

BUKU MANUAL

Program Simulasi Energi Spesifik pada Saluran Terbuka

**Pembuatan Pengembangan Model Laboratorium Berbasis Multimedia dan
Simulasi ini dibiayai oleh Pembinaan Akademik dan Pengembangan
Kegiatan Kemahasiswaan Direktorat Jenndral Pendidikan Tinggi
Departemen Pendidikan Nasional Tahun Anggaran 2005**

Oleh :

Pramudiyanto,S.Pd.T

Didik Purwanto,S.T

**PEMBINAAN AKAD3MIK DAN PENGEMBANGAN
KEGIATAN KEMAHASISWAAN
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
2005**

Kata Pengantar

Kemajuan teknologi informasi sangat cepat bahkan lebih cepat dari yang diperkirakan sebelumnya. Penggunaan komputer sebagai bagian dari teknologi informasi telah banyak digunakan. Namun penggunaan komputer selama ini masih banyak dalam hal penulisan, presentasi bahan ajar maupun hitungan. Penggunaan komputer sebagai alat untuk visualisasi pengujian / praktikum di laboratorium masih jarang, apalagi untuk laboratorium bidang keairan, lebih khusus lagi untuk hidrolika.

Pengadaan alat-alat pengujian di laboratorium dari hari kehari semakin terasa mahal. Di sisi yang lain pengujian di laboratorium sangat membantu mahasiswa dalam memahami konsep yang diajarkan di kelas. Oleh sebab itu perlu dilakukan sebuah terobosan agar proses pemahaman dan pembelajaran dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya dan dari sisi biaya tidak terlalu mahal.

Memahami akan hal itu maka penulis berusaha membuat program sederhana tentang konsep Energi Spesifik pada aliran terbuka yang divisualisasikan melalui komputer. Dengan program ini diharapkan dapat menggantikan percobaan di laboratorium tentang aliran kritik yang melalui sebuah flume yang mengalami penyempitan maupun pendangkalan dasar.

Penulis memahami bahwa program ini masih sangat banyak memiliki keterbatasan oleh sebab itu masukan maupun saran sangat penulis harapkan demi penyempurnaan program ini.

DAFTAR ISI

Kata	hal
pengantar	i
Daftar isi	ii
BAB I	Sekilas tentang Program Simulasi.....	1
BAB II	Petunjuk Pemakaian.....	2
Daftar		
Pustaka		

Bagian 1

Sekilas Tentang Program

Program Simulasi Energi Spesifik pada saluran terbuka ini merupakan program untuk menggambarkan kondisi aliran pada saluran terbuka yang mengalami penyempitan lebar maupun kenaikan dasar saluran. Perubahan aliran hanya dibatasi satu dimensi yaitu perubahan kedalaman pada bagian yang mengalami perubahan, yaitu penyempitan saluran atau kenaikan dasar saluran. Perubahan kedalaman aliran ini didasarkan pada konsep energi spesifik. Batasan kondisi pada program ini adalah :

1. Aliran adalah permanen dan satu dimensi
2. Pendekatan aliran hanya pada kondisi subkritis (bilangan Froude < 1)
3. Perubahan hanya terjadi satu kondisi, yaitu penyempitan saluran saja atau kenaikan dasar saluran saja dan tidak dapat digunakan untuk kondisi keduanya.
4. Dimensi saluran : lebar dan kedalaman didasarkan pada dimensi flume di laboratorium hidrolika dengan lebar flume 10 cm , kedalaman 10 cm sampai dengan 25 cm, dengan kecepatan menyesuaikan yaitu sampai dengan bilangan Froude < 1 .
5. Kontraksi aliran akibat perubahan tampang diabaikan.
6. Koefisien koreksi energi dianggap sama dengan 1.

Program ini masih sangat sederhana dan memiliki banyak keterbatasan, oleh sebab itu masukan maupun saran sangat dibutuhkan demi kesempurnaan program ini.

Bagian 2

Petunjuk Pemakaian

Untuk dapat menggunakan program simulasi ini anda disarankan untuk mengikuti langkah-langkah berikut :

1. Settinglah display layar anda ke resolusi tinggi minimal 1024 x 768 pixel.
2. Masukkan Cd program ke dalam komputer anda.
3. Pilihlah bagian programnya
4. Pilihlah salah satu diantara tiga menu yang tersedia yaitu :
 - Teori
 - Kenaikan Dasar Saluran
 - Penyempitan Badan saluran

Teori berisi tentang teori dasar pada konsep Energi Spesifik.

Kenaikan Dasar saluran berisi program simulasi aliran pada kenaikan dasar saluran .

Penyempitan badan saluran berisi tentang program simulasi aliran yang mengalami perubahan akibat dasar saluran yang dinaikkan.

5. Jika anda memilih "Teori" maka anda akan mendapatkan teori dasar Energi spesifik yang mendasari program ini.

6. Jika anda memilih "Kenaikan Dasar Saluran " anda akan menjumpai variabel yang harus anda isi diantaranya :kecepatan aliran, lebar aliran dan kedalaman awal aliran. Isilah sesuai dengan ukuran flume. Setelah itu klik "execute"s lalu sesuaikan kenaikan dasar saluran sesuai dengan keinginan anda, yaitu dengan mengklik arah panah (ke kanan berarti kenaikan dasar akan bertambah dan sebaliknya)

7. Jika anda memilih "Penyempitan badan Saluran " anda akan menjumpai variabel yang harus anda isi diantaranya :kecepatan aliran, lebar aliran dan kedalaman awal aliran. Isilah sesuai dengan ukuran flume. Setelah itu klik "execute"s lalu sesuaikan penyempitan saluran sesuai dengan keinginan anda, yaitu dengan mengklik arah panah (ke kanan berarti penyempitan akan bertambah dan sebaliknya).

8. Jika anda sudah selesai klik "stop" .

9. Jika anda mau keluar klik "Back to main menu"

10. Jika anda mau keluar klik "quit" .

Bagian 3.

Referensi Teori Dasar

3.1 Aliran melalui saluran terbuka

Saluran dimana air yang sedang mengalir tidak sepenuhnya tertutup oleh batas yang kukuh, namun mempunyai permukaan bebas terbuka terhadap tekanan atmosfer dikenal dengan saluran terbuka (open Channel). Saluran terbuka dapat diklasifikasikan sebagai buatan atau alami, tergantung pada apakah penampangannya adalah buatan manusia atau sebaliknya. Sungai dan muara adalah contoh saluran alami sedangkan saluran irigasi adalah contoh saluran buatan.

3.2 Klasifikasi aliran Subkritis dan Super kritis

Aliran saluran terbuka dapat diklasifikasikan ke dalam jenis yang berbeda menurut beberapa hal, diantaranya adalah berdasarkan nilai dari bilangan Froude atau *Froude Number*. Bilangan froude adalah perbandingan antara gaya inersia dengan gaya gravitasi (per satuan volume) dan dapat ditulis sebagai :

$$F_r = \frac{U}{\sqrt{gL}}$$

dengan :

- Fr : bilangan Froude
- U : kecepatan
- g : gravitasi
- L : panjang spesifik
- ρ : rapat massa

Aliran dikatakan kritis apabila bilangan Froude sama dengan satu, aliran disebut subkritis apabila $F < 1$ dan superkritis apabila $F > 1$. Aliran subkritis kadang-kadang disebut aliran tenang, sedang aliran cepat juga digunakan untuk menyatakan aliran super kritis.

3.3 Energi Spesifik

Energi spesifik aliran pada penampang tertentu sebagai total energi pada penampang yang dihitung dengan menggunakan dasar saluran sebagai titik duga ditentukan dengan :

$$E_1 = h_1 + \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad (1)$$

dengan, E = tinggi energi (m)
 h = tinggi muka air (m)
 V = kecepatan aliran (m/det)
 g = kecepatan gravitasi (m/det²)

Konsep energi spesifik dan kedalaman kritis dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa masalah parktek yang penting. Percepatan aliran dapat disebabkan oleh berkurangnya lebar saluran, naiknya ketinggian dasar atau keduanya. Saluran dengan bentuk persegi empat dapat digunakan untuk keperluan penyederhanaan.

3.3.1. Pengurangan lebar saluran

Misalkan lebar saluran akan dikurangi dari b_1 ke b_2 (masih lebih besar daripada b_c) dan ketinggian dasar dianggap tetap. Karena kehilangan energi pada penampang 1 dan 2 dapat diabaikan, kita dapat menggunakan suatu hubungan debit kedalaman untuk suatu energi spesifik konstan. Apabila aliran yang mendekati adalah subkritis dengan kedalaman sama dengan h_1 pada penampang 1, kedalaman pada penampang 2 akan lebih kecil daripada h_1 (tetapi lebih besar daripada h_c) dan sama dengan h_2 . Kita dapat menggunakan persamaan $E_2 = E_1$ untuk mendapatkan h_2 . Apabila b_2 sama dengan b_c maka yang terjadi pada penampang 2 adalah kedalaman sebesar h_c . Dan apabila b_2 lebih kecil daripada b_c maka yang terjadi pada penampang 2 adalah \hat{h}_c dengan diikuti dengan kedalaman pada penampang 1 lebih besar daripada h_1 yaitu sebesar \hat{h}_1 . Proses perhitungan dilakukan dengan diagram alir berikut :

Langkah Perhitungan :

Suatu aliran pada flume dengan lebar 10 cm memiliki kecepatan 20 cm/dt. Kedalaman aliran sebesar 20 cm. Apabila lebar flume dipersempit menjadi 8 cm, berapakah kedalaman aliran pada bagian penyempitan ?

1. Hitunglah $E_1 = h_1 + \left(\frac{V^2}{2g} \right)$ atau $E_1 = h_1 + \left(\frac{Q^2}{2g A^2} \right)$

2. Hitunglah bilangan Froude $Fr = \frac{U}{\sqrt{g D}}$

3. Dicek apakah $Fr < 1$, jika ok lanjutkan. Jika tidak maka kecepatan dikurangi sampai memenuhi $Fr < 1$.

4. Hitunglah E_2 berdasarkan lebar di penampang 2 dengan persamaan :

$$E_2 = h_2 + \left(\frac{Q^2}{2g b_2 \cdot h_2^2} \right)$$

5. Cek apakah E_2 sama, kurang atau lebih besar dari E_1 .

6. Jika $E_2 < E_1$ gunakan persamaan $E_2 = E_1$ dan selanjutnya hitung h_2 .

7. Jika $E_2 = E_1$ maka terjadi hc dan dihitung dengan persamaan E_2 .

8. Jika $E_2 > E_1$ maka dianggap $E_1 = E_2$ dan dihitung h_1 dengan persamaan E_1 baru dengan h_2 sebesar hc.

Gambar 1. Diagram alir perhitungan kedalaman muka air

3.2. Kenaikan ketinggian dasar.

Pertimbangkan suatu saluran yang lebarnya konstan. Saluran ini kemudian dinaikkan dasarnya sebesar ΔZ_2 pada penampang 2. Energi pada penampang 2 adalah :

$$E_2 = E_1 - \Delta Z_1$$

Apabila $\Delta Z_1 < \Delta Z_c$ maka muka air pada penampang 2 akan mengalami penurunan dengan kedalaman baru sebesar h_2 . Kedalaman baru h_2 ini dapat dihitung dengan menyamakan harga $E_2 = E_1$. Selanjutnya harga E_2 digunakan untuk menentukan harga h_2 dengan persamaan

$$E_2 = h_2 + \left(\frac{Q^2}{2g \cdot b_2 \cdot h_2} \right).$$

Selanjutnya dengan Metode Newton Raphson harga h_2 dapat ditentukan.

Apabila $\Delta Z_1 = \Delta Z_c$ maka pada penampang 2 kedalamannya akan mencapai kedalaman kritis sebesar h_c . Nilai h_c dapat dihitung dengan persamaan

$$h_c = \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{b_2} \right)^2 \frac{1}{g}}.$$

Apabila harga ΔZ_1 diperbesar sehingga $\Delta Z_1 > \Delta Z_c$ maka pada penampang 2 kedalaman akan mencapai \hat{h}_2 yang besarnya sama dengan h_c dan pada penampang 1 kedalamannya mengalami kenaikan sehingga kedalamannya menjadi \hat{h}_1 yang lebih besar daripada h_1 . Nilai h_1 baru ini didapatkan dengan menyelesaikan persamaan :

$$E_1 = h_1 + \left(\frac{Q^2}{2g \cdot h_1 \cdot b_1} \right)$$

Untuk mendapatkan nilai h_1 pada persamaan ini dapat dilakukan dengan metode Newton-Raphson.

Daftar Pustaka

Ranga Raju, K.G. (1981) Aliran Melalui Saluran Terbuka, Tata McGraw-Hill
(terjemahan oleh Penerbit Erlangga).