

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konveksi alami adalah proses perpindahan panas pada aliran fluida yang terjadi secara bebas, tanpa adanya gaya bantuan yang berasal dari pompa atau kipas terhadap fluida tersebut. Secara umum, konveksi alami diakibatkan oleh adanya gaya bouyancy yang diakibatkan oleh perbedaan temperatur didalam suatu sistem. Pada sistem dengan dampak perpindahan panas multi moda, konveksi alami memberikan resistansi terbesar pada perpindahan panas dan memiliki peran penting dalam desain dan performa dari sistem tersebut [1]. Konveksi *Rayleigh-Benard* merupakan salah satu fenomena konveksi yang sering diteliti karena merupakan dasar dari banyak fenomena alam dan teknik. Konveksi *Rayleigh-Benard* adalah konveksi alami di mana terbentuknya suatu pola aliran berupa *cells* yang terjadi akibat adanya perbedaan temperatur pada bagian atas dan bagian bawah sistem sedemikian rupa sehingga bilangan Rayleigh pada aliran fluida melewati nilai batas 1708 [2].

Pada permasalahan tugas akhir ini akan digunakan metode *Compact Finite Difference Approximation* orde 4 yang digabungkan dengan Algoritma Thomas untuk mendapatkan perkiraan nilai turunan pertama dan turunan kedua. Metode tersebut digabungkan dengan metode Successive Over Relaxation (SOR) yang digunakan untuk menentukan solusi numerik persamaan Poisson streamfunction. Selanjutnya gabungan kedua metode tersebut dilengkapi dengan metode *time-*

stepping yaitu metode Runge-Kutta orde 4, yang kemudian metode ini akan disebut *High Order Compact (HOC) 20*.

1.2. Rumusan Masalah

- Apakah metode HOC 20 dapat digunakan untuk simulasi numerik konveksi Rayleigh-Benard secara akurat?
- Bagaimana pengaruh bilangan Rayleigh dan bilangan Prandtl terhadap bentuk pola aliran konveksi Rayleigh-Benard?
- Bagaimana pengaruh rasio geometri terhadap bentuk pola aliran konveksi Rayleigh-Benard?

1.3. Batasan Masalah

- Fluida yang berada di dalam sistem merupakan fluida tak termampatkan, newtonian dan bersifat netral(tidak bermuatan)
- Fenomena konveksi yang diuji adalah konveksi alami
- Perpindahan panas secara radiasi dapat diabaikan
- Perubahan temperatur tidak besar sehingga densitas, viskositas, kapasitas kalor, dan konduktivitas fluida dapat diasumsikan konstan.
- Menggunakan persamaan Navier-Stokes dalam bentuk vorticity–stream function dengan pendekatan boussinesq approximation pada domain 2 dimensi
- Menggunakan model permasalahan dengan geometri persegi panjang dengan kondisi batas berupa bagian sisi kiri dan kanan merupakan adiabatik, dengan sisi bawah dengan temperatur yang tinggi dan pada sisi atas dengan temperatur yang rendah

- Menggunakan metode diskritisasi high-order compact finite difference
- Grid komputasi yang digunakan adalah grid seragam dengan panjang interval yang sama pada tiap arah

1.4. Tujuan Tugas Akhir

- Memvalidasi metode HOC 20 digunakan untuk simulasi numerik konveksi Rayleigh-Benard secara akurat
- Mengetahui pengaruh bilangan *Rayleigh* dan bilangan *Prandtl* terhadap bentuk pola aliran konveksi *Rayleigh-Benard*
- Mengetahui pengaruh nilai rasio geometri terhadap bentuk pola aliran konveksi *Rayleigh-Benard*

1.5. Manfaat Tugas Akhir

Dengan hasil tugas akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- Sebagai referensi dalam pengembangan metode numerik dalam memecahkan permasalahan konveksi alami.
- Sebagai referensi dalam pengembangan penyelesaian konveksi *Rayleigh-Benard* pada domain 3 dimensi.
- Meningkatkan akurasi perhitungan dampak fenomena konveksi alami pada saat pengaplikasiannya di bidang teknik, agar alat yang digunakan dapat bekerja dengan optimal.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab yang masing-masing memuat konten sebagai berikut:

a. Bab I Pendahuluan

Pendahuluan berisi uraian yang mencakup latar belakang dari topik tugas akhir, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan.

b. Bab II Landasan Teori

Landasan teori berisikan teori-teori dasar yang berkaitan dengan konveksi Rayleigh-Bernard yang merupakan permasalahan utama dalam tugas akhir ini, yaitu formulasi stream function vorticity, fenomena konveksi alami, konveksi Rayleigh-Benard.. Selain itu, pada bab ini diberikan juga rangkuman atas state-of-the-art penelitian konveksi Rayleig-Benard.

c. Bab III Metode Numerik

Bab ini berisi penjelasan tentang metode numerik baru yang telah dikembangkan oleh dosen pembimbing dan penulis secara detail dan terperinci. Disertakan juga alat dan berbagai variabel yang diperhitungkan.

d. Bab IV Hasil dan Analisis

Bab ini berisi data-data hasil simulasi. Hasil disajikan dalam bentuk Tabel dan grafik. Kemudian pada bab ini juga tercantum analisis hasil berupa perbandingan hasil yang didapat dengan hasil dari penelitian sebelumnya.

e. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis pada bab IV dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.