

Praktikum Fisika Komputasi

PERSAMAAN LAPLACE POTENSIAL LISTRIK

Senin, 04 November 2024

Mutiara Rachmatul Fajriyah (1227030024)

Simulasi penyebaran panas pada pelat logam dapat membantu kita memahami bagaimana panas bergerak dari satu titik ke titik lainnya di dalam sebuah material. Dalam kasus ini, kita menggunakan kode untuk memodelkan sebuah pelat logam dalam bentuk kubus yang memiliki sumber panas dan dingin pada sisi-sisi tertentu. Dengan pendekatan berbasis grid tiga dimensi (3D) dan metode konvolusi, simulasi ini memperlihatkan proses penyebaran suhu di seluruh pelat logam hingga mencapai keseimbangan. Berikut ini adalah penjelasan lebih rinci mengenai setiap langkah dalam kode yang digunakan.

Langkah pertama dalam kode ini adalah membuat sebuah grid tiga dimensi (3D) berukuran $100 \times 100 \times 100$ untuk merepresentasikan pelat logam dalam simulasi. Setiap titik dalam grid ini diinisialisasi dengan suhu awal sebesar 0.5. Grid ini akan menjadi area simulasi di mana penyebaran panas akan dihitung, dan setiap sel di dalamnya mewakili titik tertentu di pelat logam dengan suhu yang akan berubah seiring waktu.

Di dalam grid 3D, kita menetapkan dua area khusus untuk menggambarkan sumber panas dan sumber dingin. Area persegi berukuran 40×40 di tengah pelat ditetapkan sebagai area panas pada koordinat $z = 40$, dan diberi nilai suhu 1. Pada sisi berlawanan di $z = 90$, area ini juga diberikan suhu khusus yaitu 0, yang mewakili area dingin. Dua area ini tetap dipertahankan sebagai panas dan dingin sepanjang simulasi, dengan menggunakan masking untuk memastikan bahwa suhu di area ini tidak berubah selama iterasi. Area panas dan dingin ini menjadi sumber awal penyebaran panas ke seluruh pelat logam.

Untuk mensimulasikan penyebaran panas di antara titik-titik grid, kode ini menggunakan kernel konvolusi. Kernel konvolusi ini adalah array kecil yang menghitung rata-rata suhu dari tetangga di sekitar setiap titik grid, membantu panas menyebar dari satu titik ke titik lainnya. Nilai-nilai di sekitar titik pusat kernel dihitung dan dibagi rata untuk meniru efek difusi panas. Nilai tengah kernel diatur menjadi nol untuk mencegah perubahan pada titik pusatnya, sehingga konvolusi hanya memengaruhi tetangganya.

Pada pelat logam ini, suhu di tepi grid dijaga agar tidak "keluar" dari batas grid. Fungsi `neumann(a)` digunakan untuk memastikan bahwa suhu pada titik-titik di tepi grid akan menyalin suhu dari tetangga dalamnya. Dengan cara ini, kita mensimulasikan kondisi batas Neumann, di mana panas di tepi grid tetap berada dalam batas grid dan tidak mengalir keluar. Hal ini penting untuk menjaga keseimbangan panas dalam grid, sehingga simulasi tetap stabil dan realistis.

Setelah semua kondisi awal dan batas ditetapkan, kode menjalankan simulasi penyebaran panas selama 2000 iterasi. Pada setiap iterasi, suhu di setiap titik diperbarui menggunakan operasi konvolusi, yang menyebarkan panas ke titik-titik tetangga. Setelah itu, kondisi batas Neumann diterapkan untuk menjaga suhu di tepi, dan kondisi batas Dirichlet diterapkan untuk memastikan bahwa area panas dan dingin tetap konstan. Error antara grid sebelum dan sesudah diperbarui

dihitung pada setiap iterasi dan disimpan dalam daftar untuk memantau konvergensi. Semakin kecil error, semakin dekat simulasi menuju kondisi stabil.

Setelah 2000 iterasi selesai, hasil akhir dari simulasi ini divisualisasikan dalam dua bentuk. Pertama, distribusi suhu ditampilkan sebagai kontur pada irisan $z = 40$, sehingga kita dapat melihat bagaimana panas tersebar dari sumber panas ke bagian lainnya di pelat logam. Kedua, grafik RMSE (Root Mean Squared Error) diplot untuk menunjukkan bagaimana error atau selisih suhu pada grid berkurang seiring iterasi. Penurunan RMSE yang signifikan menunjukkan bahwa simulasi mendekati kondisi stabil, di mana perubahan suhu dari iterasi ke iterasi semakin kecil.