

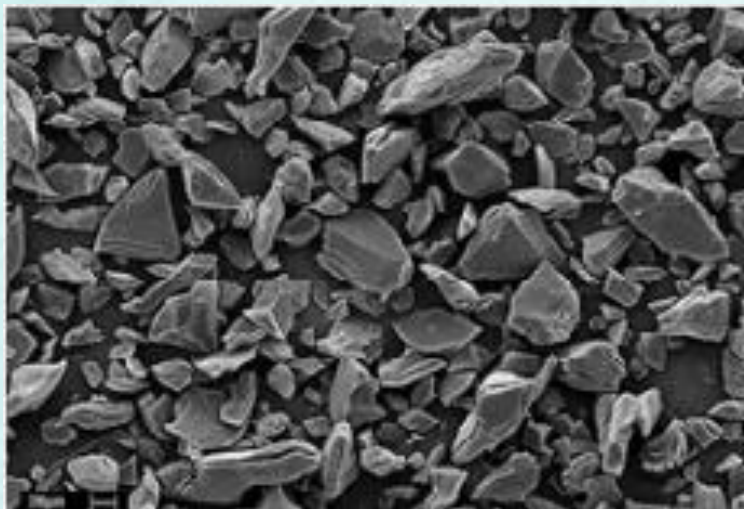


Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret 2020

1

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION



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

Particle Size Distribution (PSD) dari suatu powder, granul, atau partikel adalah daftar nilai atau fungsi matematika yang mendefinisikan jumlah relatif partikel pada berbagai ukurannya.

Mengapa PSD penting?

- menentukan kualitas produk akhir
- memperlihatkan performa suatu proses
- menentukan ukuran optimum untuk pemisahan
- menentukan rentang ukuran padatan yang hilang

Fakta:

- Sangat jarang partikel memiliki satu ukuran secara sempurna
- Kebanyakan powder mengandung partikel dengan ukuran yang sangat beragam

- PSD suatu material merupakan hal penting dalam mempelajari sifat fisika dan kimia material
- Distribusi ukuran berpengaruh pada reaktivitas padatan (katalis) yang terlibat dalam reaksi kimia, dan memerlukan pengontrolan serius pada beberapa produk industri misalnya printer toner, kosmetik, obat-obatan, dsb.

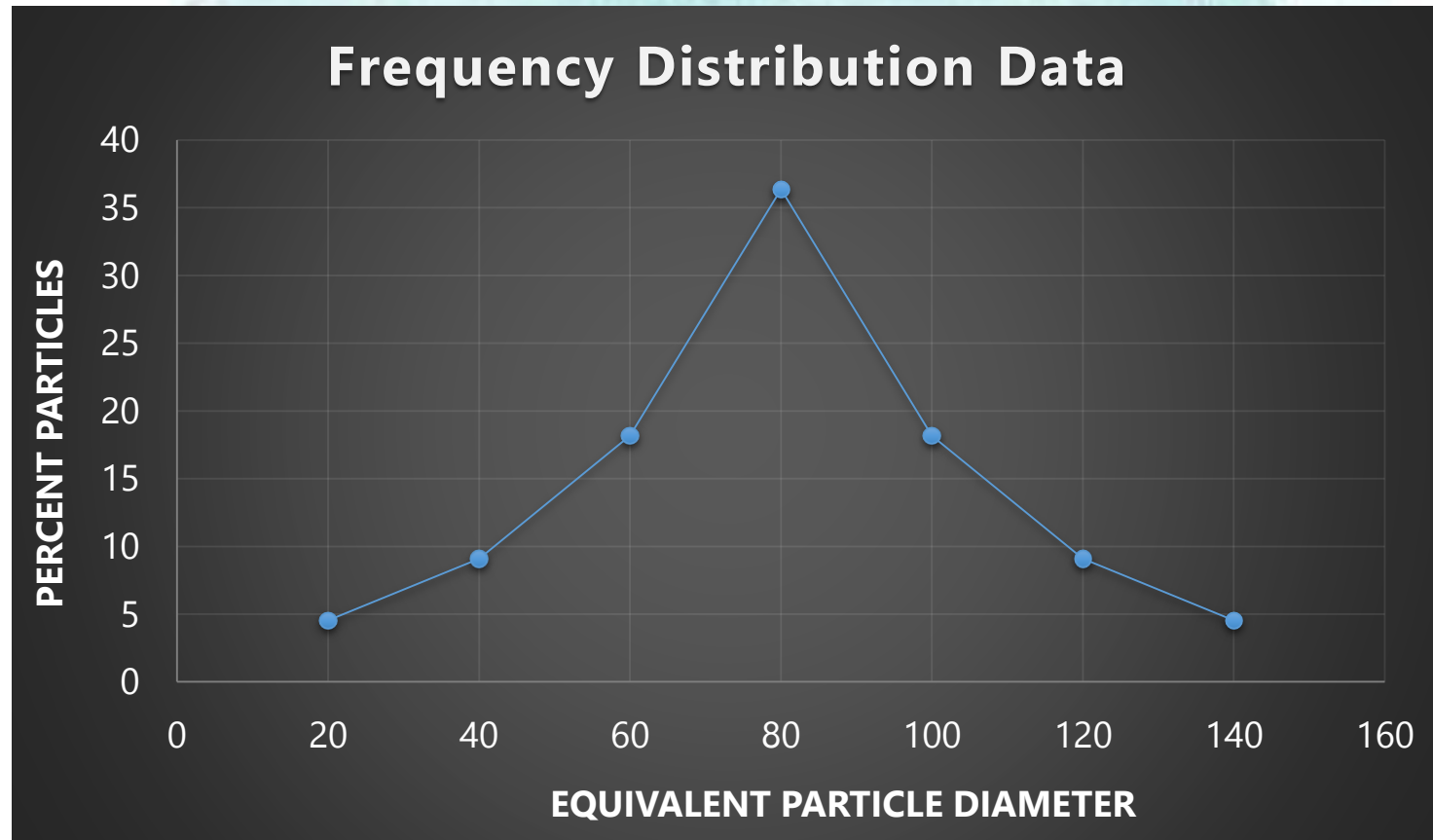
a. Frequency Distribution

Frequency Distribution Data

<i>Equivalent particle diameter (μm)</i>	<i>Number of particles in each diameter range (frequency)</i>	<i>Percent particles in each diameter range (percent frequency)</i>
20	100	4,545
40	200	9,091
60	400	18,182
80	800	36,364
100	400	18,182
120	200	9,091
140	100	4,545

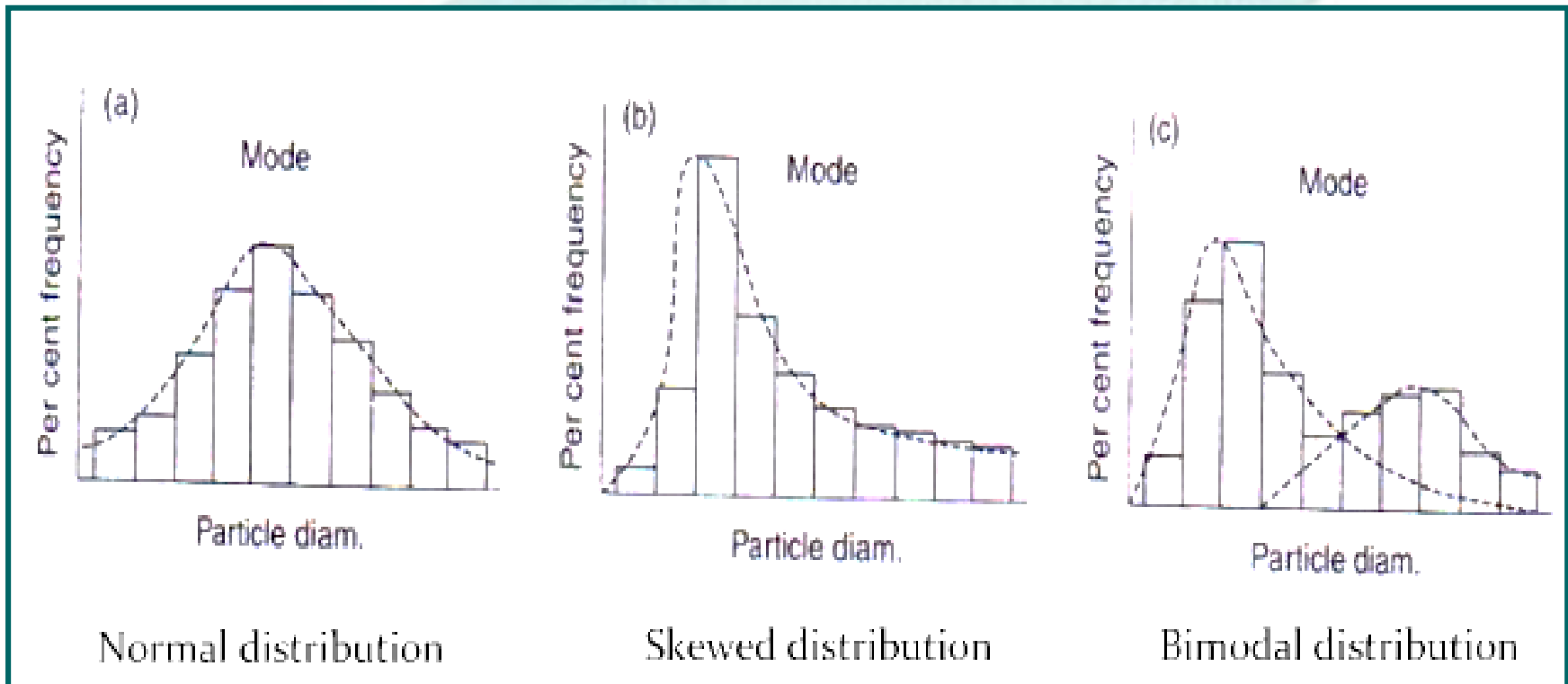
Jumlah partikel dapat diganti dengan massa atau volume partikel pada suatu ukuran

a. *Frequency Distribution*



a. *Frequency Distribution*

Frequency distribution → Histogram

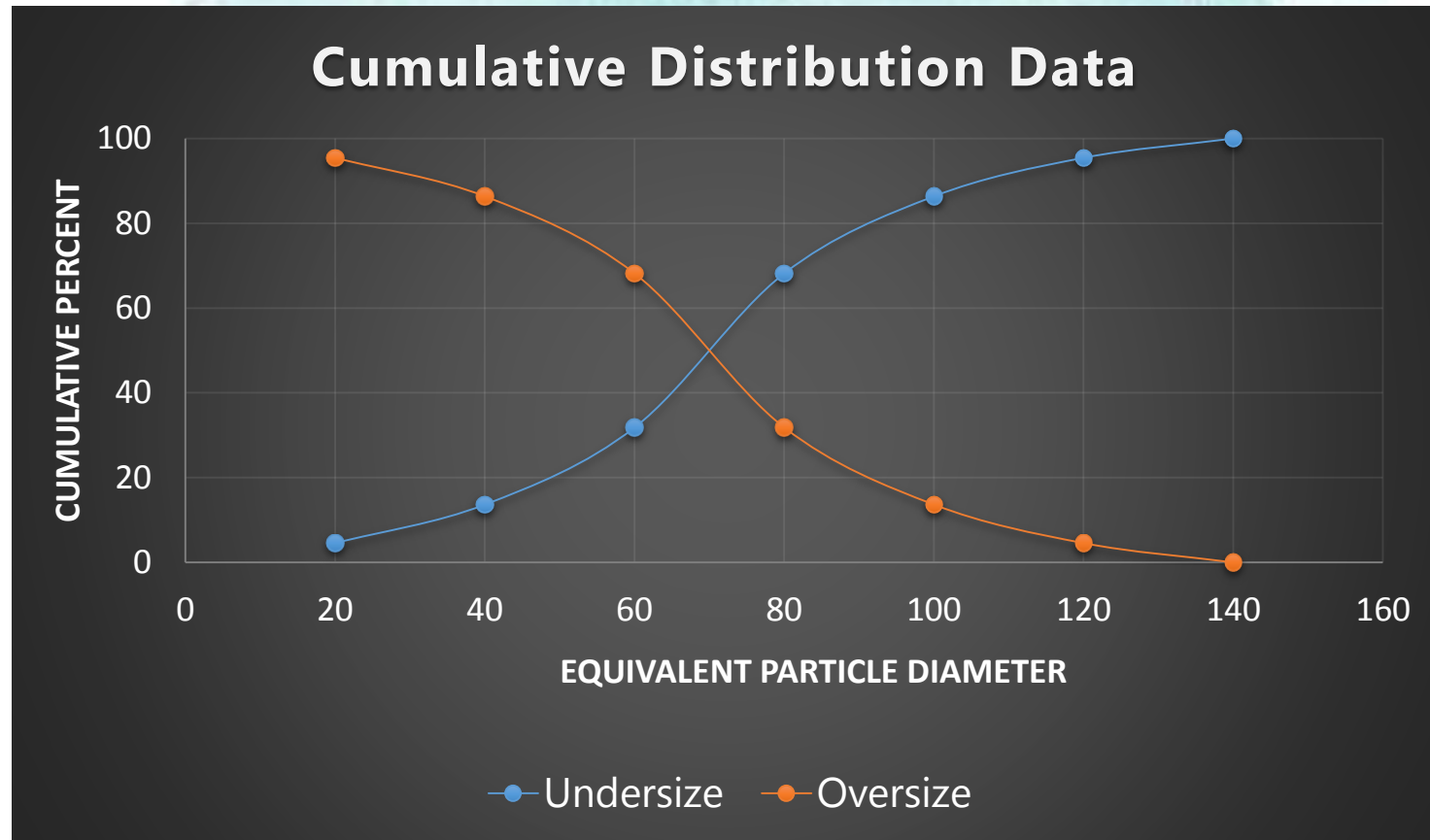


b. Cumulative Distribution

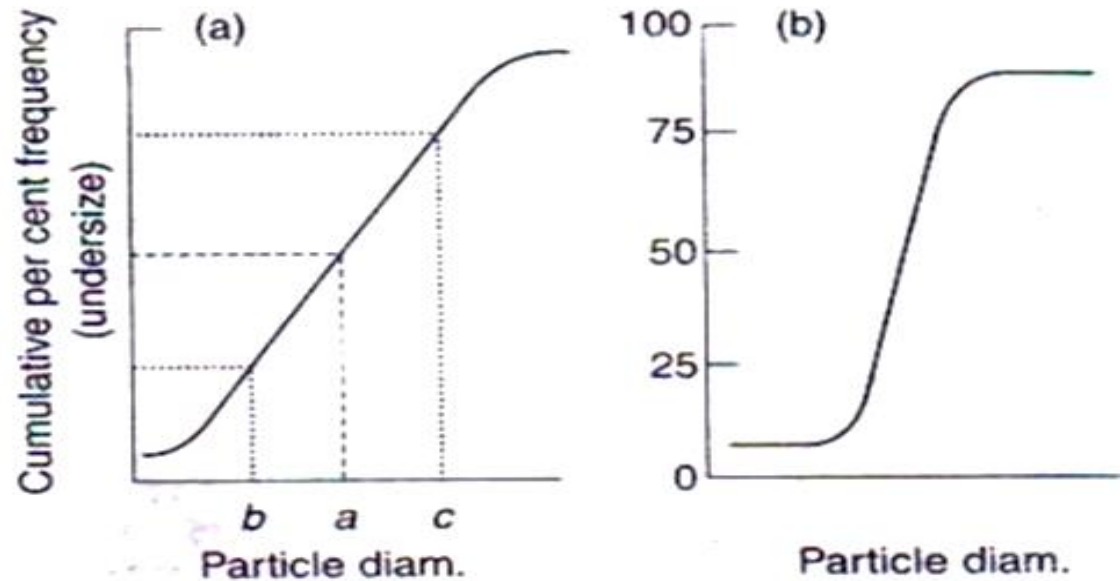
Cumulative Distribution Data

Equivalent particle diameter (μm)	Percent frequency	Cumulative percent	
		Undersize	Oversize
20	4,545	4,545	95,455
40	9,091	13,636	86,364
60	18,182	31,818	68,182
80	36,364	68,182	31,818
100	18,182	86,364	13,636
120	9,091	95,455	4,545
140	4,545	100	0

b. Cumulative Distribution



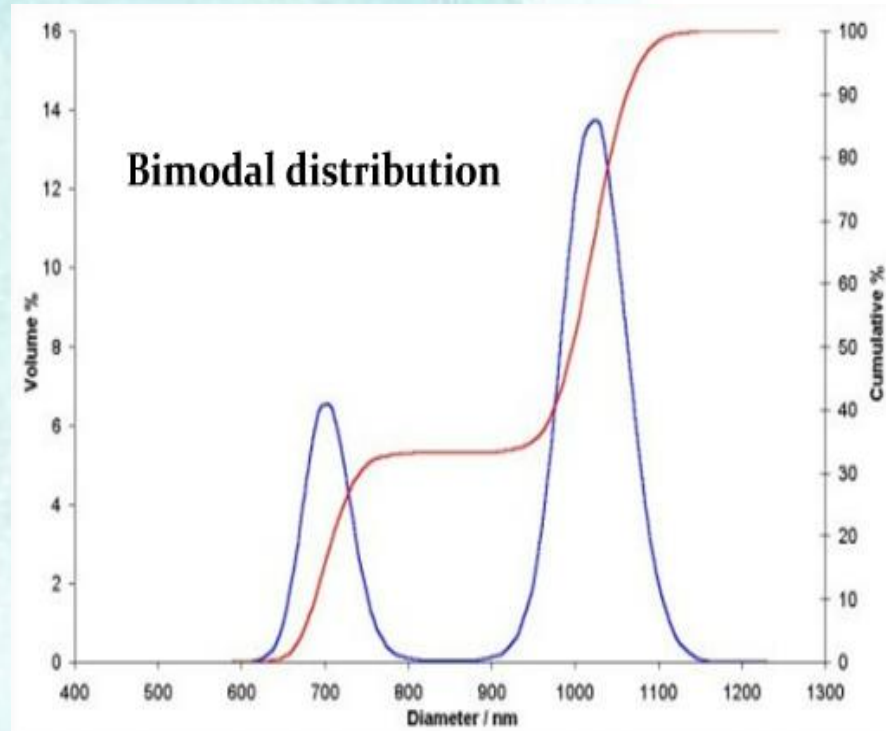
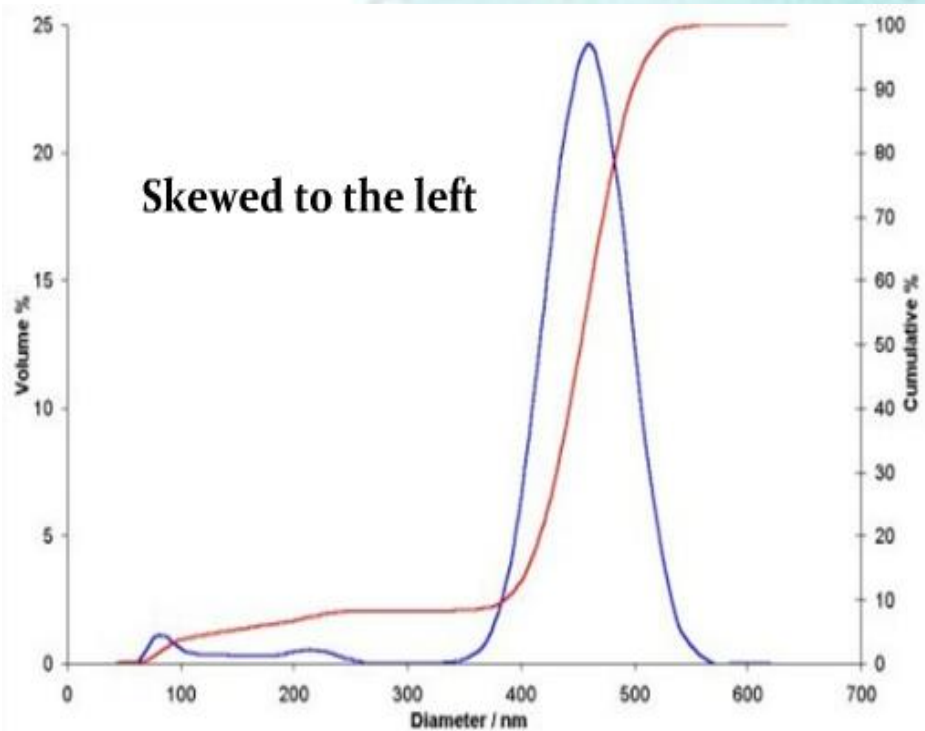
b. Cumulative Distribution



- Titik**
- $a \rightarrow$ diameter median (nilai tengah)
 - $b \rightarrow$ lower quartile point
 - $c \rightarrow$ upper quartile point

Material (a) memiliki rentang diameter equivalen yang lebih lebar daripada material (b)

b. Cumulative Distribution



Contoh

Buatlah grafik PSD, *frequency distribution* dan *cumulative distribution*.

Mesh	Screen Opening, (mm)	Mass Retained on Screen, (g)	% Mass Retained
14	1.410	0.000	0.00
16	1.190	9.12	1.86
18	1.000	32.12	6.54
20	0.841	39.82	8.11
30	0.595	235.42	47.95
40	0.420	89.14	18.15
50	0.297	54.42	11.08
70	0.210	22.02	4.48
100	0.149	7.22	1.47
140	0.105	1.22	0.25
Pan	-	0.50	0.11
Total		491.00	100

Contoh

Buatlah grafik PSD, *frequency distribution* dan *cumulative distribution*.

Mesh	Screen Opening, (mm)	Mass Retained on Screen, (g)	% Mass Retained
14	1.410	0	0.0
16	1.190	9.12	1.9
18	1.000	8	1.6
20	0.841	3.6	0.7
30	0.595	145	29.5
40	0.420	89.14	18.2
50	0.297	124.22	25.3
70	0.210	87.92	17.9
100	0.149	8	1.6
140	0.105	8	1.6
Pan	-	8	1.6
Total		491.00	100

a. *Sieve analysis*

b. *Electrical counting methods*

c. *Sedimentation techniques*

d. *Laser diffraction methods*

e. *Acoustic spectroscopy*

a. Sieve Analysis

- Banyak digunakan dikarenakan sederhana, murah, dan kemudahan interpretasi.
- Metode berupa pengayakan sampel dalam saringan sampai jumlah yang tertahan menjadi konstan.
- Ukuran ayakan terkecil adalah 20-40 μm .



a. Sieve Analysis

Rata-Rata Ukuran Partikel

Ukuran partikel rata-rata dari material yang tertahan pada saringan dihitung sebagai rata-rata geometrik dari bukaan diameter dalam dua saringan yang berdekatan dalam tumpukan (Pfof dan Headley, 1976).

$$d_i = (d_u \times d_o)^{0,5}$$

d_i : diameter of i^{th} sieve in the stack

d_u : diameter opening through which particles will pass (sieve preceding i^{th})

d_o : diameter opening through which particles will not pass (i^{th} sieve)

a. Sieve Analysis

Metode untuk Menunjukkan Fraksi Ukuran

Oversize $\frac{1}{4}$ in	+ $\frac{1}{4}$ in	+ $\frac{1}{4}$ in
Through $\frac{1}{4}$ in. on $\frac{1}{8}$ in	- $\frac{1}{4}$ + $\frac{1}{8}$ in	$\frac{1}{4}$ / $\frac{1}{8}$ in
Through 35 mesh on 40 mesh	- 35 + 40	
Through $\frac{1}{8}$ in. on $\frac{1}{16}$ in	- $\frac{1}{8}$ + $\frac{1}{16}$ in	$\frac{1}{8}$ / $\frac{1}{16}$ in
Undersize	- $\frac{1}{16}$ in	$\frac{1}{16}$ / 0 in

Material yang tidak melewati *screen* disebut **OVERSIZE** atau PLUS, dan material yang melewati *screen* disebut **UNDERSIZE** atau MINUS.

b. Optical Counting Methods

- Kita dapat langsung melihat partikel dan menilai apakah memiliki dispersi yang baik, aglomerasi, bentuk partikel, dll.
- Untuk analisis yang valid secara statistik, jutaan partikel harus diukur.
- Sulit ketika dilakukan secara manual, tetapi analisis otomatis mikroskop elektron sekarang tersedia secara komersial.

b. Optical Counting Methods

Optical Microscope



b. Electrical Counting Methods

- Coulter counter mengukur perubahan dalam konduktivitas cairan yang melewati *orifice* yang terjadi ketika masing-masing partikel non-konduktor melewatinya.
- Hitungan partikel diperoleh dengan menghitung *pulse*, dan ukurannya tergantung pada ukuran masing-masing *pulse*.



Prinsip operasi sangat sederhana. Wadah kaca memiliki lubang atau *orifice* di dalamnya. Suspensi encer dibuat mengalir melalui *orifice* dan tegangan diberikan. Ketika partikel mengalir melalui lubang, kapasitansi berubah dan ini ditunjukkan oleh tegangan *pulse*.

c. Sedimentation Techniques

- Ini didasarkan pada studi tentang kecepatan terminal yang diperoleh oleh partikel tersuspensi dalam cairan kental
- Waktu sedimentasi adalah yang terpanjang untuk partikel terkecil, sehingga teknik ini berguna untuk ukuran di bawah 10 μm .

d. Laser Diffraction Methods

- Ini tergantung pada analisis cahaya difraksi yang dihasilkan ketika sinar laser melewati dispersi partikel di udara atau dalam cairan.
- Sudut difraksi meningkat ketika ukuran partikel menurun, sehingga metode ini sangat baik untuk mengukur ukuran di bawah 1 μm .



e. *Acoustic Spectroscopy*

- Metode ini menggunakan ultrasound untuk mengumpulkan informasi tentang partikel yang tersebar dalam cairan.
- Partikel-partikel yang tersebar menyerap dan menyebarkan ultrasound yang serupa dengan cahaya.
- Mengukur energi yang tersebar vs sudut, seperti dalam kasus cahaya, dalam kasus ultrasound, pengukuran energi yang ditransmisikan dengan frekuensi adalah pilihan yang lebih baik.

