

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Proses pembelajaran mata kuliah Hidrolika adalah bagian dari proses pembelajaran dari seluruh mata kuliah yang diajarkan di jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY. Mata kuliah ini diajarkan dengan bobot 2 sks ditambah dengan praktikum yang dilakukan pada pertengahan semester dengan pertimbangan mahasiswa telah cukup mempunyai bekal pemahaman untuk praktikum.

Salah satu bagian yang diajarkan dalam mata kuliah hidrolika adalah Konsep Energi Spesifik. Bagian ini disampaikan kira-kira pada pertemuan keempat atau kelima, sehingga praktikum hidrolikanya sendiri belum dimulai. Bagian konsep energi spesifik ini memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi. Di dalam proses PBM ini sering dijumpai kendala berupa kemampuan abstraksi mahasiswa untuk memahami konsep secara benar masih kurang. Dari permasalahan ini maka perlu dilakukan suatu proses pembelajaran yang dilengkapi dengan media visual berbasis laboratorium yang dapat disampaikan di kelas agar mahasiswa lebih meningkat kemampuannya dalam memahami konsep energi spesifik.

Salah satu media simulasi visual yang dapat disampaikan di dalam kelas adalah program komputer yang menggambarkan kondisi aliran akibat adanya perubahan tampang aliran baik penyempitan badan saluran 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.

### **1.2. Batasan Permasalahan**

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 kedua-duanya.
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.

### **13. Tujuan**

Tujuan dari pembuatan program simulasi ini adalah sebagai berikut :

- 1.Memberi kemudahan bagi dosen untuk menjelaskan konsep energi spesifik kepada mahasiswa
- 2.Mempermudah mahasiswa untuk memahami konsep energi spesifik
- 3.Mempermudah mahasiswa untuk melakukan pratikum hidrolika di laboratorium

## BAB II

### METODOLOGI PEMBUATAN PROGRAM

#### 2.1 Gambaran Umum

Simulasi program dibuat dengan memodelkan perilaku aliran yang terjadi di laboratorium kemudian dijadikan model visual di komputer. Model simulasi dilakukan dengan dimensi dibuat seolah-oleh sama dengan yang terjadi di flume yang ada di laboratorium Hidrolika jurusan teknik sipil FT UNY.

Di dalam simulasi model ditunjukkan bagaimana sebuah potongan memanjang dari sebuah flume yang didalamnya ada aliran dengan kedalaman, lebar dan kecepatan aliran tertentu kemudian diganggu dengan adanya perubahan tampang pada aliran. Dengan adanya gangguan ini maka perilaku aliran juga mengalami perubahan. Adapun gangguan yang dimaksud adalah dalam dua bentuk yaitu kenaikan dasar saluran dan penyempitan badan saluran.

Pada kenaikan dasar saluran aliran melalui flume diawali dengan model sebuah potongan memanjang flume tanpa adanya kenaikan dasar flume. Secara perlahan-lahan kemudian pada dasar flume dibuat tonjolan setebal  $\Delta Z$ . Pada penonjolan ini aliran akan mengalami perubahan kedalaman. Penonjolan ini kemudian dapat diperbesar sampai mengalami pembendungan. Ketebalan tonjolan ini dapat dibuat sesuai keinginan pengguna akan dinaikkan ketebalannya atau sebaliknya. Program simulasi dibuat sebagaimana kondisi sebenarnya yaitu perubahan kedalaman akibat perubahan ketebalan pada dasar saluran.

Pada penyempitan badan saluran aliran melalui flume diawali dengan model sebuah potongan memanjang flume tanpa adanya penyempitan pada dinding flume. Secara perlahan-lahan kemudian pada dinding flume dibuat tonjolan setebal  $\Delta b$  sehingga badan saluran mengalami penyempitan dari  $b_1$  ke  $b_2$ . Pada penyempitan dinding ini aliran akan mengalami perubahan kedalaman. Penyempitan ini kemudian dapat diperbesar sampai mengalami pembendungan. Lebar penyempitan dapat dibuat sesuai keinginan pengguna, akan ditingkatkan penyempitannya atau dikurangi..

#### 2.2 Detail Program

Input layout

Tampilan pada layar disesuaikan dengan kondisi seperti di laboratorium yaitu berupa potongan memanjang dari sebuah flume berisi air mengalir dengan kedalaman, lebar dan kecepatan dapat dibuat fleksibel. Untuk menjalankan program simulasi ini dibutuhkan input berupa :

- kecepatan aliran (m / s)
- lebar aliar (m)
- kedalaman awal aliran (m)
- lebar penyempitan ( dapat diset sesuai dengan keinginan)
- kenaikan dasar ( dapat diset sesuai dengan keinginan)

Output layout

Output layout dalam dua bentuk yaitu berupa angka saja, atau berupa angka dan berupa gambar sekaligus muncul keduanya .Layout berupa angka saja meliputi yaitu berupa bilangan Froude hasil hitungan. Program akan berjalan bila bilangan Froude  $< 1$ . Untuk bilangan Froude  $> 1$  maka program akan memberi peringatan bahwa bilangan Froude terlalu besar dan pinput harus diubah misalnya dengan memperkecil kecepatan aliran.

Layout berupa gambar dan angka meliputi

- ketebalan kenaikan dasar saluran (m)
- lebar penyempitan saluran (m)
- kedalaman awal aliran (m)
- kedalaman pada tampang yang mengalami perubahan (m)

### **2.3 Kemudahan Penggunaan**

Program ini dapat digunakan untuk mengetahui kondisi perubahan kedalaman aliran akibat penyempitan atau kenaikan dasar saluran dengan dua model tampilan yaitu

a. Berupa tampilan angka saja, terdiri dari :

1. h2 untuk penyempitan atau kenaikan dasar belum mengakibatkan adanya aliran kritis

2. h kritis untuk penyempitan atau kenaikan dasar saluran yang menjadikan aliran menjadi kritis

3. h1 baru, untuk penyempitan atau kenaikan dasar saluran yang mengakibatkan terjadinya aliran kritis dan pembendungan.

Pada tampilan berupa angka ini proses hitungan tidak mengalami perubahan sehingga dengan masukan berupa : kecepatan, lebar dan kedalaman aliran berapapun selama bilangan Froude  $< 1$  tetap dapat ditampilkan angka hasil hitungan.

b. Berupa tampilan disertai gambar, terdiri dari :

1. h2 untuk penyempitan atau kenaikan dasar belum mengakibatkan adanya aliran kritis

2. h1 baru, untuk penyempitan atau kenaikan dasar saluran yang mengakibatkan terjadinya aliran kritis dan pembendungan.

Pada tampilan angka disertai gambar ini hanya mampu untuk kedalaman, lebar dan kecepatan aliran sebagaimana lazimnya kedalaman, lebar dan kecepatan aliran di dalam flume. Keterbatasan ini disebabkan adanya keterbatasan tampilan pada bagian monitornya yang memang didesain sesuai dengan dimensi pada flume. Kedalaman aliran dapat dibuat sampai dengan kedalaman 30 cm atau 0,3 m. Jika dinaikkan lagi maka gambar pada layar monitor akan melewati batas layar.

Dengan demikian program ini disamping dapat digunakan untuk menghitung dan menampilkan suatu kondisi aliran pada sebuah flume juga dapat digunakan untuk menghitung perubahan aliran pada saluran dengan dimensi besar selama pendekatannya adalah aliran subkritis (bilangan Froude  $< 1$ ). Sehingga tidak dibutuhkan perhitungan manual untuk penyelesaian permasalahan perubahan tampang (penyempitan atau kenaikan dasar saluran) pada aliran, tetapi cukup memasukkan variabel aliran seperti lebar, kecepatan dan kedalaman aliran sesuai keinginan.

## **BAB III**

### **Implementasi**

#### **3.1 Aliran melauai 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 penampangnya 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 *Froud 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
- $\rho$  : 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/det<sup>2</sup>)

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 :

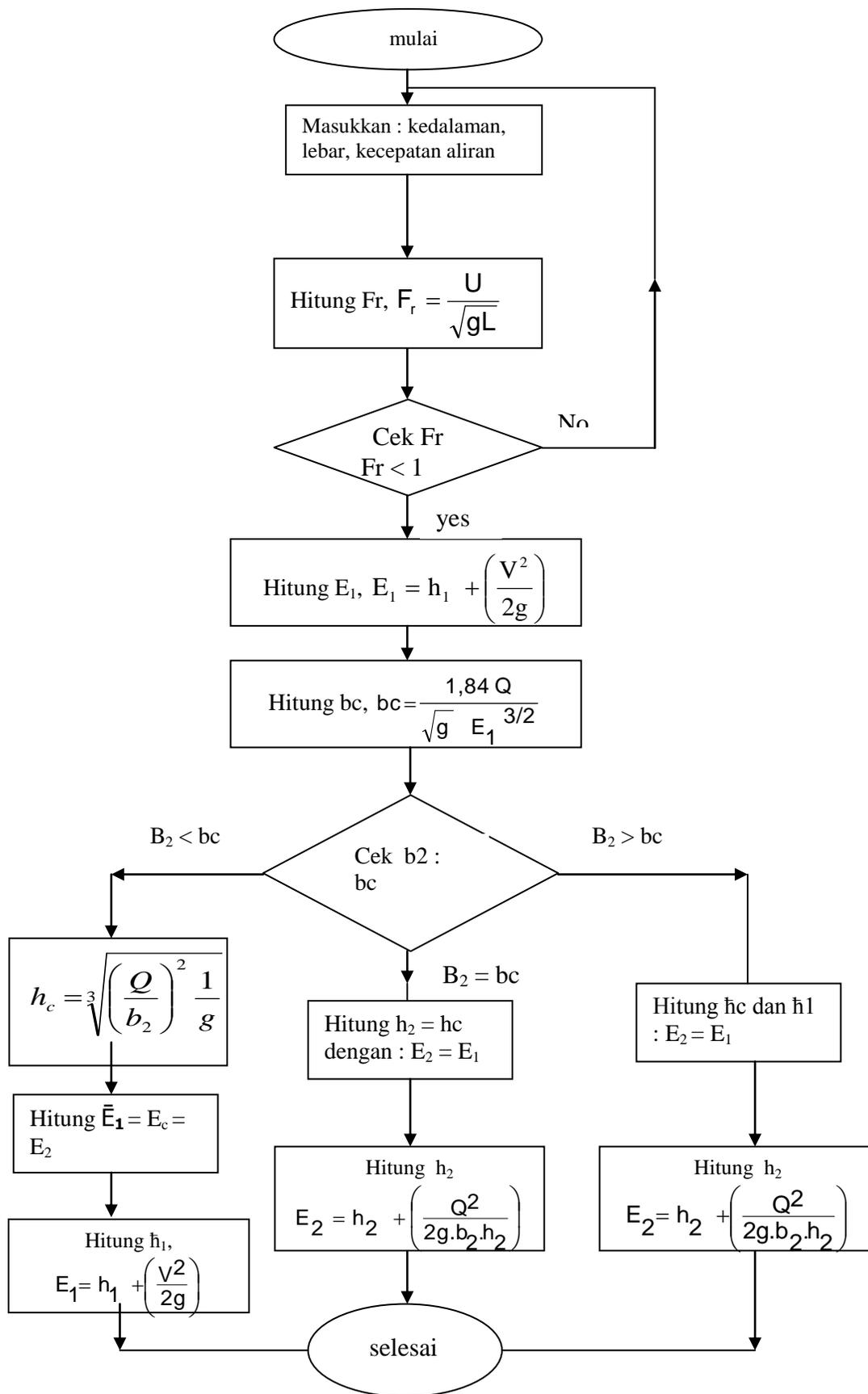
$$E_2 = h_2 + \left( \frac{Q^2}{2g b_2 \cdot h_2^2} \right)$$

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  $\Delta Z_2$  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.

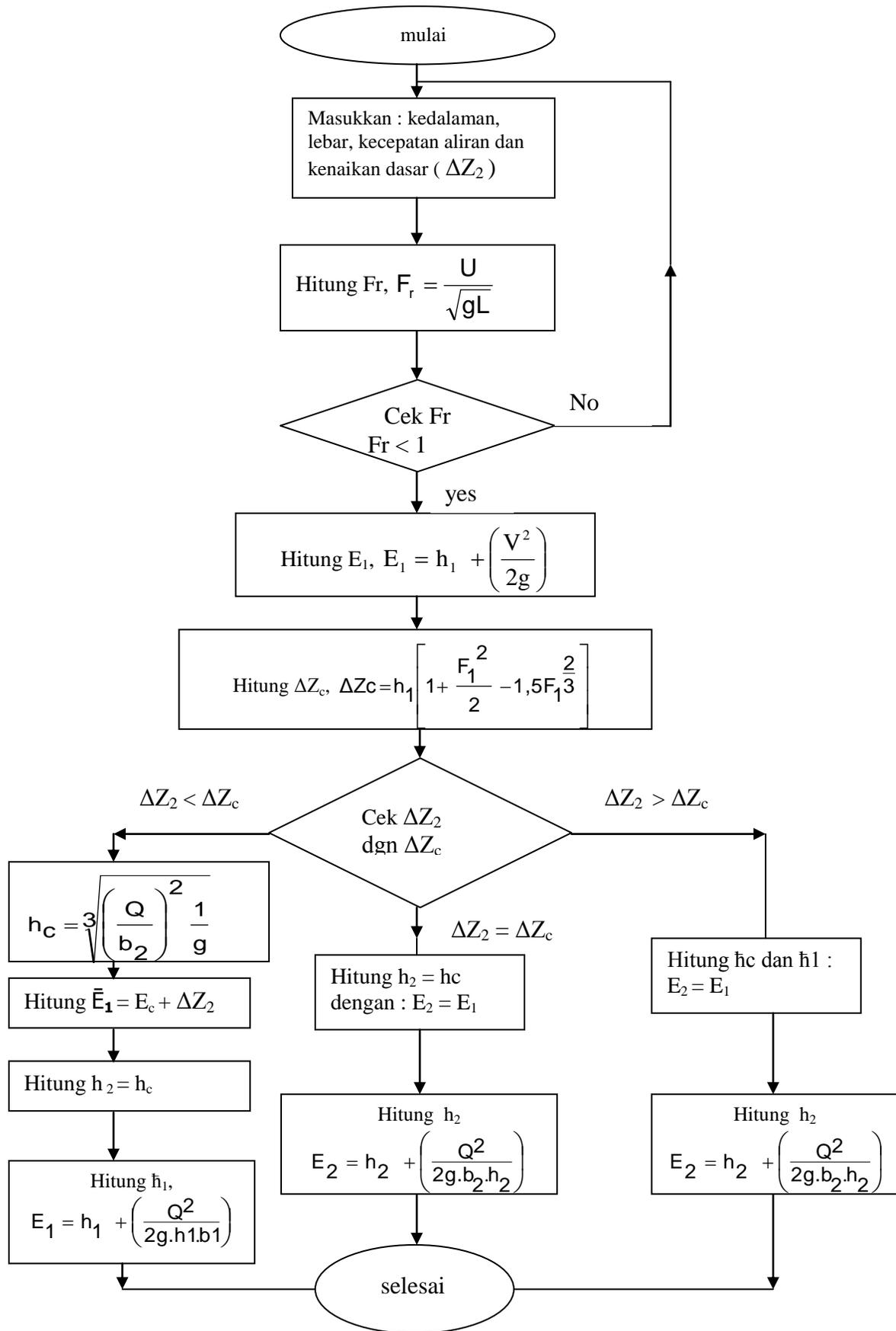
Apabila  $\Delta Z_1 = \Delta Z_c$  maka pada penampang 2 kedalamannya akan mencapai kedalaman kritis sebesar  $h_c$ . Nilai  $h_c$  dapat dihitung dengan persamaan

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

Apabila harga  $\Delta Z_1$  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 kedalaman aliran di penampang 1 atau  $h_1$  pada persamaan ini dapat dilakukan dengan metode Newton-Raphson.



Gambar 2. Diagram alir perhitungan kedalaman muka air

## Daftar Pustaka

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

(terjemahan oleh Penerbit Erlangga).

Antony Pranata, (1994), Pemrograman Borland Delphi 6.0, Andi Offset, Yogyakarta.