

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aliran fluida pada saluran terbuka merupakan fenomena yang banyak dijumpai dalam berbagai bidang teknik, seperti pengelolaan sumber daya air, teknik sipil, dan lingkungan. Studi tentang aliran di saluran terbuka sangat penting untuk memahami perilaku fluida di dalam sungai, kanal, dan sistem drainase. Selain itu, pemahaman perilaku aliran pada saluran terbuka penting dalam mendukung perencanaan pengelolaan air, seperti mitigasi banjir, pengendalian erosi, dan distribusi sumber daya air.[1]

Saluran terbuka merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, terdapat permukaan bebas yang berhubungan langsung dengan atmosfer, sehingga aliran dalam saluran ini memiliki karakteristik yang lebih kompleks. Kompleksitas tersebut disebabkan oleh banyaknya variabel yang terlibat, di mana aliran menunjukkan ketidakaturan yang signifikan terhadap ruang dan waktu. Beberapa variabel tersebut antara lain bentuk penampang saluran, tingkat kekasaran, kemiringan dasar, serta debit aliran.[2]

Pada kenyataannya, banyak saluran terbuka yang memiliki lebih dari satu lapisan fluida (multilayer) akibat perbedaan karakteristik atau pencampuran dengan material sedimen. Misalnya, pada kondisi di mana terdapat lapisan air tawar di atas lapisan air asin, atau interaksi antara air dan sedimen. Untuk memahami dinamika aliran air dalam saluran terbuka, penggunaan model matematis sangat penting. Salah satu model umum yang digunakan adalah model Saint-Venant, yang membantu menyajikan solusi matematis untuk menggambarkan perubahan tinggi permukaan air dan debit aliran dalam suatu saluran.[3]

Persamaan Saint-Venant adalah persamaan diferensial parsial non-linier yang dapat diimplementasikan pada kasus perairan dangkal. Dalam konteks model Saint-Venant, perubahan linier dan non-linier dapat menjadi elemen

kunci yang mempengaruhi perilaku aliran. Sementara solusi analitik dapat memberikan wawasan mendalam tentang sistem, namun pada banyak kasus, solusi analitik menjadi rumit atau bahkan tidak dapat ditemukan secara langsung ketika terdapat suku non-linier dalam persamaan model.[3]

Dalam hal ini, solusi analitik dengan bentuk linier untuk suku non-linier dapat menjadi suatu tantangan. Penggunaan metode analitik untuk suku non-linier sering kali sulit atau bahkan tidak memungkinkan, sehingga memerlukan pendekatan numerik untuk mendapatkan solusi yang akurat dan efisien. Solusi tersebut menggunakan metode numerik seperti metode beda hingga atau metode volume hingga, yang dapat memberikan pendekatan lebih praktis dan dapat dihitung untuk mendekati solusi dari persamaan Saint-Venant.

Seperti pada tahun 2021, Bambang Agus Sulistyono dkk mengkaji solusi numerik rute banjir menggunakan persamaan Saint-Venant yang disederhanakan pada saluran persegi panjang. Model ini diselesaikan secara numerik dengan menggunakan metode beda hingga. Pada penelitian ini, skema numerik yang digunakan berhasil mensimulasikan perilaku aliran pada saluran akibat debit yang masuk[4].

Dengan menggunakan metode numerik, kesulitan dalam menemukan solusi analitik untuk suku non-linier dapat diatasi, sehingga memungkinkan pemodelan yang lebih akurat terhadap perubahan kompleks dalam aliran air pada saluran terbuka. Tetapi ada satu hal yang sangat sulit untuk diaproksimasi yaitu suku non-linier yang mengandung gaya gesek. Salah satu aspek menarik yang perlu dikaji adalah pengaruh gaya gesek terhadap perilaku aliran dalam model Saint-Venant. Gaya gesek memiliki dampak signifikan terutama dalam situasi di mana kecepatan aliran tinggi atau karakteristik geometri saluran. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang bagaimana gaya gesek mempengaruhi parameter Saint-Venant menjadi sangat penting untuk pengembangan model yang lebih akurat dan relevan dalam konteks aliran saluran terbuka.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan solusi numerik dari persamaan Saint-Venant pada saluran terbuka menggunakan *Staggered grid*?
2. Bagaimana bentuk simulasi numerik propagasi gelombang pada saluran terbuka dengan dasar bersedimen?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode numerik yang digunakan adalah metode numerik volume hingga skema *staggered grid*.
2. Model yang digunakan adalah persamaan Saint-Venant 1D.
3. Melibatkan gaya gesek yang dimodelkan dengan gaya gesek Manning dan gaya gesek Darcy-Weisbach.
4. Fluida yang dikaji adalah fluida yang tidak memiliki viskositas (ideal).

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yaitu:

1. Memahami Solusi numerik dari persamaan saint-venant pada saluran terbuka menggunakan *staggered grid*.
2. Memahami bentuk simulasi numerik propagasi gelombang pada saluran terbuka dengan dasar bersedimen.

1.5. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap studi literatur ini adalah tahapan mencari referensi yang dibutuhkan untuk mendukung tugas akhir yang berkaitan dengan persamaan Saint-Venant 1D pada suatu saluran yang diselesaikan dengan metode numerik volume hingga dengan skema *Staggered grid*. Studi literatur ini diperoleh dari buku, jurnal, artikel dan lain sebagainya.

2. Analisis

Pada tahap ini penulis melakukan analisis pada model data Saint-Venant 1D dengan memperhatikan gerak sedimen yang telah dimodifikasi dari paper penelitian dengan judul “Two-dimensional numerical modelling of shallow water flows over multilayer movable beds” yang ditulis oleh Thomas Rowan dan Mohammed Seaid pada tahun 2020.

3. Simulasi

Pada tahap ini penulis melakukan simulasi numerik dari tahapan analisis menggunakan software octave.

1.6. Sistematika penulisan

Pada skripsi ini, terdapat lima bab beserta daftar pustaka yang penulis buat, dimana pada setiap terdapat beberapa sub bab, diantaranya :

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menerangkan terkait konsep-konsep mengenai permasalahan yang dianalisis, dan garis besarnya memuat seluruh materi yang berkenaan dengan Aliran Fluida pada Saluran Terbuka, Aliran Fluida Multilayer, persamaan Saint-Venant, Metode Volume Hingga, *Staggered grid*, Metode Upwind, Metode Titik tengah, Gesekan Manning.

BAB III SOLUSI NUMERIK PERSAMAAN SAINT-VENANT 1D PADA SALURAN TERBUKA DENGAN GERAK SEDIMEN

Bab ini berisi penjelasan terkait pembahasan model Saint-Venant pada suatu saluran terbuka dengan gaya gesek, penyelesaian Solusi numerik menggunakan metode numerik finite volume pada *Staggered grid*, dengan pengaplikasian metode upwind dan metode titik tengah.

BAB IV SIMULASI STUDI KASUS *DAM BREAK* PADA SALURAN TERBUKA

Pada bab ini berisi pembahasan mengenai proses, hasil, dan Simulasi studi kasus yang dilakukan dalam penelitian ini. Dimulai dari penjelasan mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam simulasi menggunakan octave.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menerangkan gambaran mengenai kesimpulan atas literatur yang sudah dilaksanakan, dan juga saran untuk mengembangkan tulisan ini.

