

IV.3. ALAT UKUR TEKANAN

- a. Pipa U
- b. Bourdon Tube
- c. Diaphragm Pressure Gage
- d. Bellows Element

DEFENISI

Absolute Pressure (tekanan absolut)

Gaya yang bekerja pada satuan luas, tekanan ini dinyatakan dan diukur terhadap tekanan NOL.

Gauge Pressure (tekanan relatif)

Tekanan yang dinyatakan dan diukur relatif terhadap tekanan atmosfer. Jadi tekanan relatif adalah selisih antara tekanan absolut dengan tekanan atmosfer (1 atmosfer = 760 mmHg = 14.7 psia)

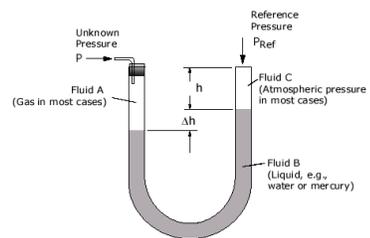
- **Vacum Pressure (tekanan hampa)**
Tekanan yang lebih rendah dari tekanan atmosfer
- **Differential Pressure (tekanan differential)**
Tekanan yang diukur terhadap tekanan yang lain.

Jenis alat ukur tekanan

1. Manometer
→ Untuk mengukur tekanan udara tertutup
2. Barometer
→ Untuk mengukur tekanan udara luar

Pipa U

- Pipa U terdiri dari air atau raksa yang dalam pipa berbentuk U
- Salah satu ujung dihubungkan dengan tekanan yang ingin diukur dan ujung yang lain dihubungkan dengan tekanan referensi (biasanya tekanan atmosferik)



$$p + \rho_A g(h + \Delta h) = \rho_B g \Delta h + \rho_C g h + P_{Ref}$$

$$\Rightarrow p = P_{Ref} + (\rho_B - \rho_A) g \Delta h + (\rho_C - \rho_A) g h$$

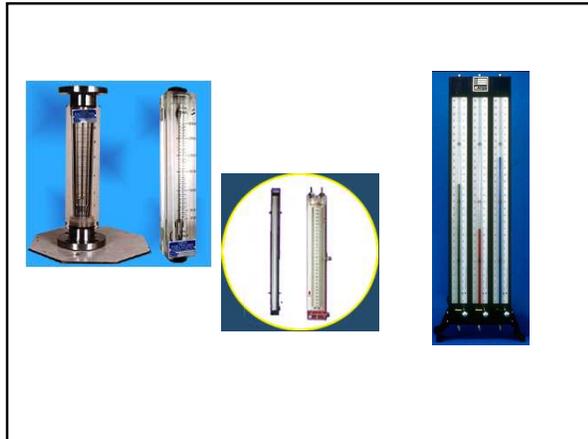
- Jika fluida C atmosferik, fluida B cairan dalam pipa U (air atau merkuri), dan fluida A adalah gas dengan asumsi $\rho_B \gg \rho_A$ dan $\rho_B \gg \rho_C$

$$p \approx p_{Ref} + \rho_B g \Delta h$$

$$\Rightarrow p_{gauge} = p - p_{Ref} = \rho_B g \Delta h$$

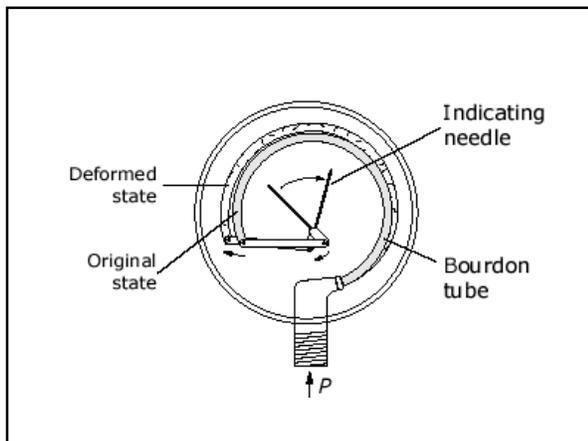
Keuntungan dan kekurangan

- Biaya murah
- Sederhana dan cukup baik
- Respon lambat dan terjadi osilasi
- Akurasi pengukuran tergantung pada presisi tinggi cairan pada pipa U
- Tidak dapat digunakan untuk tekanan vakum
- Cairan dalam pipa U TIDAK BOLEH ada interaksi dengan fluida yang diukur
- Kontaminasi merkuri dan uap air dapat terjadi, terutama pada pengukuran tekanan rendah



Bourdon Tube

- Terdiri pipa lengkung berongga.
- Digunakan untuk fluida dalam pipa.
- Tekanan dalam pipa menyebabkan pipa pada alat berubah bentuk.
- Tekanan ditentukan dari perubahan secara mekanik penunjuk pada alat
- Tipe bourdon tube adalah C, spiral, dan helical.



a. C-type Bourdon Tube

Spesifikasi Umum

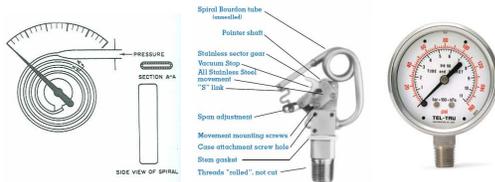
- Range 15 ~ 100.000 psig
- Range akurasi ($\pm 0.1 \sim \pm 5$) % span.



b. Spiral Bourdon Tube

Spesifikasi Umum

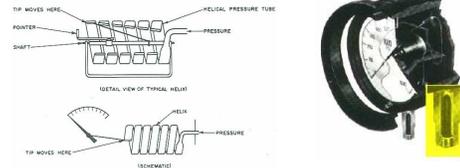
- Range tekanan menengah (medium pressure)
- Tersedia dalam range hingga 100.000 psig.
- Range akurasi sekitar $\pm 0.5\%$ dari span.



b. Spiral Bourdon Tube

Spesifikasi Umum

Digunakan pada range dari 100 ~ 80.000 psig dengan akurasi sekitar $\pm \frac{1}{2} \sim \pm 1\%$ dari span.



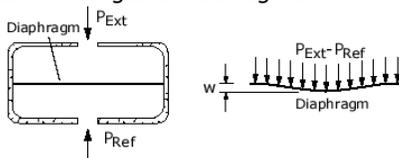
Keuntungan dan kekurangan

- Bersifat portabel
- Ketelitian cukup tinggi
- Pengukuran terbatas pada tekanan statis
- Terjadi histerisis
- Terpengaruh shock dan vibrasi

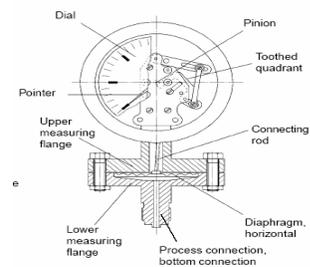
Diaphragm Pressure Gage

- Alat ini menggunakan deformasi elastis dari suatu diafragma (membran) untuk mengukur perbedaan tekanan yang tidak diketahui dengan tekanan referensi.

- Salah satu bentuk Diaphragm pressure gage terdiri sebuah kapsul yang terbagi atau sebuah diafragma. Salah satu sisi diafragma terbuka pada tekanan eksternal target, P_{Ext} , dan sisi lain dihubungkan dengan tekanan yang diketahui, P_{Ref} .
- Perbedaan tekanan, $P_{Ext} - P_{Ref}$ secara mekanik mengubah diafragma



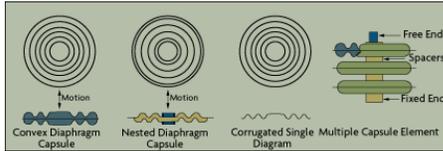
Pressure Gauge with Horizontal Diaphragm:



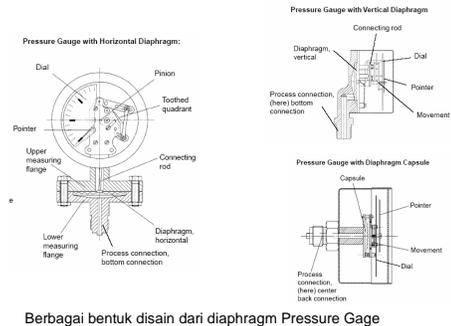
Spesifikasi Umum

Range normal : vacuum hingga 200 psig,
Akurasi ($\pm 1/2 \sim \pm 1/4$) % full span.

Berbagai bentuk disain dari diaphragm yaitu *single capsul* dan *multiple capsul*



Spesifikasi Umum



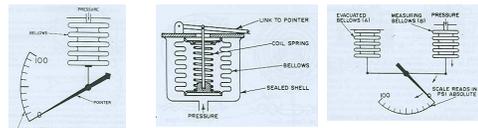
Berbagai bentuk disain dari diaphragm Pressure Gage

Keuntungan dan kekurangan

- Respon lebih cepat
- Akurasi tinggi (sampai 0,5 % FS)
- Linieritas baik jika perubahan tekanan tidak lebih besar dari pada ketebalan diafragma
- Relatif mahal

Prinsip Operasi

Prinsip operasi didasarkan pada perubahan volume dari element bellows sehingga diperoleh hubungan yang linear antara tekanan dan simpangan.



Absolute Pressure Relative Pressure (Gauge) Differential Pressure

Material Bellows Element

- Kuningan
- fosfor-perunggu
- Berrilium-tembaga
- Monel
- stainless steel
- inconel
- dan bahan metal lainnya

Spesifikasi Umum



Aplikasi :

- Pengukuran tekanan rendah (*absolute* atau *relative*)
- Tekanan diferensial,
- Tekanan vacuum sampai tekanan 0 – 400 psig.

Range (inch H₂O) :

- Hingga 30 atau 40 psig
- Tersedia juga dalam range 0 – 2.000 psig.

Penggunaan yang terbesar sebagai :

- Elemen penerima
- Pneumatic recorders, indicators dan controllers.
- Unit diferensial pressure untuk pengukuran aliran (flow).

Ketelitian bellows element adalah sekitar $\pm 1/2$ %.

Spesifikasi Umum

Kelebihan

- Biaya pengadaan awal : rendah
- Konstruksi kuat dan sederhana
- Dapat digunakan untuk tekanan rendah dan menengah
- Dapat digunakan untuk mengukur tekanan absolut, tekanan relatif (gauge) dan tekanan diferensial.

Kekurangan

- Memerlukan kompensasi temperature
- Tidak dapat digunakan untuk mengukur tekanan tinggi.
- Mempunyai histeresis dan drift yang besar.
- Tidak cocok untuk mengukur tekanan yang dinamis.