

Alat Ukur Laju Alir

Courtesy of Pertamina

Pengelompokan

1. Differential Pressure

- Orifice
- Venturi Tube
- Flow Nozzle
- Pitot Tube
- Pitot Tube (Averaging)
- Anubar
- Elbow Taps
- Wedge
- V-Cone
- Dall Tube

2. Variable Area

- Rotameter
- Movable Vane
- Weir, Flume

3. Positive Displacement

Nutating Disc
Oscillating Piston
Oval Gear
Roots

4. Magnetic

5. Turbine

6. Coriolis

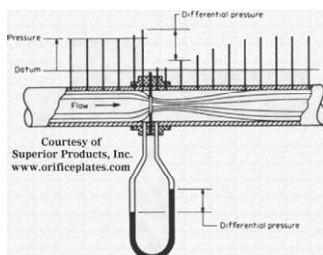
7. Thermal

8. Ultrasonik

9. Vortex

1. Differential Pressure Flowmeters (Head Flow Meter)

Prinsip operasi *DP Flowmeters* → persamaan *Bernoulli* →
(hubungan antara tekanan dan kecepatan pada suatu aliran fluida)



head flow measurement

SPESIFIKASI UMUM

Fluid Phase:	Score	Phase	Condition
	✓	Cryogenic	Clean
	✓	Gas	Dirty
	✓	Liquid	Clean
	✓		Dirty
	✓		Viscous
	✓	Steam	Saturated
	✓		Superheated
	✓	Liquid	Corrosive
	✓	Slurry	Abrasive

• Recommended
• Limited applicability

Line Size: 6 ~ 300 mm (1/4 ~ 12 inch)

Turndown Ratio: 10 : 1

Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan

- Biaya pengadaannya awal : rendah ~ sedang
- Dapat digunakan di dalam cakupan luas (hampir semua phase fluida dan kondisi aliran).
- Strukturnya kokoh dan sederhana

Kekurangan

- Rugi tekanan (pressure drop) : sedang ~ tinggi

a. Orifice Plates

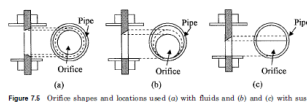
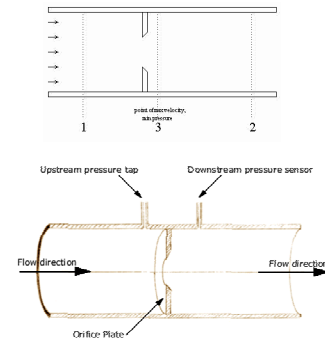
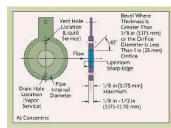


Figure 7.6 Orifice shapes and locations used (a) with fluids and (b) and (c) with suspended solids.



Concentric Orifice



Eccentric Orifice



Segmental Orifice

Kelebihan

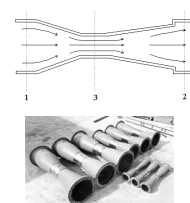
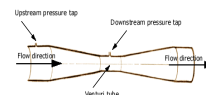
- Dapat digunakan pada berbagai ukuran pipa (range yang lebar).
- accuracy baik, jika plate dipasang dengan baik
- Harga relative murah.

Kekurangan

- Rugi tekanan (pressure drop) relatif tinggi.
- Tidak dapat digunakan untuk mengukur laju aliran "slurry", karena cenderung terjadi penyumbatan.

Digunakan untuk mengurangi masalah jika fluida yang diukur membawa berbagai benda padat (solid).

b. Venturi Tube



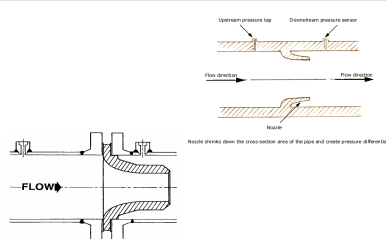
Kelebihan

- Rugi tekanan (pressure loss) permanen relatif rendah dari pada orifice atau flow nozzle
- Dapat digunakan untuk mengukur cairan yang mengandung endapan padatan (solids).

Kekurangan

- Tidak tersedia pada ukuran pipa dibawah 6 inches.
- Harga relatif mahal.

c. Flow Nozzle



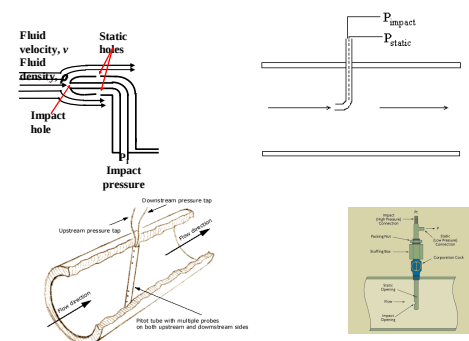
Kelebihan

- Pressure loss lebih rendah dibandingkan orifice plate.
- Dapat digunakan untuk fluida yang mengandung padatan (solids).

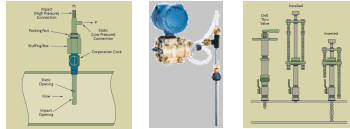
Kekurangan

- Terbatas pada ukuran pipa di bawah 6".
- Harga lebih tinggi dibanding dengan orifice.

d. Pitot Tubes



d. Pitot Tubes



Kelebihan

- Tidak ada pressure loss.

Kekurangan

- Akurasi kurang.
- Tidak direkomendasikan untuk fluida yang kotor dan lengket.
- Sensitif pada gangguan pada hulu (upstream)

e. Annubar Tubes



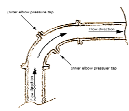
Kelebihan

- Pressure drop dapat diabaikan.
- Dapat dipasang untuk service dengan tekanan rendah.

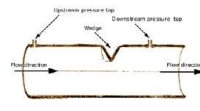
Kekurangan

- Tidak dapat diaplikasikan untuk fluida yang kotor dan lengket.

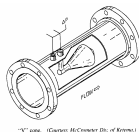
f. Elbow Taps



g. Segmental Wedge



h. V-Cone



i. Dall Tube



2. Variable Area Flowmeter (Rotameters)

Prinsip Operasi

Didasarkan pada pelampung (float) yang berfungsi sebagai penghalang aliran, pelampung tersebut akan melayang dalam suatu tabung yang mempunyai luas penampang tidak konstan. Luas penampang tabung berubah tergantung ketinggiannya (semakin tinggi semakin besar).

$$Q = C_d A_f \sqrt{\frac{2g(\rho_f/\rho - 1)}{\left[1 - \left(\frac{A_f}{A_t}\right)^2\right]}}$$

Dimana :
 C_d = discharge coefficient, tergantung pada Reynolds Number dari flow
 A_t = cross section area at a
 A_f = cross section area of float
 g = gravity acceleration constant (9.81 m/s² or 32.2 ft/s²)
 ρ = density of the fluid
 ρ_f = density of the float
 V_f = volume of the float
 A_f = cross section area of the float
 P_f = density of the float

Posisi pelampung akan menyatakan harga aliran fluida yang mengenainya. Pada posisi tersebut pada pelampung akan terjadi keseimbangan gaya, yaitu keseimbangan antara berat pelampung dengan gaya tarik aliran yang mengenainya dan gaya apung pelampung.

Spesifikasi Umum



Fluid Phase:	Score	Phase	Condition
Gas	1	Clean	
Liquid	2	Clean	
	3	Open Channel	
Gas	4	Dirty	
Liquid	5	Corrosive	
	6	Dirty	
Steam	7	Saturated	
	8		
	9		
	10		

Line Size: Mostly used in lines size 100 mm (4 inch) and below, but may go up to 2000 mm (80 inch) in line size or even for open channels.

Turndown Ratio: 10 ~ 100 : 1

KELEBIHAN & KEKURANGAN



Kelebihan

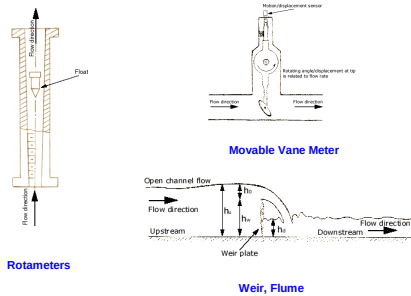
- Biaya pengadaannya awal : rendah
- Rangeability baik.
- Pressure drop rendah (hampir konstan)

Kekurangan

- Untuk jenis glass tube mudah mengalami kerusakan (pecah).
- Tidak baik untuk laju aliran (flow rate) rendah
- Tidak baik untuk service fluida yang fluktuasi.
- Harus dipasang secara vertikal.
- Beberapa variable area meter tidak bisa digunakan di dalam lingkungan gaya berat yang rendah.
- Secara umum dibatasi pada ukuran pipa kecil (kecuali jika bypass rotameter digunakan).

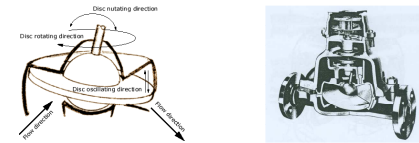
Variable Area Flowmeter (Rotameters)

Jenis-jenis Variable Area flowmeters



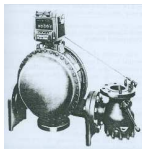
3. Positive Displacement Flowmeters

Prinsip Operasi



Positive Displacement Flowmeters (PD meters), bekerja berdasarkan pengukuran volume dari fluida yang sedang mengalir dengan menghitung secara berulang aliran fluida yang dipisahkan kedalam suatu volume yang diketahui (*chamber*), selanjutnya dikeluarkan sebagai volume tetap yang diketahui.

Spesifikasi Umum



Fluid Phase:	Score	Phase	Condition
	✓	Liquid	Clean
	✓		Viscous
	✓	Liquid	Corrosive
	✓		Dirty
	✓		Recommended
	✗		Limited applicability

Line Size: 6 ~ 300 mm (1/4 ~ 12 Inch)
Turndown Ratio: 5 ~ 15 : 1, might go as high as 100 : 1

Kelebihan dan Kekurangan

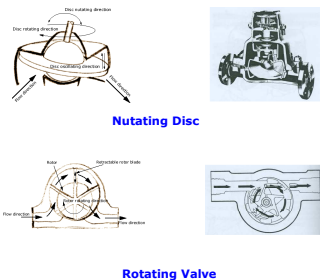
Kelebihan

- Biaya pengadaannya awal : rendah ~ sedang
- Dapat digunakan di dalam aliran viscous.
- Rangeability yang tinggi
- Output pembacaan linear.
- Akurasi sangat bagus.

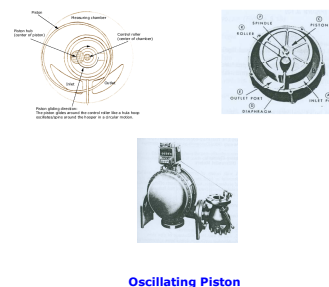
Kekurangan :

- Biaya pemeliharaan relatif tinggi
- Pressure drop relatif tinggi
- Tidak sesuai untuk laju alir rendah
- Sangat peka pada kerusakan akibat gas, fluida dengan padatan (slugs) dan fluida yang kotor.
- Gas (bubbles) didalam fluida signifikan menurunkan akurasi.

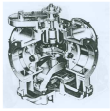
Jenis-jenis Positive Displacement Flowmeters



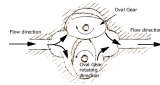
Jenis-jenis Positive Displacement Flowmeters



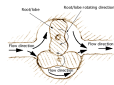
Jenis-jenis Positive Displacement Flowmeters



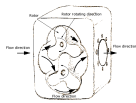
Reciprocating Piston



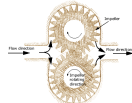
Oval Gear



Roots (Rotating Lobe)



Birotor



Rotating Impeller