE 19-7 Slotted-Opening Factors

Screen type	Length-to-width ratio
Square and slightly rectangular openings	Less than 2
Rectangular openings	Equal to or greater than 2 but less than 4
Slotted openings	Equal to or greater than 4 but less than 25
Parallel-rod decks	Equal to or greater than 25

Activate Windows

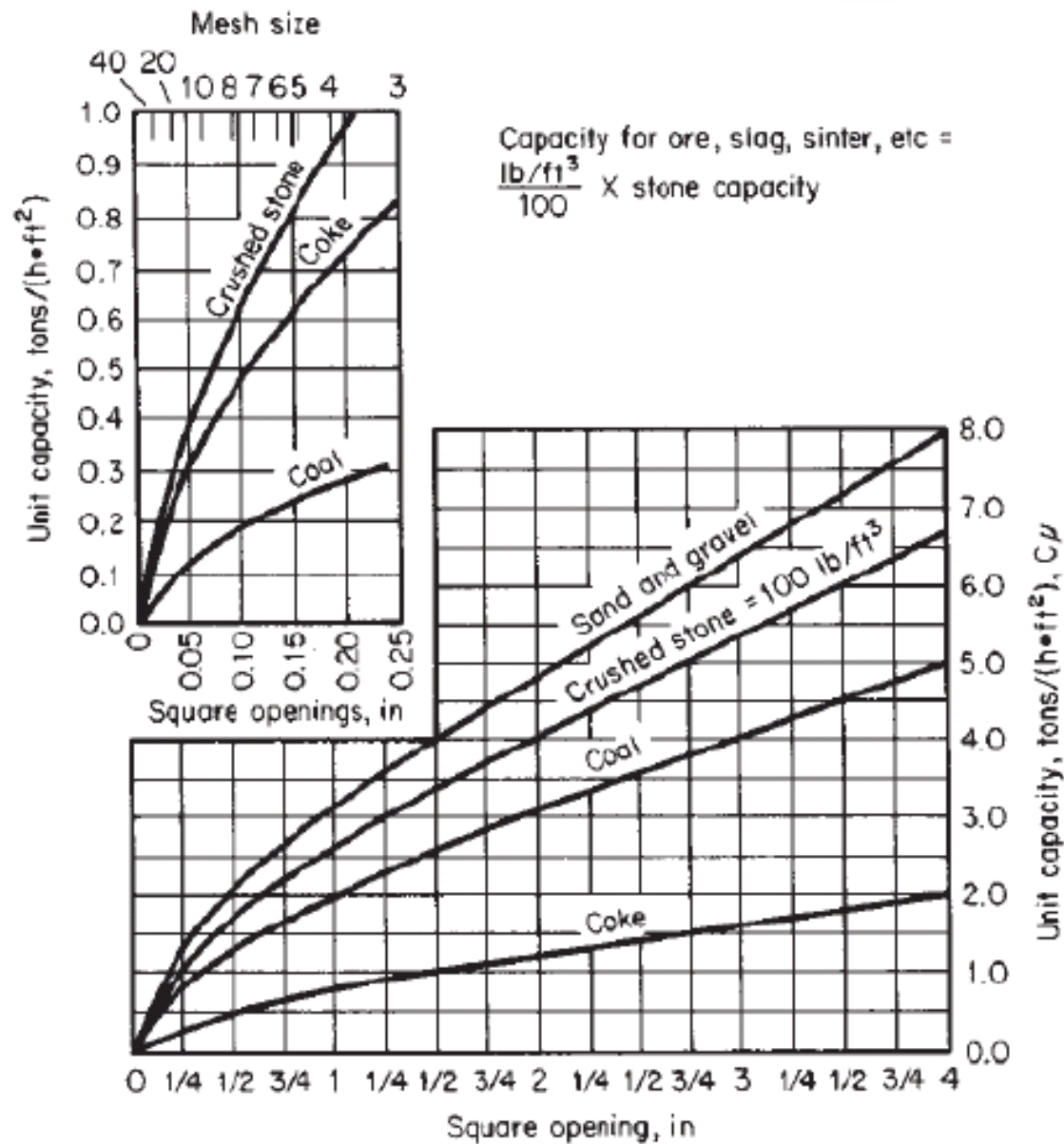


FIG. 19-21 Unit capacity (C_u) for square-opening screens. To convert inches to meters, multiply by 0.0254; to convert tons per hour-square foot to kilograms per second-square meter, multiply by 2.7182.

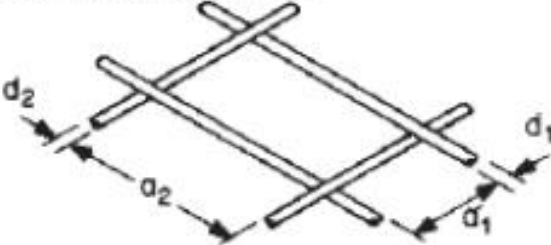
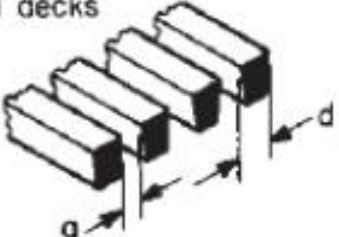
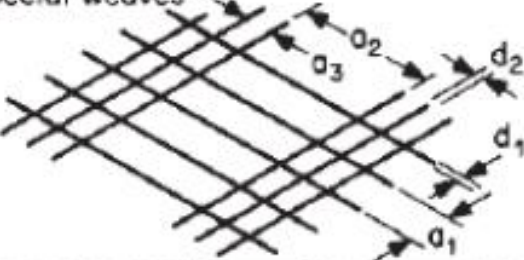
Aperture	Formula
<p>Rectangular openings</p> 	$F_{oo} = \frac{a_1 a_2}{(a_1 + d_1)(a_2 + d_2)} \times 100$ <p>F_{oo} is open area, %; d is diameter of wire, or horizontal width of bar (for plate); a is clear opening dimension</p> <p style="text-align: right;">(21-4)</p>
<p>Square openings Specified by opening size</p>	$F_{oo} = 100 \left(\frac{a}{a+d} \right)^2 \quad \begin{matrix} a_1 = a_2 = a \\ d_1 = d_2 = d \end{matrix}$ <p style="text-align: right;">(21-5)</p>
<p>Square openings Specified in mesh, m</p>	$F_{oo} = 100 a^2 m^2 \quad m = \frac{1}{a+d}$ <p style="text-align: right;">(21-6)</p>
<p>Parallel-rod decks</p> 	$F_{oo} = \frac{100a}{(a+d)}$ <p style="text-align: right;">(21-7)</p>
<p>Special weaves</p> 	<p>Assuming $a_3 = a_1$;</p> $F_{oo} = 100 \left[\frac{a_1(a_2 + 2a_1)}{(a_2 + 2a_1 + 3d_2)(a_1 + d_1)} \right]$ <p style="text-align: right;">(21-8)</p>

FIG. 19-22 Open-area factor (F_{oo}) for flow-through screen-capacity calculation.

Efektivitas ayakan dihitung berdasarkan *recovery desired material* di arus produk dan *recovery desired material* di arus *reject*.

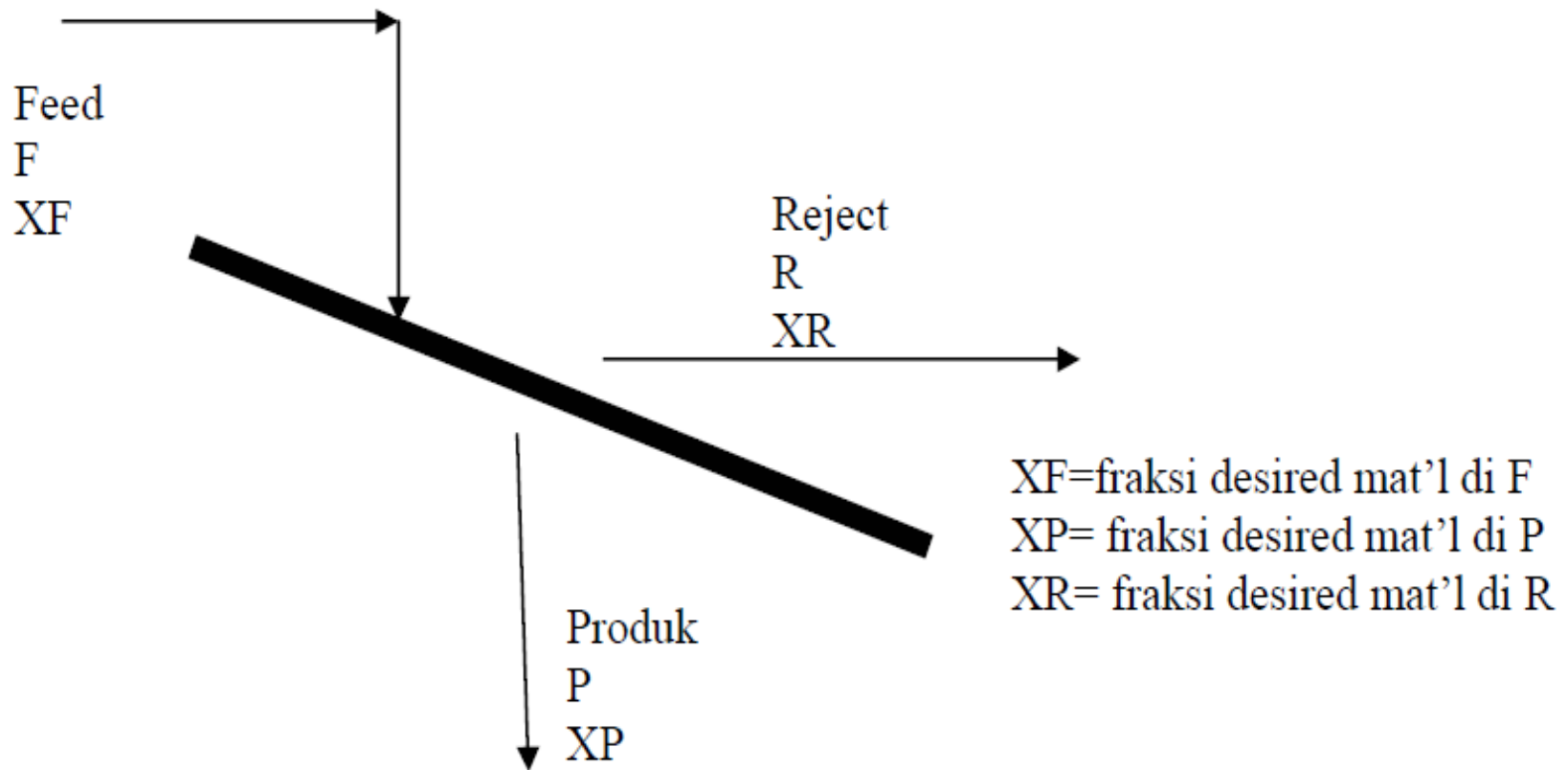
Desired material : material dengan ukuran yang diinginkan.

Contoh : suatu produk dengan spesifikasi tidak lebih dari 10% berat berukuran lebih besar dari 200 mesh.

Tampak, batasannya adalah partikel dengan ukuran > 200 mesh maksimum 10%.

Jadi, *desired material* = partikel lolos 200 mesh.

Ditinjau suatu ayakan:



Note: undersize can be considered the reject or the product

Efektivitas = Recovery x Rejection

Dengan,

$$\text{Recovery} = \frac{\text{banyaknya desired mat'l di P}}{\text{banyaknya desired mat'l di F}}$$

$$\text{Rejection} = 1 - \frac{\text{banyaknya undesired mat'l di P}}{\text{banyaknya undesired mat'l di F}}$$

$$\text{Rejection} = \frac{\text{banyaknya undesired mat'l di R}}{\text{banyaknya undesired mat'l di F}}$$

maka efektivitas ayakan itu :

$$\eta = \frac{P \cdot X_P (1 - X_R) \cdot R}{F \cdot X_F (1 - X_F) \cdot F}$$

Di lapangan, penimbangan F, P & R tidak mudah dan tidak praktis, maka perlu dicari persamaan lain yang menggunakan data analisis cuplikan (sample) distribusi ukuran pada arus F, P dan R.

NM desired mat'l di sekitasr screen:

$$XF \cdot F = XP \cdot P + XR \cdot R \quad (1)$$

NM undesired mat'l di sekitar screen :

$$(1 - XF) F = (1 - XP) P + (1 - XR) R \quad (2)$$

NM total di sekitar screen :

$$F = P + R \quad (3)$$

Menggunakan persamaan (1) dan (3), buktikan bahwa :

$$\eta = \frac{(XF - XR) XP}{(XP - XR) XF} \left[1 - \frac{(1 - XP)}{(1 - XF)} \frac{(XF - XR)}{(XP - XR)} \right]$$

Contoh 2:

Powdered coal with the screen analysis given below as "feed" is fed to a vibrating 48-mesh screen in an attempt to remove the undesired fine material. When the screen was new the oversize and undersize analyses were as listed under columns headed "new". After 3 months operation, the analyses are as headed "old". What is the effectiveness of the screen (a) when new and (b) when old.

mesh	feed	Oversize		Undersize	
		new	old	new	old
-3 + 4	0.010	0.012	0.014	-	-
-4 + 6	0.022	0.027	0.031	-	-
-6 + 8	0.063	0.073	0.088	-	-
-8 + 10	0.081	0.100	0.112	-	-
-10 + 14	0.102	0.126	0.142	-	-
-14 + 20	0.165	0.204	0.229	-	-
-20 + 28	0.131	0.162	0.182	-	-
-28 + 35	0.101	0.125	0.104	-	0.093
-35 + 48	0.095	0.117	0.065	-	0.171
-48 + 65	0.070	0.029	0.025	0.246	0.186
-65 + 100	0.047	0.015	0.008	0.183	0.146
-100 + 150	0.031	0.005	-	0.141	0.111
-150 + 200	0.020	-	-	0.105	0.071
-200	0.062	-	-	0.325	0.222

NEW**Produkt****Reject**

mesh	feed	Oversize		Undersize	
		new	old	new	old
-3 + 4	0.010	0.012	0.014	-	-
-4 + 6	0.022	0.027	0.031	-	-
-6 + 8	0.063	0.073	0.088	-	-
-8 + 10	0.081	0.100	0.112	-	-
-10 + 14	0.102	0.126	0.142	-	-
-14 + 20	0.165	0.204	0.229	-	-
-20 + 28	0.131	0.162	0.182	-	-
-28 + 35	0.101	0.125	0.104	-	0.093
-35 + 48	0.095	0.117	0.065	-	0.171
-48 + 65	0.070	0.029	0.025	0.246	0.186
-65 + 100	0.047	0.015	0.008	0.183	0.146
-100 + 150	0.031	0.005	-	0.141	0.111
-150 + 200	0.020	-	-	0.105	0.071
-200	0.062	-	-	0.325	0.222

XF=0,770

XP=0,951

XR=0,000

OLD

Produk

Reject

34

mesh	feed	Oversize		Undersize	
		new	old	new	old
-3 + 4	0.010	0.012	0.014	-	-
-4 + 6	0.022	0.027	0.031	-	-
-6 + 8	0.063	0.073	0.088	-	-
-8 + 10	0.081	0.100	0.112	-	-
-10 + 14	0.102	0.126	0.142	-	-
-14 + 20	0.165	0.204	0.229	-	-
-20 + 28	0.131	0.162	0.182	-	-
-28 + 35	0.101	0.125	0.104	-	0.093
-35 + 48	0.095	0.117	0.065	-	0.171
-48 + 65	0.070	0.029	0.025	0.246	0.186
-65 + 100	0.047	0.015	0.008	0.183	0.146
-100 + 150	0.031	0.005	-	0.141	0.111
-150 + 200	0.020	-	-	0.105	0.071
-200	0.062	-	-	0.325	0.222

XF=0,770

XP=0,967

XR=0,264

$$\eta = \frac{(XF - XR) XP}{(XP - XR) XF} \left[1 - \frac{(1 - XP)}{(1 - XF)} \frac{(XF - XR)}{(XP - XR)} \right]$$

- (a) The effectiveness of the screen when new is 82,75%
- (b) The effectiveness of the screen when old is 81,06%

Contoh 3:

One ton per hour of dolomite is produced by crushing and the screening through a 14-mesh screen. According to the screen analysis below, calculate :

- a. the total load to crusher
- b. the effectiveness of the screen

Tyler mesh	Feed to screen, %	Screen undersize, Product, %	Screen Oversize, Circulating Load, %
4 on	14.3	-	20
8 on	20.0	-	28
14 on	20.0	0.0	28
28 on	28.5	40.0	24
48 on	8.6	30.0	0 through 28 mesh
100 on	5.7	20.0	
100 through	2.86	10.0	

XF ?
XP ?
XR ?

		Produk	Reject
Tyler mesh	Feed screen, % to	Screen undersize, Product, %	Screen Oversize, Circulating Load, %
4 on	14.3	-	20
8 on	20.0	-	28
14 on	20.0	0.0	28
28 on	28.5	40.0	24
48 on	8.6	30.0	0 through 28 mesh
100 on	5.7	20.0	
100 through	2.86	10.0	