

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persamaan panas adalah persamaan diferensial parsial parabolik yang mendeskripsikan bagaimana suhu atau distribusi panas dalam suatu objek berubah seiring waktu. Sebagai contoh permasalahan difusi adalah masalah perambatan panas (*heat transfer*) pada suatu batang yang dinyatakan dalam persamaan difusi panas satu dimensi. Persamaan panas dapat diselesaikan dengan berbagai metode yang bersifat numerik dan analitik. Solusi analitik merupakan solusi kontinu sehingga solusi dari nilai variabel bebas dapat ditemukan, sangat akurat dan tepat. Sedangkan solusi numerik merupakan solusi yang dapat diperoleh pada poin-poin grid terpisah, aproksimasi dan kesalahan kuantitatif harus dikendalikan dengan baik untuk ketelitian. Dengan kata lain solusi analitik adalah penyelesaian yang memenuhi persamaan semula secara eksak sedangkan numerik adalah penyelesaian yang berupa hampiran.

Penyelesaian analitik persamaan difusi panas seringkali sulit atau bahkan tidak mungkin ditemukan. Oleh karena itu, diperlukan metode numerik yang efisien dan akurat untuk memperoleh solusi numerik dari persamaan difusi panas. Terdapat beberapa metode numerik untuk menyelesaikan persamaan panas antara lain Metode Volume Hingga yang telah digunakan oleh Ardila (2017) untuk menyelesaikan persamaan panas dimensi satu dan Metode Beda Hingga yang telah digunakan oleh Fransisca (2018) untuk menyelesaikan persamaan panas satu dan dua dimensi.

Metode numerik tradisional seperti metode beda hingga seringkali memerlukan pemecahan matriks yang rumit dan memakan waktu komputasi yang cukup tinggi, terutama saat menghadapi sistem dengan dimensi yang tinggi atau geometri yang kompleks. Hal ini membuat penyelesaian persamaan panas menjadi proses yang lambat dan memerlukan sumber daya komputasi yang besar (Supriyono, 2005)

FFT (*Fast Fourier Transform*) adalah metode numerik yang efisien dalam komputasi untuk menghitung transformasi fourier diskrit (Dine, 2021). Penggunaan FFT dalam penyelesaian persamaan panas dapat mengurangi waktu komputasi secara signifikan dibandingkan dengan metode numerik konvensional. Selain itu, FFT juga dapat meningkatkan akurasi dan stabilitas solusi numerik (Andi, 2019).

Persamaan panas dapat diselesaikan jika memiliki informasi tentang kondisi kondisi awal dan kondisi batas. Kondisi awal adalah keadaan sebelum panas mulai merambat. Sedangkan kondisi batas adalah kondisi yang ditentukan pada ujung batang. Berdasarkan syarat batasnya terdapat dua jenis PDP Difusi, yaitu PDP Difusi dengan syarat batas *Dirichlect* yang berkaitan dengan perluasan fungsi ganjil dan PDP Difusi dengan syarat batas *Neumaan* yang berkaitan dengan perluasan fungsi genap.

Penelitian tentang persamaan panas dimensi satu pernah diteliti oleh Agah (Garnadi 2004) dengan judul “Masalah Syarat Batas Bebas Persamaan Diferensial Parsial Parabolik Satu”. Penelitian tersebut membahas tentang Pendekatan berbagai masalah syarat batas bebas yang eksplisit maupun implisit untuk persamaan difusi satu dimensi dengan mempergunakan satu barisan masalah syarat batas dari satu persamaan diferensial biasa. Penelitian lain dilakukan oleh (Maghfur dan Kusumastuti 2017) dengan judul “Penyelesaian Masalah Difusi Panas Pada Suatu Kabel Panjang”. Dalam penelitian tersebut membahas masalah perambatan panas dalam domain yang sangat luas, kemudian untuk mempermudah solusi domain diubah menjadi domain tak hingga dan menggunakan transformasi *fourier*.

Penelitian ini memiliki potensi untuk meningkatkan stabilitas dan akurasi dalam penyelesaian persamaan panas, terutama ketika menghadapi masalah kompleks dalam rekayasa, ilmu material, atau ilmu geofisika. Dengan menggunakan FFT, peneliti dapat mengatasi beberapa keterbatasan yang ada dalam metode numerik tradisional dan mencapai hasil yang lebih baik dalam waktu yang lebih singkat. Penelitian tentang penyelesaian persamaan panas menggunakan FFT juga berperan penting dalam memahami perilaku sistem termal, mengoptimalkan desain perangkat, dan memperkirakan respons termal dalam berbagai aplikasi teknologi seperti proses manufaktur, sistem pendinginan, dan analisis energi.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk menyelesaikan PDP Difusi Panas dengan metode *Fast Fourier Transform* pada suatu domain spasial

dengan kondisi batas *Dirichlet*. Sehingga penelitian ini berjudul, “**Implementasi Fast Fourier Transform dalam Penyelesaian Persamaan Panas Satu Dimensi**”.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi algoritma *Fast Fourier Transform* dalam penyelesaian persamaan difusi panas satu dimensi?
2. Seberapa akurat metode *Fast Fourier Transform* dalam menghasilkan solusi penyelesaian persamaan difusi panas satu dimensi?
3. Bagaimana pengaruh variasi langkah waktu (Δt) terhadap akurasi dan stabilitas solusi yang dihasilkan oleh metode *Fast Fourier Transform*?

1.3 Batasan Masalah

Mengacu pada ruang lingkup yang telah ditetapkan, maka yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini terfokus pada penerapan metode *Fast Fourier Transform* dalam menyelesaikan persamaan panas satu dimensi pada batang.
2. Persamaan yang digunakan pada penelitian ini adalah persamaan panas satu dimensi

$$\frac{\partial u}{\partial t}(x, t) = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, t) \quad (1.1)$$

dengan kondisi awal

$$u(x, 0) = f(x) \quad (1.2)$$

dan kondisi batas *Dirichlet*

$$u(0, t) = u(l, t) = 0 \quad (1.3)$$

untuk setiap $t \geq 0$ (Wahidah, 2022).

3. Implementasi metode *Fast Fourier Transform* dilakukan untuk mendapatkan solusi numerik yang akurat dan stabil.
4. Domain spasial yang digunakan persamaan difusi panas terbatas.
5. Solusi eksak diperoleh menggunakan metode pemisahan variabel.
6. Jumlah titik diskritisasi spasial (N) untuk simulasi ditetapkan sebanyak 1000 untuk memastikan resolusi yang cukup tinggi.

7. Simulasi dilakukan menggunakan *Matlab*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah:

1. Mengetahui hasil dari implementasi *Fast Fourier Transform* dalam penyelesaian persamaan difusi panas satu dimensi.
2. Mengetahui keakuratan algoritma *Fast Fourier Transform* dalam penyelesaian persamaan difusi panas satu dimensi yang dibandingkan dengan penyelesaian eksaknya.
3. Menganalisis pengaruh variasi langkah waktu (Δt) terhadap akurasi dan stabilitas solusi *Fast Fourier Transform*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti
Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dan pemahaman tentang *Fast Fourier Transform* dalam menyelesaikan PDP Difusi Panas satu dimensi.
2. Bagi pembaca
Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan serta dapat digunakan sebagai pedoman dan bahan pertimbangan bagi laporan penelitian selanjutnya.

THE
Character Building
UNIVERSITY