

PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

MODUL 3

Persamaan Kontinuitas dan Bernaully

Rev: Kardhana 01-09/2018

No Kelompok					
Nama Asisten					
Tanggal praktikum					
Tanggal masuk laporan*					
Nama	NIM	A*	B*	C*	Nilai*
**					

* Diisi oleh asisten; ** Ketua Kelompok

Lembar Kerja:

Petunjuk Modul: Lembar 1

Form Pengamatan: Lembar 2

Form Pengolahan dan Analisa Data: Lembar 3

Dasar Teori: Lembar 4

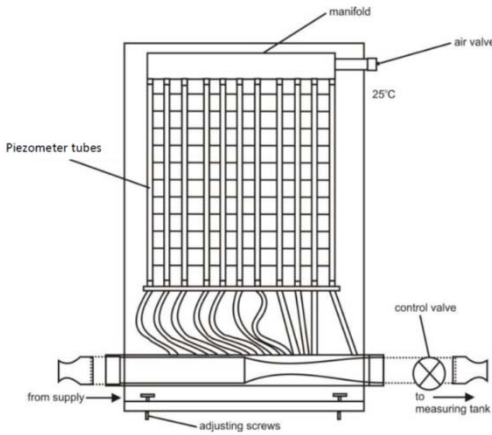


Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung

1. Petunjuk Modul

A. Pengantar

Pengukuran debit aliran pada pipa memegang peranan penting dalam pengelolaan air. Prinsip yang digunakan adalah kekekalan massa dan kekekalan energi. Karena massa yang harus kekal, maka fluida yang mengalir satu dimensi dari penampang 1 ke penampang 2 akan memiliki debit yang sama, sehingga debit di 1 sama dengan debit di 2. Konsep ini dikenal dengan **Hukum Kontinuitas**. Pada fluida yang mengalir terdapat 4 komponen energi yaitu: kecepatan, potensial, tekanan, dan kehilangan akibat friksi ataupun perubahan geometri. Konsep yang digunakan untuk mewakili komponen tersebut adalah konsep tinggi tekan. Dengan demikian terdapat 4 buah tinggi tekan (head) dengan unit meter yaitu tinggi tekan kecepatan (velocity head); tinggi tekan potensial (potential head), tinggi tekan tekanan (pressure head), dan kehilangan tinggi tekan (head loss).



Menurut Bernoulli, fluida yang mengalir dari penampang 1 ke penampang 2 maka jumlah tinggi tekan di titik 1 adalah sama dengan jumlah tinggi tekan di tempat 2 di tambah dengan kehilangan tinggi tekan di antara ke dua tempat tersebut. Konsep ini dikenal dengan **Hukum Bernoulli**. Contoh pemanfaatan dua hukum ini adalah Venturimeter, yaitu alat pengukur debit.

B. Tujuan

1. Memahami konsep tinggi tekan, hubungan dengan EGL & HGL.
2. Menentukan koefisien aliran venturimeter.
3. Memahami konsep pengukuran debit dengan venturimeter

C. Peralatan dan Bahan

1. Venturimeter Apparatus (Gambar sumber:)
2. Bangku hidraulis, Beban Counterweight dan Stopwatch

D. Prosedur Praktikum

1. Catat nilai koefisien aliran (c) venturi dan diameter piezometer. Catat masing-masing diameter pipa yang terhubung dengan piezometer (A). Keran pengatur air (control valve) pada kondisi tertutup. **(Form 2.1)**
2. Kalibrasi tinggi piezometer. Buka katup udara (air valve) perlahan sehingga air dalam setiap piezometer memiliki level yang sama. Jika air terlalu rendah, nyalakan bangku hidraulik buka control valve sehingga air mengalir kemudian tutup kembali. Periksa bahwa air dalam piezometer memiliki level yang sama.
3. Matikan bangku hidraulik, kosongkan air pada bak kecil di dalamnya.
4. Hidupkan bangku hidraulik, buka perlahan control valve sampai beberapa piezometer memiliki ketinggian maksimum dan minimum yang ada dalam skala pengamatan. Bukakan ini menjadi bukaan maksimum.
5. Catat level air di piezometer (y). Level piezometer di hitung dari poros venturimeter sehingga nilai level sama dengan pressure head. Perbedaan level harus tampak jelas terutama Piezo A dan D. **(Form 2.2)**.
6. Ukur debit dengan bangku hidraulik. Jika tempat pemasangan beban mulai terangkat, pasanglah beban, tempat akan turun & mulai waktu stopwatch. Apabila mulai terangkat kembali akhiri waktu stopwatch. Catat berat beban (W) yang digunakan dan durasi waktunya (T). **(Form 2.2)**. Matikan bangku hidraulik.
7. Kecilkan control valve secara perlahan untuk mendapatkan debit yang lebih kecil dari sebelumnya. Upayakan debitnya tidak terlalu kecil untuk beda tinggi piezo yang jelas. Hidupkan bangku hidraulik.
8. Ulangi langkah 6 – 8, upayakan hingga terkumpul data untuk delapan debit yang berbeda

E. Prosedur Pengolahan Data dan Analisa (Pelajari Lembar 4)

E1. Sketsa dan Pengolahan Data Praktikum

1. Gambar Bagan alir prosedur praktikum **(Form 2.3)**
2. Gambar Sketsa Hidraulik Gradien Line (HGL) dan Energy Gradien Line (EGL) untuk pengukuran pertama **(Form 2.4)**.
3. Hitung debit pengukuran $Q_{ukur} = \frac{W}{\rho T}$ untuk setiap sample data. ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) **(Form 3.1)**
4. Menghitung kecepatan $v = \frac{Q_{ukur}}{A}$ **(Form 3.1)**

E2. Analisa Data

1. Menghitung Velocity Head dan debit analitik ($Q_{analitik}$) **(Form 3.1)**
2. Membuat grafik hubungan antara Q_{ukur} dan $Q_{analitik}$. Membuat analisisnya. **(Form 3.2)**
3. Memperkirakan koefisien aliran venturi (c), bandingkan dengan data c standard. **(Form 3.2)**
4. Membuat garis HGL dan EGL **(Form 3.3)**
5. Membuat kesimpulan praktikum. Berikan komentar dari grafik dan tentang Head Loss.

F. Penilaian dan Lain Lain

Penilaian terdiri dari A: Kualitas laporan untuk mencapai tujuan; B: Pelaksanaan eksperimen dan kerapian kerja; C: Kerjasama Tim. Nilai 0 untuk Plagiarisme. Buat salinan modul ini setelah dilengkapi untuk semua anggota kelompok sebagai arsip/catatan. Modul asli yang telah dilengkapi diberikan ke asisten sebagai laporan. Form di isi rapi dengan tulisan tangan. Jika form yang ada kurang, tulisan dapat dilanjutkan di balik lembar kerjanya.

2. Form Pengamatan

Form 2.1 Data Venturimeter

c	Dia. Piezo (mm)	Diameter Pipa (mm)											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L

Form 2.2 Level Piezometer

No	W (Kg)	T (s)	LEVEL PIEZOMETER (mm)											
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														

Form 2.3 bagan alir praktikum

Form 2.4 Sketsa HGL dan EGL

3. Form Pengolahan dan Analisis Data

Form 3.1 Perhitungan Debit, Kecepatan, Velocity Head ($g=9.78 \text{ m/s}^2$)

No	Q _{ukur} (m ³ /s)	Kecepatan di Pipa (m/s) dan Velocity Head (m)												Q _{analitik} (m ³ /s)	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

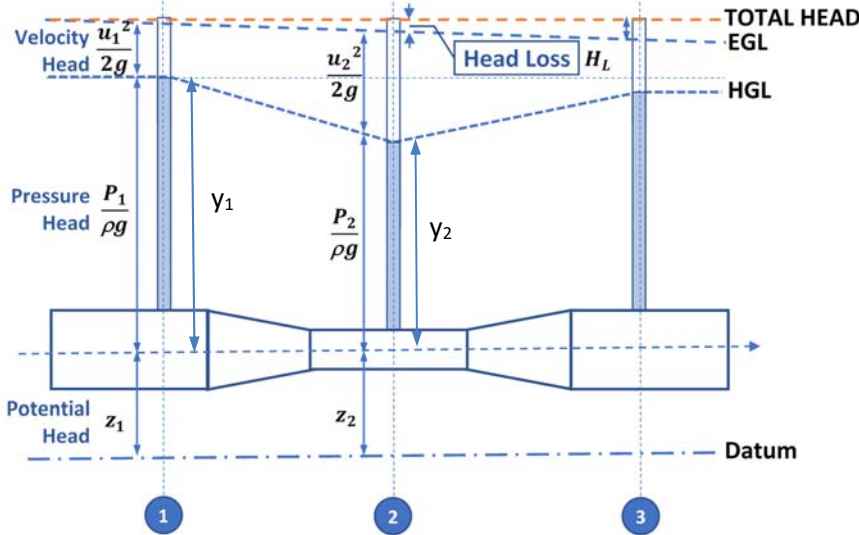
Form 3.2 Q_{ukur} dan Q_{analitik}

<p style="text-align: center;">$Q_{ukur} \text{ (m}^3\text{/s)}$</p> <p style="text-align: center;">$Q_{analitik} \text{ (m}^3\text{/s)}$</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

4. Dasar Teori

Dalam fluida yang mengalir terdapat 3 tinggi tekan (head) dengan unit meter yaitu tinggi tekan kecepatan (velocity head); tinggi tekan potensial (potential head), tinggi tekan tekanan (pressure head). Menurut Hukum Bernoulli, fluida yang mengalir dari penampang 1 ke penampang 2 maka jumlah tinggi tekan di titik 1 adalah sama dengan jumlah tinggi tekan di tempat 2 ditambah dengan kehilangan tinggi tekan di antara ke dua tempat tersebut (head loss). Hukum ini menyebabkan munculnya istilah Total Head, Energy Gradien Line (EGL) dan Hidraulik Gradien Line (HGL) (Lihat Gambar). Garis Total Head adalah garis yang menghubungkan jumlah 4 komponen energi tadi pada lintasan fluida, EGL adalah garis Total Head dikurangi dengan head loss, sedangkan HGL adalah EGL dikurangi dengan velocity head.

Apabila fluida mengalir dari penampang 1 ke penampang 2 maka aliran akan mengalami kontraksi. Karena hukum kontinuitas yang mana debit di kedua titik sama maka kecepatan di titik 2 (u_2) akan meningkat, yaitu sebesar:



$$u_2 = \frac{A_1}{A_2} u_1 \text{ atau } u_1 = \frac{A_2}{A_1} u_2 \dots\dots\dots(\text{pers 1})$$

Dimana:
 A_1 = luas penampang 1 dan A_2 = luas penampang 2
 Venturimeter menggunakan pipa yang penampangnya berangsur-angsur mengecil sehingga terdapat perbedaan velocity head dan pressure head pada 2 penampang yang ditinjau. Pressure head di baca langsung oleh piezometer (y_1 dan y_2).

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + z_2 + H_L$$

Potensial head di set sama ($z_1 = z_2$) dengan menempatkan venturi horizontal sempurna. Karena total head di kedua penampang tersebut sama dan dengan asumsi bahwa Head Loss tidak signifikan maka dengan dua velocity head tersebut maka dapat di prediksi debit yang mengalir melewati venturi. Sehingga:

$$y_1 + \frac{u_1^2}{2g} = y_2 + \frac{u_2^2}{2g} \dots\dots\dots(\text{pers 2})$$

Dan mensubstitusikan pers 1 ke pers 2 diperoleh:

$$u_2 = \sqrt{\frac{2g(y_1 - y_2)}{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}}$$

Jika persamaan di atas digunakan untuk memprediksi debit secara analitik yang mana $Q_{analitik} = A_2 u_2$ maka:

$$Q_{analitik} = A_2 \sqrt{\frac{2g(y_1 - y_2)}{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \dots\dots\dots(\text{pers 3})$$

Hasil eksperimen menunjukkan adanya deviasi antara pers 3 dan hasil pengukuran. Untuk itu venturimeter menggunakan koefisien c (koefisien aliran) sebagai pendekatan deviasi linear. Pers 3 menjadi:

$$Q = c A_2 \sqrt{\frac{2g(y_1 - y_2)}{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}}$$

Koefisien c ini diperoleh melalui kegiatan pengujian alat ukur khusus yang disebut dengan proses kalibrasi.

Pustaka

Crowe et al., Engineering Fluid Mechanics, 2009 (Ebook)
 HM 150....., G.U.N.T, 1997