

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aliran air dalam saluran terbuka merupakan bagian penting dalam sistem hidraulika, terutama dalam konteks sistem drainase, irigasi, dan pengendalian banjir. Karakteristik aliran seperti kecepatan, debit, dan tinggi muka air sangat dipengaruhi oleh bentuk penampang saluran, kekasaran permukaan, dan kemiringan dasar saluran [1]. Memahami karakteristik dan dinamika aliran air dalam saluran menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan bahwa saluran yang dirancang mampu menampung dan mengalirkan air secara efisien, khususnya saat menghadapi lonjakan debit akibat hujan deras. Apabila aliran air tidak dikendalikan dengan baik, kemungkinan terjadinya luapan air yang bisa merusak infrastruktur dan menimbulkan kerugian materi bahkan nyawa manusia [2].

Bentuk penampang saluran memegang peranan penting dalam menentukan dinamika aliran air, seperti kecepatan aliran dan volume air yang mampu ditampung oleh saluran [3]. Dua jenis penampang yang umum digunakan dalam sistem irigasi maupun saluran sungai adalah penampang trapesium dan persegi panjang karena kemudahan dalam bentuk konstruksinya serta memiliki kapasitas penampungan yang besar. Meskipun keduanya dapat digunakan secara efektif, perbedaan struktur geometrinya menyebabkan variasi signifikan dalam jari-jari hidraulik, distribusi kecepatan aliran, dan pola tekanan air [4].

Dalam penerapannya di lapangan, sistem saluran tidak selalu memiliki bentuk penampang yang sama sepanjang jalur aliran. Terdapat kondisi di mana segmen-segmen dalam saluran bisa memiliki bentuk penampang yang berbeda, sehingga membentuk saluran gabungan. Perubahan bentuk penampang ini dapat menimbulkan efek pada dinamika aliran air, seperti lonjakan pada kecepatan atau perubahan mendadak pada aliran air, yang berpotensi berdampak pada efisiensi aliran air secara keseluruhan. Pada penelitian ini pula akan dibandingkan saluran gabungan dengan saluran satu bentuk (trapesium penuh sepanjang saluran dan persegi panjang penuh sepanjang saluran). Studi perbandingan ini penting karena transisi dalam saluran gabungan yang menyebabkan

lonjakan kecil tidak terdapat dalam saluran satu bentuk. Selain itu, penggunaan variasi bentuk penampang dalam saluran juga dapat memberikan manfaat, karena memungkinkan pemanfaatan keunggulan dari masing-masing bentuk penampang saluran. Contohnya, penampang persegi panjang memiliki luas penampang yang relatif kecil sehingga menghasilkan kecepatan aliran yang lebih besar dan kedalaman aliran yang cukup tinggi [5]. Sementara itu, penampang trapesium memiliki kapasitas tampung yang lebih besar karena bentuknya yang melebar, sehingga meskipun debitnya besar, tinggi muka air tetap terkendali dan tidak terlalu naik. Sehingga, dengan mengombinasikan kedua bentuk penampang saluran ini memungkinkan untuk mengoptimalkan distribusi kecepatan dan kedalaman aliran sepanjang saluran.

Dinamika aliran air dalam saluran terbuka dengan bentuk penampang yang bervariasi, dapat dianalisis dan diprediksi menggunakan model matematis yang dikenal sebagai persamaan Saint-Venant. Persamaan ini merupakan bentuk sistem Persamaan Diferensial Parsial (PDP) yang digunakan untuk memodelkan aliran pada saluran terbuka. Persamaan Saint-Venant ditemukan oleh Adhémar Jean Claude Barré de Saint-Venant [6] yang terdiri dari dua persamaan utama, yaitu persamaan kontinuitas dan persamaan momentum. Model ini telah diterapkan dalam berbagai penelitian hidraulika untuk menganalisis aliran air dalam saluran dengan berbagai bentuk penampang [7], termasuk studi yang membandingkan aliran pada penampang persegi panjang dan trapesium menggunakan metode numerik beda hingga FTBS pada jurnal "*Saint-Venant Model Analysis of Trapezoidal Open Channel Water Flow using Finite Difference Method*" [1].

Meskipun demikian, dinamika aliran pada titik transisi antara bentuk penampang yang berbeda dalam saluran gabungan, terkhusus lonjakan kecil yang terjadi, belum sepenuhnya dipahami dan belum terdokumentasi dengan baik dalam literatur. Kajian sebelumnya umumnya terpusat pada saluran satu bentuk penampang. Oleh karena itu, efek dinamika aliran yang timbul pada bagian perubahan bentuk geometri sering terabaikan. Sehingga untuk mengatasi keterbatasan ini, khususnya dalam membandingkan karakteristik aliran pada saluran gabungan dan saluran satu bentuk, penelitian ini menggunakan parameter bentuk saluran dari studi kasus nyata, seperti yang diperoleh dari jurnal "*Analisis Kecepatan Aliran Pada Penampang Segi Empat Dan Trapesium di Saluran Induk Bantimurung Kabupaten Maros*" [4]. Pendekatan ini memungkinkan kajian simulasi yang lebih relevan dengan kondisi lapangan dan memberikan pemahaman mendalam tentang dinamika aliran pada saluran gabungan.

Dalam menghadapi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi

dinamika aliran air pada saluran gabungan yang terdiri dari segmen trapesium dan persegi panjang. Fokus utama terletak pada analisis perubahan karakteristik aliran, seperti debit, kecepatan, dan kedalaman akibat transisi bentuk penampang. Melalui penggunaan model matematika Saint-Venant dengan skema *Forward Time Backward Space* (FTBS) dan simulasi numerik menggunakan Python, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai perilaku gelombang aliran yang terjadi akibat perubahan geometri saluran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan teknis dalam desain saluran terbuka yang lebih adaptif terhadap variasi bentuk penampang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode numerik menggunakan skema FTBS untuk saluran trapesium dan persegi panjang?
2. Bagaimana perubahan karakteristik aliran (debit, kecepatan, dan kedalaman) terjadi pada transisi bentuk penampang dalam saluran gabungan yang terdiri dari segmen trapesium dan persegi panjang?
3. Bagaimana perbandingan karakteristik aliran antara saluran gabungan dan saluran satu bentuk (trapesium penuh dan persegi panjang penuh) berdasarkan hasil simulasi numerik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari jurnal.
2. Solusi numerik yang digunakan adalah metode beda hingga dengan metode *Forward Time Backward Space* (FTBS).
3. Simulasi dan perhitungan hanya dilakukan dalam kondisi aliran tak tunak (*unsteady flow*).
4. Simulasi dilakukan untuk bentuk penampang dasar trapesium dan persegi panjang.
5. Tidak dilakukan analisis tambahan terhadap faktor eksternal seperti sedimentasi, perubahan topografi, atau pengaruh vegetasi terhadap kapasitas aliran.

1.4 Tujuan Masalah

Tujuan dalam penelitian ini, di antaranya :

1. Menerapkan metode numerik menggunakan skema FTBS untuk memodelkan aliran pada saluran trapesium dan persegi panjang.
2. Menganalisis perubahan karakteristik aliran (debit, kecepatan, dan kedalaman) yang terjadi pada transisi bentuk penampang dalam saluran gabungan yang terdiri dari segmen trapesium dan persegi panjang.
3. Membandingkan karakteristik aliran antara saluran gabungan dan saluran satu bentuk (trapesium penuh dan persegi panjang penuh) berdasarkan hasil simulasi numerik.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam bahasan ini, meliputi :

1. Studi Literatur
Pada tahapan ini, penulis mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber referensi seperti jurnal ilmiah, buku teks, dan publikasi lainnya yang relevan untuk mendukung penelitian tugas akhir mengenai model persamaan Saint-Venant, metode numerik metode beda hingga dan bentuk saluran terbuka.
2. Analisis
Persamaan Saint-Venant dianalisis untuk saluran terbuka berbentuk trapesium dan persegi panjang menggunakan metode numerik dengan skema FTBS.
3. Simulasi
Simulasi dilakukan menggunakan *software python* untuk melihat bagaimana karakteristik aliran air pada saluran gabungan, serta melihat perbedaan saluran gabungan dengan saluran satu bentuk (trapesium penuh dan persegi panjang penuh) terhadap aliran air.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada kajian skripsi ini terdiri dari lima bab dan daftar pustaka, di antaranya :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan dasar-dasar teori yang relevan dengan topik pembahasan. Landasan teori ini meliputi: saluran terbuka, Persamaan Diferensial Parsial, persamaan *Saint Venant*, dan metode beda hingga.

BAB 3 METODE NUMERIK PERSAMAAN SAINT-VENANT DENGAN SKEMA FTBS UNTUK SALURAN TERBUKA

Dalam bab ini akan diuraikan tentang bahasan utama pada kajian skripsi, mengenai solusi numerik persamaan *Saint Venant* untuk saluran persegi panjang dengan metode FTBS, solusi numerik persamaan *Saint Venant* untuk saluran trapesium dengan metode FTBS, kekonsistenan dan kestabilan.

BAB 4 STUDI KASUS DAN ANALISA

Bab ini akan memaparkan hasil simulasi numerik dari studi kasus nyata saluran gabungan. Simulasi akan difokuskan pada perubahan karakteristik aliran (debit, kecepatan, dan kedalaman) yang terjadi pada titik transisi bentuk penampang dalam saluran gabungan. Selanjutnya, bab ini juga akan menganalisis perbandingan karakteristik aliran antara saluran gabungan dengan saluran satu bentuk (trapesium penuh serta persegi panjang penuh).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat ringkasan dari penjelasan topik skripsi. Di samping itu, bab ini juga mengandung rekomendasi untuk penelitian berikutnya, sebagai upaya untuk mengembangkan lebih lanjut topik masalah tersebut.