

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Ilmu termodinamika merupakan ilmu yang berupaya untuk memprediksi perpindahan energi yang mungkin terjadi antara material atau benda sebagai akibat dari perbedaan suhu (Holman, 2010 : 1). Ilmu termodinamika mengajarkan bahwa transfer energi yang dimaksud didefinisikan sebagai panas. Ilmu perpindahan panas tidak hanya menjelaskan bagaimana energi panas dapat ditransfer, akan tetapi juga untuk memprediksi tingkat dimana pertukaran berlangsung di bawah kondisi tertentu. Menurut jenis perambatannya, perpindahan panas digolongkan menjadi tiga yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi.

Adakalanya energi panas diisolasi agar dapat digunakan untuk tujuan-tujuan tertentu, misalnya pada mesin pembakaran internal kendaraan bermotor yang menghasilkan panas dalam jumlah besar selama siklus pembakaran. Hal tersebut memberi efek negatif apabila sampai pada komponen yang peka terhadap panas, maka dari itu isolasi energi panas diperlukan supaya panas tidak sampai pada komponen-komponen tersebut. Contoh lain pemanfaatan energi panas dalam kehidupan sehari-hari adalah pada setrika listrik. Setrika dipanaskan oleh sumber panas berupa kumparan yang dialiri arus listrik. Kumparan akan memanaskan logam setrika secara konduksi. Selain itu pemanfaatan perpindahan panas dalam dunia industri salah satunya pada tungku boiler, oven dan pada pembangkit listrik tenaga uap, dimana pemanfaatan perpindahan panas digunakan untuk menghasilkan

energi listrik. Bahan bakar yang diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan bersuhu tinggi, energi panas tersebut diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran, dari energi panas yang diubah menjadi energi mekanik tersebut dihasilkan energi listrik.

Pada kebanyakan kasus, untuk menggambarkan keadaan fisis dari perpindahan panas digunakan model matematika yang disebut dengan persamaan diferensial dimana besaran-besarannya berubah terhadap ruang dan waktu. Pada salah satu kasus persamaan untuk perpindahan panas disebut dengan persamaan panas. Definisi dari persamaan diferensial adalah suatu persamaan yang memuat turunan dari satu atau lebih variabel terikat (*Dependent Variable*) terhadap satu atau lebih dari variabel bebas (*Independent Variable*). (Zill, Wright, & Cullen, 2012 : 2)

Persamaan diferensial digolongkan menjadi dua yaitu persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial. Untuk menyelesaikan persamaan diferensial dapat dilakukan secara analitik maupun secara numerik. Dalam menyelesaikan persamaan panas secara analitik terdapat 3 jenis syarat batas yaitu syarat batas Dirichlet, Neumann dan Robin. Ketiga syarat batas tersebut masing-masing memiliki kondisi suhu di titik awal dan titik akhir yang berbeda.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Ahmadi (2016) tentang bagaimana penyelesaian analitik dari persamaan panas dimensi satu menggunakan teknik separasi variabel dengan menerapkan tiga jenis kondisi syarat batas. Hasil dari penelitian tersebut adalah diperoleh penyelesaian dari persamaan panas dimensi satu berdasarkan masing-masing kondisi syarat batas yang diterapkan dan penyelesaian digambarkan dalam bentuk grafik dua dimensi. Berdasarkan

penelitian tersebut, penyelesaian analitik dari persamaan panas dimensi satu yang telah diteliti akan dihipotesiskan menggunakan metode numerik. Persamaan dimensi satu menarik untuk menjadi bahan yang akan diteliti karena persamaan panas dimensi satu merupakan persamaan panas dengan dimensi paling dasar, sebelum meneliti lebih lanjut ke persamaan panas dengan dimensi lebih tinggi.

Metode numerik adalah teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematika sehingga dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan atau aritmetika biasa (tambah, kurang, kali, dan bagi) (Munir, Rinaldi, 2010 : 5). Terdapat beberapa metode numerik untuk menyelesaikan persamaan panas antara lain *Finite Difference Methods*, *Finite Element Methods*, dan *Finite Volume Methods* (Metode Volume Hingga). Secara garis besar metode volume hingga menggunakan bentuk integral dari persamaan. Penyelesaian yang diperoleh dibagi kedalam sejumlah kontrol volume yang berhingga, dan persamaan umum yang telah terintegral terhadap kontrol volume dan waktu akan diaplikasikan pada tiap kontrol volume. Dalam proses penyelesaian persamaan panas dimensi satu dengan metode volume hingga terdapat beberapa skema yang dapat digunakan antara lain UDS (*Upwind Difference Scheme*), CDS (*Central Difference Scheme*), LUDS (*Linier Upwind Difference Scheme*), QUICK (*Quadratic Upwind Difference Scheme*).

Metode volume hingga tidak hanya diaplikasikan pada persamaan panas saja, telah banyak peneliti yang mengaplikasikan metode volume hingga untuk menyelesaikan permasalahan fisis lainnya. Beberapa contoh peneliti yang mengaplikasikan metode volume hingga adalah Novian Nur Fatimah (2015) yang

mengkaji tentang pola sebaran air panas dari *spray pond* dengan metode volume hingga untuk mengetahui suhu air yang berada pada *spray pond* apakah dapat dialirkan ke sungai tanpa mengganggu biota sungai. Hasil dari penelitian tersebut adalah dibutuhkan tekanan air yang tinggi agar proses penurunan suhu air panas yang dikeluarkan dari *spray pond* semakin banyak dan penyebaran air semakin luas. Selain itu peneliti lain yang membahas tentang metode volume hingga adalah Setyo Budi Utami (2008) yang membahas bagaimana penyelesaian persamaan matematika dari distribusi panas dengan metode volume hingga dan diperoleh perubahan konsentrasi distribusi aliran panas dipengaruhi oleh kecepatan, panjang penampang dan lebar penampang. Penambahan rata-rata kecepatan menyebabkan semakin pendek daerah penyebaran panas serta penambahan lebar penampang dan panjang penampang menyebabkan adanya kenaikan konsentrasi penyebaran panas. Berdasarkan latar belakang dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, pada Tugas Akhir Skripsi ini penulis mengambil judul “*PENYELESAIAN PERSAMAAN PANAS DENGAN ANALITIK DAN METODE VOLUME HINGGA*”.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Dari penjabaran latar belakang, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Penyelesaian masalah fisika yang terlebih dahulu harus dimodelkan secara matematis hingga mendapat suatu persamaan secara matematis.

2. Persamaan matematis dari masalah fisika mayoritas berupa persamaan diferensial parsial.
3. Penyelesaian persamaan diferensial parsial dapat diperoleh secara analitik, namun langkah-langkah yang cukup rumit dapat menjadi hambatan.
4. Penyelesaian analitik yang berupa fungsi matematika masih harus dihitung lagi untuk mendapatkan hasil akhir.
5. Terdapat beberapa metode numerik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan dari permasalahan fisika tersebut namun dengan langkah-langkah yang cukup panjang juga.

C. PEMBATAAN MASALAH

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis perpindahan panas yang akan dibahas adalah perpindahan panas secara konduksi,
2. Persamaan panas yang akan dibahas adalah persamaan panas dimensi satu,
3. Penyelesaian panas secara analitik dan numerik hanya mengambil satu syarat batas yaitu syarat batas Robin (campuran),
4. Skema yang digunakan dalam proses pendiskritan adalah *Central Difference Scheme* (CDS).

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah yang telah dijabarkan di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana model matematika persamaan panas dimensi satu?
2. Bagaimana penyelesaian analitik persamaan panas dimensi satu dengan metode separasi variabel?
3. Bagaimana penyelesaian numerik persamaan panas dimensi satu dengan metode volume hingga?
4. Bagaimana perbandingan penyelesaian analitik dan penyelesaian numerik dari persamaan panas dimensi satu?

E. TUJUAN

Berdasarkan penjabaran latar belakang hingga RUMUSAN masalah, maka diperoleh tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memodelkan persamaan panas dimensi satu,
2. Menyelesaikan persamaan panas dimensi satu secara analitik menggunakan metode separasi variabel,
3. Menyelesaikan persamaan panas dimensi satu secara numerik menggunakan metode volume hingga,
4. Mengetahui perbandingan antara penyelesaian analitik dan penyelesaian numerik dari persamaan panas dimensi satu.

F. MANFAAT

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat atau kegunaan sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

- a) Menambah pengetahuan tentang penurunan model panas dimensi satu,
- b) Dapat menyelesaikan persamaan panas dimensi satu secara analitik dengan nilai awal dan syarat batas yang telah ditentukan,
- c) Dapat menyelesaikan persamaan panas dimensi satu secara numerik dengan metode volume hingga,
- d) Menambah pengetahuan tentang bagaimana perbandingan dari penyelesaian analitik dan penyelesaian numerik dalam menyelesaikan persamaan panas dimensi satu.

2. Bagi Universitas

- a) Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menambah bahan referensi bagi Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya untuk jurusan Pendidikan Matematika tentang penyelesaian analitik dan numerik dari persamaan panas dimensi satu.

3. Bagi Pembaca

- a) Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang persamaan panas dimensi satu, dan aplikasi dari metode volume hingga.