

KOMPUTASI DISTRIBUSI SUHU PADA PLAT DATAR MENGGUNAKAN METODE GAUSS-SIEDEL DENGAN SOFTWARE DELPHI 6.0

Oleh:

Djarot Nugroho, Artono Dwijo Sutomo, Iwan Yahya

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret

Jln. Ir. Sutami no. 36 A kentingan Surakarta 57126

ABSTRAK

Banyak gejala alam di sekitar kita bekerja berdasarkan distribusi suhu yang bisa kita manfaatkan. Melalui metode-metode numerik yang ada kita bisa mempelajari aliran suhu pada suatu bahan. Dengan dibantu menggunakan sistem pemrograman maka dapat kita buat suatu sistem simulasi hingga kita bisa memperoleh gambaran distribusi suhu lebih cepat dan efisien. Dalam penyelesaian metode distribusi suhu ini kita menggunakan metode gauss siedel. Alasannya adalah metode Gauss-Siedel adalah salah satu metode iteratif yang sangat berguna untuk kemudahan sistem pembulatan dimana dapat diteruskan sampai bernilai konvergen dalam toleransi kesalahan praspesifikasi.(Chapra, 1985)

Telah dilakukan penyusunan program untuk perhitungan distribusi suhu pada plat datar sebagai penelitian pendahuluan tentang Array Sensor Suhu. Hasil pengamatan program yang disusun menunjukkan bahwa elemen plat datar yang dapat diamati sebesar $m \times n \leq 50$ dengan suhu masing-masing tepi plat adalah homogen pada kondisi tunak.

Kata kunci: *distribusi suhu, metode Gauss-Seidel, Delphi 6.0*

1. PENDAHULUAN

Aliran suhu dari satu bahan ke bahan lain adalah hasil dari perbedaan suhu. Jika ada bahan berada dalam suhu yang berbeda pada waktu yang sama, suhu akan mengalir dari suhu yang tinggi ke suhu yang lebih rendah. Sebagai hasilnya, suhu pada daerah yang lebih rendah akan naik dan suhu pada suhu yang lebih tinggi akan turun.(Bayazitoglu dan Ozisik, 1988)

Jadi perpindahan kalor ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dari termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau suhu (*heat*). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari satu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu.(J.P. Holman, 1994)

Banyak bidang ilmu material menggunakan sistem kerja distribusi suhu. Misalnya untuk merancang sistem pendingin pada suatu mesin, ataupun untuk mengetahui distribusi

suhu pada tubuh manusia. Pada makalah ini akan memaparkan studi dasar untuk mempelajari sistem distribusi suhu pada suatu bahan, serta metode numerik gauss siedel yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi suhu.

Tujuan utama dari makalah ini memberikan gambaran dasar mengenai distribusi suhu untuk perancangan alat alat yang bekerja pada prinsip konduksi suhu.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mempermudah mempelajari dan mengetahui prinsip dari distribusi suhu pada suatu material. Disamping itu penelitian ini menjadi awal dari penelitian untuk array sensor suhu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Rumus dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah persamaan Laplace

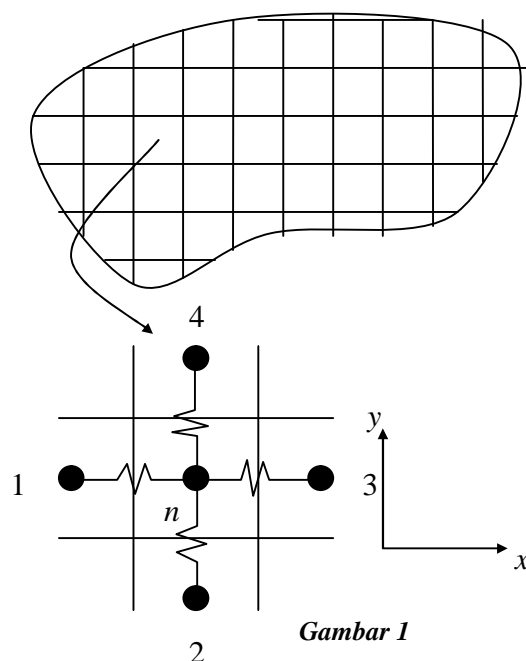
$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

maka untuk bidang dua dimensi dapat diperoleh aproksimasi diferensiasi dari persamaan (1) adalah

$$kL(\Delta y) \left(\frac{T_1 - T_n}{\Delta x} \right) + kL(\Delta x) \left(\frac{T_2 - T_n}{\Delta y} \right) + kL(\Delta y) \left(\frac{T_3 - T_n}{\Delta x} \right) + kL(\Delta x) \left(\frac{T_4 - T_n}{\Delta y} \right) = 0$$

sehingga untuk $\Delta x = \Delta y$

$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 - 4T_n = 0 \quad (2)$$



Gambar 1

Alat simulasi yang digunakan adalah seperangkat komputer dengan spesifikasi:

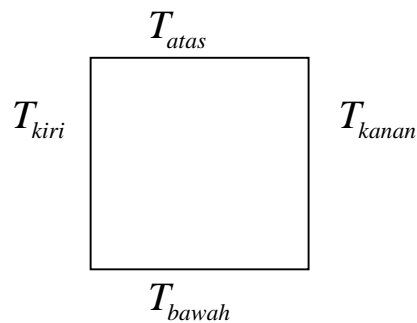
a. Hardware

- 1. Pentium III 600 MHz
- 2. SDRAM 128 MB
- 3. VGA S3 Trio 3d 8 MB
- 4. Monitor GTC 14 "

b. Software

- 1. Borland Delphi 6
- 2. Microsoft Excel 2000

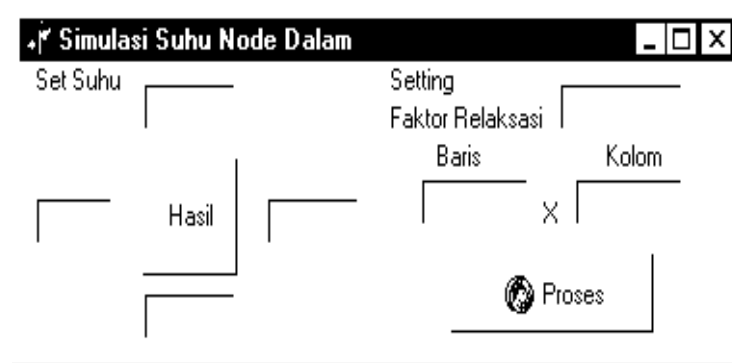
Contoh simulasi yang digunakan adalah node dalam dari sebuah plat tipis yang dikelilingi suhu seperti terlihat pada gambar 2



Gambar 2

Besarnya pembagian divarisasi baris \times kolom, $2 \times 3, 3 \times 3$. dimana $\Delta x = \Delta y$.

Cara kerja



gambar 3

Seperti dilihat pada gambar, masukkan berupa data suhu atas, bawah, kanan dan kiri. Kemudian dimasukkan jumlah baris, kolom dan relaksasi. Nilai faktor relaksasi $0 < I < 2$. Nilai baris \times kolom tidak lebih dari 50 karena keterbatasan memori komputer menyebabkan *error*.

Setelah terisi semua maka diaplikasikan tombol proses sehingga muncul pesan "proses selesai". Kemudian dapat ditampilkan hasil distribusi suhu dan iterasi melalui

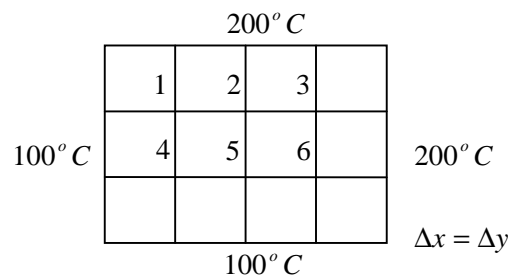
tombol “*Hasil*”, maka akan muncul tampilan worksheet melalui Excel. Hasil distribusi dapat dilihat pada worksheet “*suhu*”. Sedangkan untuk iterasi pada worksheet “*iterasi*”.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil simulasi

Setelah melakukan simulasi maka akan diperoleh hasil sebagai berikut :

- 1) untuk baris \times kolom = 2×3 ilustrasi



Gambar 4

- Hasil distribusi $\lambda=1,25$

146.3768	165.2174	179.7102
120.2899	134.7826	153.6232

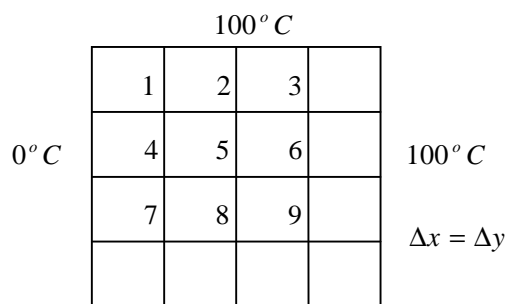
Dengan 12 iterasi

- Hasil distribusi $\lambda = 1.5$

146.3768	165.2174	179.7102
120.2899	134.7826	153.6232

Dengan 23 iterasi

- 2) untuk baris \times kolom = 3×3 ; Ilustrasi



$0^{\circ}C$ **Gambar 5**

- Hasil simulasi $\lambda = 1.25$

49.99999	71.42858	85.71429
28.57145	50.00001	71.42857
14.28572	28.57143	50

Dengan 12 iterasi

- Hasil simulasi $\lambda = 1.5$

49.99999	71.42858	85.71429
28.57145	50.00001	71.42857
14.28572	28.57143	50

Dengan 21 iterasi

b. Pembahasan

Setelah semua input dimasukkan akan segera diproses dengan menggunakan tombol “Proses”. Maka akan melakukan proses iterasi untuk menentukan hasil distribusi suhu sesuai dengan dengan nilai faktor relaksasi. Setelah proses selesai maka akan muncul kontak pesan “Proses Selesai”

Untuk melihat hasil yang diperoleh dapat ditekan tombol “Hasil” maka akan muncul worksheet Excel. Worksheet Excel 1 akan menampilkan hasil distribusi suhu dan worksheet 2 akan menampilkan proses iterasi. Untuk contoh 1) dan 2) dapat dilihat bahwa apabila sebuah plat dikelilingi suhu seperti pada gambar ilustrasi dimana diberikan perbedaan suhu pada sisi plat , maka akan terlihat hasil sebaran suhu dari suhu rendah ke tinggi nilai suhunya akan semakin naik sesuai posisinya.

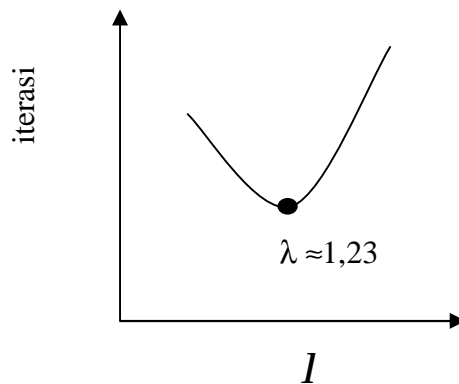
Iterasi yang dihasilkan untuk percobaan 1) dengan menggunakan faktor relaksasi 1,25 diperoleh hasil distribusi suhu diperoleh sebanyak 12 itersi. Sedangkan untuk faktor relaksasi 1,5 diperoleh 23 iterasi.

Untuk percobaan b) diperoleh iterasi untuk faktor relaksasi 1,25 sebanyak 12 iterasi. Sedangkan untuk faktor relaksasi 1,5 diperoleh 21 iterasi.

Untuk mengetahui efisiensi dari faktor relaksasi dapat digunakan metode interpolasi. Nilai faktor relaksasi adalah $0 < \lambda < 2$, jika $\lambda = 1$ untuk $(1 - \lambda)$ adalah nol dan hasil itu tidak dimodifikasi. Tetapi jika $0 < \lambda < 1$, hasil tersebut adalah suatu rata-rata yang diboboti dari hasil yang sekarang dan yang terdahulu. jenis modifikasi ini disebut *under-relaksasi* dimana jenis ini jika dilakukan membuat sistem tidak konvergen.

Untuk faktor relaksasi $1 < \lambda < 2$, hasil yang diboboti mendekati benar walaupun berjalan perlahan. Jenis ini mempercepat konvergensi. Jenis ini disebut *over-relaksasi*.

Setelah penyelidikan dengan menggunakan metode interpolasi maka diperoleh bahwa faktor relaksasi yang paling efisien adalah $\lambda \approx 1,2$ untuk kedua sampel simulasi di atas.



Gambar 6

4. KESIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

a. Kesimpulan

Program simulasi distribusi suhu dengan metode Gauss-Siedel menggunakan software Delphi 6.0. Dari hasil percobaan simulasi tersebut diperoleh bahwa apabila sebuah plat dikelilingi oleh suhu yang berbeda pada sisi-sisinya, maka akan terjadi aliran suhu dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Sehingga pada plat tersebut akan terjadi perubahan suhu akibat aliran suhu. Suhu pada setiap posisi tersebut berbeda tergantung pada posisi tersebut terhadap sumber suhu. Untuk mengetahui distribusi suhu tersebut, metode Gauss-Siedel adalah salah satu metode yang dapat digunakan.

b. Saran

Software ini perlu dikembangkan lagi untuk mengetahui suhu dengan node pada batas konveksi, pada sudut internal dan eksternal, sepanjang dari simetri node, dan pada bentuk kurva. Kemudian perlu ditambah dengan sistem koordinat silinder dan bola.

C. Rekomendasi

Program yang dibuat diharapkan dapat dikembangkan untuk contoh kasus distribusi panas. Untuk lebih jauh lagi penelitian ini dapat dikembangkan dalam penelitian array sensor suhu untuk mendapatkan citra resolusi tinggi dengan cacah yang terbatas

5. DAFTAR PUSTAKA

Chapra, Steven C, Canale, Raymond P, 2004, Metode Numerik Untuk Teknik (dengan penerapan pada komputer pribadi), Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.

Pitts, D.R., Sissom, L.E, 1983, Theory And Problem of Heat Transfer, Kin Keong Printing, Singapore

Holman, J.P., 1994, Perpindahan Kalor. Penerbit Erlangga, Jakarta

Ozisik, M. Necati, Bayazitoglu, Yildiz. Element of heat transfer, Mc Graw Hill, Singapore