BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa:

1. *Fast Fourier Transform* (FFT) dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan persamaan difusi panas satu dimensi. Metode ini memanfaatkan transformasi Fourier untuk memecahkan persamaan difusi dalam domain frekuensi dan kemudian kembali ke domain waktu dengan menggunakan invers FFT. Implementasi FFT dalam penyelesaian persamaan difusi panas satu dimensi diselesaikan dengan langkah-langkah berikut:

    a. Diskritisasi domain.
    b. Evaluasi kondisi awal.
    c. Diskritisasi persamaan panas.
    d. Menerapkan DFT.
    e. Memecahkan persamaan dalam domain Fourier.
    f. Rekonstruksi solusi menggunakan inversi DFT.
    g. Visualisasi hasil.

2. Akurasi numerik yang diperoleh melalui metode *FFT* menunjukkan kesesuaian yang tinggi dengan solusi analitik. Perbandingan antara solusi numerik dan solusi analitik dilakukan menggunakan parameter Mean Absolute Error (MAE) pada *Matlab* dan diperoleh hasil sebagai berikut:
   MAE untuk $t = 0,0001$ adalah $0,0001975$
   MAE untuk $t = 0,0005$ adalah $0,00096841$
   MAE untuk $t = 0,0010$ adalah 0.0019082.
   Hasil perbandingan menunjukkan bahwa *Fast Fourier Transform* mampu menghasilkan solusi yang akurat untuk persamaan difusi panas satu dimensi. Meskipun nilai MAE meningkat seiring dengan peningkatan waktu, kesalahan yang terjadi masih dalam batas yang sangat kecil yang menandakan bahwa solusi numerik hampir identik dengan solusi analitik.

3. Variasi langkah waktu (Δt) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap akurasi dan stabilitas solusi yang dihasilkan oleh *FFT*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa langkah waktu (Δt) yang lebih kecil cenderung menghasilkan solusi yang lebih akurat dan stabil, namun dengan waktu komputasi yang lebih meningkat. Sebaliknya, langkah waktu (Δt) yang lebih besar dapat menyebabkan ketidakstabilan dan penurunan akurasi solusi. Dalam penelitian ini, $\Delta t = 5 \times 10^{-7}$ dipilih sebagai langkah waktu yang memberikan hasil optimal dalam hal akurasi dan stabilitas. Dengan demikian, *FFT* menunjukkan stabilitas yang baik pada langkah waktu $\Delta t = 5 \times 10^{-7}$.
4. Selain variasi langkah waktu (Δt), peningkatan N juga berpengaruh dalam peningkatan akurasi. Semakin meningkat jumlah N, maka akurasi juga akan semakin meningkat. Namun, hal ini juga berimplikasi pada kenaikan beban komputasi. Komputasi *FFT* memiliki kompleksitas $O(N \log N)$, sehingga peningkatan N akan meningkatkan waktu komputasi secara signifikan. Selain peningkatan waktu komputasi, jumlah N yang lebih besar juga akan memerlukan penggunaan memori yang lebih banyak untuk menyimpan data dan hasil komputasi. Peningkatan N juga akan meningkatkan konsistensi numerik dari metode yang digunakan. Hal ini berarti bahwa solusi numerik yang diperoleh akan lebih stabil terhadap solusi analitik seiring dengan peningkatan N.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Disarankan untuk mengeksplorasi penerapan metode *FFT* pada persamaan difusi panas dalam dimensi yang lebih tinggi (dua atau tiga dimensi) untuk menguji keefektifan dan efisiensi metode ini dalam kasus yang lebih kompleks.
2. Penelitian lebih lanjut juga dapat mencakup eksplorasi berbagai kondisi batas dan kondisi awal yang berbeda untuk memperluas aplikasi metode *FFT* dalam penyelesaian persamaan diferensial parsial.