Home Page

Project-2 Praktikum Fisika Komputasi 118

Analisis Perbandingan Konduktivitas Termal dalam keadaan *Steady State* pada Material Konduktor Panas *Copper* dan *Bronze* dengan Metode *Finite Difference Equation*

Dosen Pengampu :

Dewi Mulyati, S. Pd., M. Si., M. Sc.

Asisten Laboratorium :

- Early Amada
- Tim Abyan Syah

Home Page | Group 02

Group Members

Group 02

Dhinar Hidayath

1306621054

Khansa Farras C.

1306621067

Puspa Zuhrotul K.

1306621058

Salma Mardhiyah

1306621061

Pendahuluan

Persoalan Fisika

Latar Belakang

- Analisis perbandingan Copper dan Bronze dalam kasus 1D dan 2D *steady state*.
- Merupakan topik yang relatif belum banyak dipelajari.

Keterkaitan

Metode Finite Difference digunakan dalam analisis konduktivitas termal dengan membagi domain dalam bentuk grid dan menggantikan turunan dalam persamaan panas dengan pendekatan beda hingga, sehingga memungkinkan pemecahan persamaan tersebut untuk mendapatkan distribusi suhu dan transfer panas yang efisien dalam sistem.

Tujuan

Untuk menganalisis perbandingan konduktivitas termal dalam keadaan steady state pada material konduktor panas copper dan bronze dengan metode finite difference equation

Penelitian Terkait

Muhammad Sohail, Umar Nazir, Samaira Naz, Abha Singh, Kanit Mukdasai, Mohamed R. Ali, Muhammad Jahangir Khan, Ahmed M. Galal (2022). Utilization of Galerkin finite element strategy to investigate comparison performance among two hybrid nanofluid models. Scientific Reports, 12(1), 18970.

Finite Difference pada 2D Heat Conduction

$$R + U + T_{1,2} + T_{2,1} - 4T_{1,1} = 0$$
$$T_{1,1} + U + T_{1,3} + T_{2,2} - 4T_{1,2} = 0$$
$$T_{1,2} + U + T_{1,4} + T_{2,3} - 4T_{1,3} = 0$$
$$T_{1,3} + U + T_{1,5} + T_{2,4} - 4T_{1,4} = 0$$

$$T_{1,m-1} + U + T_{2,m} + L - 4T_{1,m} = 0$$
$$R + T_{1,1} + T_{2,2} + T_{3,1} - 4T_{2,1} = 0$$

$$T_{m,m-1} + T_{m-1,m} + L + D - 4T_{m,m} = 0$$

$$T_{i-1,j} + T_{i+1,j} - 4 * T_{i,j} + T_{i,j-1} + T_{i,j+1} = -\frac{g}{k}\Delta x^2$$

Finite Difference pada 1D Heat Conduction

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{g}{k} = 0$$

$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{g}{k} = 0$$

$$f(x + \Delta x) = f(x) + f'(x) * \Delta x + f''(x) * \Delta x^2/(2!) + \ldots$$
$$f(x - \Delta x) = f(x) - f'(x) * \Delta x + f''(x) * \Delta x^2/(2!) - \ldots$$

$$f(x + \Delta x) + f(x - \Delta x) = 2 * f(x) + f''(x) * \Delta x^2$$
$$f''(x) = (f(x - \Delta x) - 2 * f(x) + f(x + \Delta x))/\Delta x^2$$

$$\left(\frac{T_{i-1,j} - 2*T_{i,j} + T_{i+1,j}}{\Delta x^2}\right) + \frac{g}{k} = 0$$

$$T_{i-1,j} - 2 * T_{i,j} + T_{i+1,j} = -\frac{g}{k}\Delta x^2$$

Flowchart

matriks A

matriks B

matriks d

$$\begin{pmatrix} -4 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -4 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -4 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -4 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & -4 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & -4 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & -4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & -4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_{2,2} \\ T_{3,2} \\ T_{4,2} \\ T_{2,3} \\ T_{3,3} \\ T_{4,3} \\ T_{2,4} \\ T_{3,4} \\ T_{4,4} \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} T_{1,2} + T_{2,1} \\ T_{3,1} \\ T_{4,1} + T_{5,2} \\ T_{1,3} \\ 0 \\ T_{5,3} \\ T_{1,4} + T_{2,5} \\ T_{3,5} \\ T_{5,4} + T_{4,5} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \\ \frac{g}{k} * \Delta x^2 \end{pmatrix}$$

matriks X

matriks dl

Project-02 Praktikum Fisika Komputasi

CODING PYTHON

Finite Difference 2D pada Heat Conduction

Finite Difference pada Heat Conduction - Grafik Parabola

Temperatur Material Copper

- minimum = 237.381 deg.C
- maksimum = 538.573 deg.C

Temperatur Material Bronze

- minimum = 323.98 deg.C
- maksimum = 1322.935 deg.C

Berdasarkan grafik parabola yang diperoleh, terlihat bahwa tembaga mencapai *steady state* lebih cepat.

Conclusion

Dari kedua material yang telah diuji, dapat disimpulkan bahwa tembaga mencapai kondisi steady state lebih cepat dibandingkan dengan material perunggu.

Hal ini disebabkan oleh konduktivitas termal yang lebih tinggi dan kemampuan tembaga untuk mendistribusikan panas dengan lebih efisien.

Suggestion

- Selain visualisasi 2D yang telah ditampilkan dalam penelitian ini, peneliti lain dapat mempertimbangkan untuk menghasilkan visualisasi 3D dari distribusi suhu dalam sistem.
- Peneliti lain dapat menerapkan metode finite difference ini pada kasus nyata atau aplikasi konkret di dunia nyata.
- Selain perunggu dan tembaga, peneliti dapat memperluas studi ini dengan membandingkan material konduktor lainnya.

Sources

S. Adnan, M. Jin, M. S. Bryan, M. E. Manley, D. H. Hurley, & M. Khafizov, Implications of phonon anisotropy on thermal conductivity of fluorite oxides, *Journal of Physics: Condensed Matter*, 35(335702), 2023. 12pp

F. Hidayanti, H. H. Santoso, & G. Baskara, Design of Metal Heat Conductivity Measurement Using Probe Method, SPEKTRA: *Jurnal Fisika dan Aplikasinya,* 2020. 5(1), 69.

X. Hu, C. Wang, M. K. Lim, & W. Q. Chen, Characteristics of the global copper raw materials and scrap trade systems and the policy impacts of China's import ban, *Ecological Economics, 2020.* 172, 106626

S. V. Kidalov, & F. M. Shakhov, Thermal Conductivity of Diamond Composites, *Materials*, 2(4), 2009. 2467-2495.

D. A. Maturi, N. M. Alsulami, & E. S. Alaidarous, Finite Difference Approximation for Solving Transient Heat Conduction Equation of Copper, *Advances in Pure Mathematics*, 10, 2020. 350-358.

M. Sohail, U. Nazir, S. Naz, A. Singh, K. Mukdasai, M. R. Ali, M. J. Khan, A. M. Galal, Utilization of Galerkin finite element strategy to investigate comparison performance among two hybrid nanofluid models. *Scientific Reports*, 12(1), 2022. 18970.

N. Nurhayati, R. Tiryono, A. Dorrah, & N. Aang, PEMODELAN MATEMATIKA LAJU ALIRAN PANAS PADA WAJAN PEMBUATAN ARANG AKTIF-13 DENGAN MENGGUNAKAN METODE BEDA HINGGA (FINITE DIFFERENCE METHOD), 2019

G. Singh, & P. M. Pandey, Rapid manufacturing of copper-graphene composites using a novel rapid tooling technique. *Rapid Prototyping Journal*, 26(4), 2020. 765–776.

S. C. Chapra, Numerical Methods for Engineers Seventh Edition. New York, *NY: McGraw-Hill*, 2014

V. G. D. B. Dos Santos & P. T. G. Dos Anjos, “Finite Difference Method Applied in Two-Dimensional Heat Conduction Problem in the Permanent Regime in Rectangular Coordinates” in Advances in Pure Mathematics, 2022, pp. 505-518.

Lampiran

Lampiran ipynb

TERIMA KASIH

^ _ ^!*