

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

UNIT PENGURUSAN MAKMAL UNIVERSITI

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

MAKMAL HIDRAUL & BENDALIR

Bil	No. K/P	Nama
1		
2		
3		
4		
Seksyen / Kolej / Pusat		
Pensyarah Makmal		

Perkara	Markah	Markah	Teorem Bernoulli
Pengenalan	25	2	
Objektif		5	
Peralatan		5	
Teori		5	
Cara Kerja		8	
Data / Jadual	35	10	
Analisis Data / C.P. / Graf		15	
Keputusan Ujikaji		10	
Perbincangan	35	20	
Kesimpulan		10	
Cadangan / Komen / dsb.		5	
Rujukan / Lampiran	5	5	
Jumlah	100	100	

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA
UNIT PENGURUSAN MAKMAL UNIVERSITI

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM
MAKMAL HIDRAUL & BENDALIR

TEOREM BERNOULLI

PENGENALAN

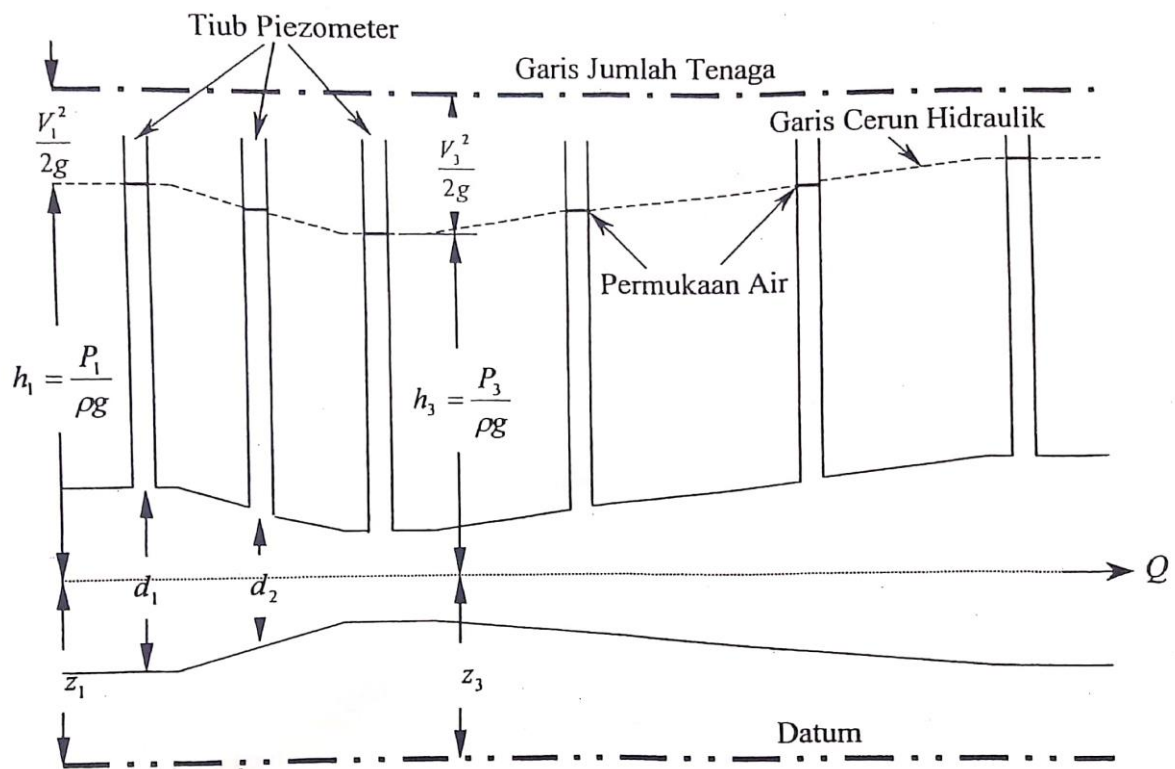
Pergerakan bendalir dalam paip mengalami tiga jenis tenaga iaitu:

1) *Tenaga keupayaan* : Jika bendalir berada pada satu aras ketinggian dari satu datum iaitu setinggi z , maka tenaga keupayaan itu ialah mgz dengan m ialah jisim bendalir. Tenaga keupayaan per unit berat ialah $mgz/mg = z$ yang diukur dalam unit panjang atau meter. Tenaga per unit berat ini atau z disebut sebagai *turus keupayaan*.

2) *Tenaga Tekanan* : Aliran bendalir dalam paip sebenarnya mengalami tekanan. Tenaga tekanan per unit berat (atau turus tekanan) ialah

$$h = \frac{P}{\rho g} \quad (1)$$

dengan P ialah tekanan (N/m^2) dan ρ ialah ketumpatan bendalir. Turus h ini juga diukur dalam unit panjang atau meter. Jika tiub piezometer (**Rajah 1**) diletakkan dalam paip, ukuran dari permukaan bendalir dalam tiub itu ke garis tengah paip ialah turus tekanan.



Rajah 1

3) Tenaga Kinetik :

Oleh sebab bendalir mengalir dalam paip pada sekian halaju V , ia mengalami tenaga kinetik. Tenaga kinetik per unit berat (atau turus halaju) ialah

$$\frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

dalam unit panjang atau meter.

Jumlah tenaga (per unit berat), H bagi aliran bendalir dalam paip ialah jumlah ketiga-tiga turus iaitu:

$$H = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Merujuk kepada **Rajah 1**, jika jarak L adalah kecil, maka geseran dalam paip adalah kecil dan boleh diabaikan. Oleh itu jumlah tenaga/turus di tiap-tiap titik dalam paip adalah sama iaitu:

$$H_1 = H_2 = H_3$$

atau

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} = \text{malar} \quad (4)$$

Persamaan (4) disebut sebagai Persamaan Bernoulli. Jika paip adalah ufuk, maka dalam persamaan (4), $z_1 - z_2 = 0$.

OBJEKTIF

Objektif ujikaji ini adalah seperti berikut:-

1. Untuk menentukan turus tekanan dan turus halaju pada setiap titik dalam paip yang ufuk.
2. Untuk menjumlahkan turus tekanan dan turus halaju untuk tiap-tiap titik di dalam paip.
3. Untuk membuktikan bahawa jumlah tenaga (per unit berat) atau jumlah turus untuk tiap-tiap titik dalam paip adalah sama iaitu menjadi satu garis lurus yang menepati persamaan (4).

PERALATAN

1. Sebatang paip ufuk yang mempunyai garispusat yang berbeza (Armfield).
2. Tangki pengukur kadar alir.
3. Jam randik.

CARA KERJA

1. Kira jarak ufuk pada pizometer pertama dengan berpandukan lakaran yang terdapat pada alat Teorem Bernoulli dan penuhkan data dalam **Jadual 1**.
2. Lakarkan rajah paip dan tiub pizometer.
3. Jalankan pam dan laraskan injap supaya permukaan air pada tiub pizometer boleh dibaca.
4. Ambil bacaan tiap-tiap aras permukaan air tiub pizometer dan isikan data ini dalam **Jadual 2**.
5. Tentukan isipadu air yang terkumpul dalam tangki pengukur dan ambil masa untuk mengisi isipadu air dalam tangki itu.
6. Ulang langkah 5 dan 6 untuk aras permukaan air tiub pizometer yang berbeza.

PENGIRAAN

1. Untuk **Jadual 1**, luas keratan rentas paip, $A = \frac{\pi d^2}{4}$ (m²)
2. Untuk **Jadual 2**:
 - (i) Kadar alir, $Q = \frac{V}{t}$ (m³/s) dengan V ialah isipadu air yang terkumpul dalam tangki pengukur dan t ialah masa untuk mengisi isipadu air berkenaan. Isipadu air ini juga boleh ditentukan dengan persamaan $V = \frac{m}{\rho}$, dengan m ialah jisim air yang terkumpul dalam tangki.
 - (ii) Turus halaju, $\frac{v^2}{2g} = \frac{Q^2}{2gA^2}$.

ARAHAN

1. Lengkapkan **Jadual 1** dan **Jadual 2** yang diberi. Tunjukkan contoh pengiraan yang perlu.
2. Plotkan graf turus halaju $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ dan jumlah turus $\left(h + \frac{v^2}{2g}\right)$ melawan jarak ufuk piezometer untuk kesemua ujikaji dalam kertas graf yang berasingan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1**.
3. Plotkan graf jumlah turus $\left(h + \frac{v^2}{2g}\right)$ melawan jarak ufuk piezometer untuk kesemua ujikaji dalam satu kertas graf yang sama.
4. Daripada Teorem Bernoulli yang anda pelajari dan dua graf yang diplot, bincangkan tentang:-
 - i) Perubahan turus tekanan (h) dengan diameter paip (d).
 - ii) Perubahan turus halaju $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ dengan diameter paip (d).
 - iii) Perubahan jumlah turus $\left(h + \frac{v^2}{2g}\right)$ dengan diameter paip (d).
5. Adakah graf jumlah turus melawan jarak ufuk piezometer merupakan satu garis lurus? Berikan komen anda.
6. Berikan cadangan, ralat dan langkah berhati-hati untuk ujikaji ini.

JADUAL 1 : DATA UNTUK ALIRAN PAIP

No Tiub	1	2	3	4	5	6
Garispusat,d (mm)						
Luas Keratan Rentas,A (m ²)						
Jarak Ufuk Dari Pizometer Pertama (mm)						

JADUAL 2 : DATA UJIKAJI UNTUK TEOREM BERNOULLI

Isipadu Air, V (m ³)													
Masa, t (saat)													
Kadar alir, Q (m ³ /s)													
No Tiub	Luas, A (m ²)	h (m)	v (m/s)	$\frac{v^2}{2g}$ (m)	$h + \frac{v^2}{2g}$ (m)	h (m)	v (m/s)	$\frac{v^2}{2g}$ (m)	$h + \frac{v^2}{2g}$ (m)	h (m)	v (m/s)	$\frac{v^2}{2g}$ (m)	$h + \frac{v^2}{2g}$ (m)
1													
2													
3													
4													
5													
6													