Navigation Physics 3 (1) (2021)

Navigation Physics
Journal of Physics Education

Simulasi Sederhana Pada Hukum Pendinginan Newton

Iman Noor[1*], Andry Fitrian[2]
[1,2] Universitas Indraprasta PGRI Jakarta
* E-mail: iman.noor009@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Mei 2019
Disetujui June 2017
Dipublikasikan July 2017

Keywords:
Simulasi, Perpindahan Panas, Konveksi, Hukum Pendinginan Newton

Abstract

A simple simulations on Newton's cooling law has been performed. This simulations aims to study correlation of the newton cooling constant at temperatures to cooling times. This reseach is displayed in GUI Matlab (*Guide Using Interface*). The input required is initial temperature, ambient temperature, cooling constant, and cooling time. Through numerical calculation of the Newton's cooling equation with Eulerian Method, we got that the time to reach the ambient temperature of each cooling constant is 59 seconds, 31 seconds, and 20 seconds respectively.

How to Cite: Noor, I., & Fitrian, A. (2021). Simulasi sederhana pada hukum pendinginan newton. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 3 (1), 27-31.

PENDAHULUAN

Perpindahan panas suatu materi merupakan berpindahnya energi termal disebabkan adanya gradien temperatur materi tersebut (Supu dkk, 2017; Nirwana & Rais, 2020). Proses perpindahan panas dapat terjadi secara konduksi, konveksi dan radiasi (Irawati, Huda, & Kurniawan, 2019; Ningsih & Srigutomo, 2018). Fenomena pindah panas ini menurut Noor (2019) memunculkan model matematika persamaan diferensial parsial sehingga dibutuhkan sebuah solusi agar diketahui sifat dan karakteristik dari laju perpindahan panas.

Metode Euler adalah salah satu metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial seperti perpindahan panas, aliran fluida, dan transportasi massa dll (Ramadhan, 2019; Nazar, 2016). Proses dari metode Euler ini adalah menghitung nilai fungsi diferensial dari setiap iterasinya. Metode Euler merupakan metode sederhana yang diturunkan dari deret *Taylor*. Salah satu penyelesaian perpindahan konveksi dengan metode Euler adalah pada hukum pendinginan Newton.

Banyak penelitian yang dilakukan tentang aplikasi hukum pendinginan Newton diberbagai bidang, misalnya yang dilakukan oleh Guswantoro (2017) dalam menentukan nilai koefisien konveksi udara dengan metode pendinginan air. Penelitian yang lainnya adalah yang dilakukan oleh Suryani (2014) dalam menentukan konstanta pendinginan Newton. Penelitian tersebut dilakukan secara eksperimen.

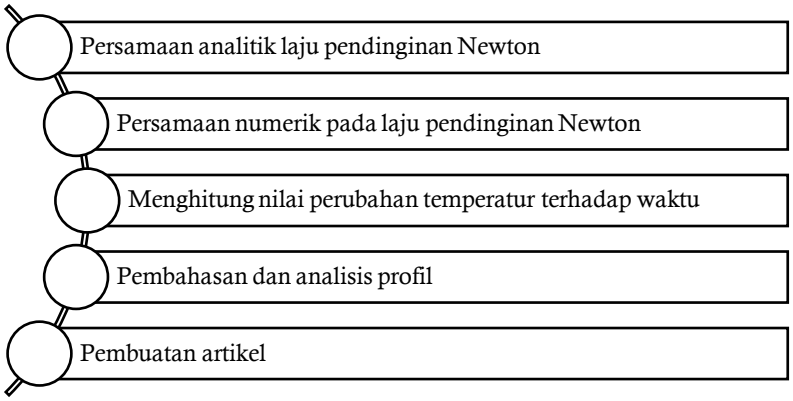
Adapun penelitian ini dilakukan secara komputasi, yaitu berupa grafik dari laju penurunan temperatur terhadap waktu. Hasil dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk GUI (*Guide Using Interface*). Hasil dari penelitian ini tujuannya adalah sebagai pembelajaran dasar untuk mengetahui perubahan temperatur terhadap waktu yang dilakukan pengerjaannya secara numerik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara komputasi dengan menggunakan perhitungan numerik pada persamaan diferensial pada Hukum Pendinginan Newton, dengan berbasis software *Matlab*2013a. Penelitian ini juga dibuat dalam bentuk tampilan GUI (*Guide Using Interface*) yang berisikan berupa grafik dari laju penurunan temperatur suatu materi berdasarkan Hukum Pendinginan Newton.

GUI yang dibuat dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai kalkulator penurunan suhu suatu materi sebagai pembelajaran dasar pada Hukum Pendinginan Newton. Adapun masukan variabel yang dibutuhkan dalam GUI adalah nilai temperatur awal, temperatur lingkungan, koefisien laju temperatur, serta nilai waktu.

Mekanisme pengerjaan penelitian ini adalah melakukan transformasi persamaan analitik ke persamaan numerik dengan metode Euler, melakukan perhitungan komputasi dari persamaan numerik, pembahasan dan analisis profil sebaran distribusi temperatur, serta pembuatan laporan.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan Diferensial Biasa

Persamaan diferensial biasa orde satu pada umumnya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \tag{1}$$

Jika f(x,y) dapat dinyatakan dalam bentuk f(x,y) = $g(x).h(y)$ maka penyelesaian persamaan diferensial biasa tersebut dapat dilakukan dengan cara memisahkan variabelnya sehingga faktor y dapat dikumpulkan dengan dy dan faktor x dengan dx.

Hukum Pendinginan Newton

Hukum pendinginan Newton menyatakan tentang laju gradien temperatur suatu materi sebanding dengan gradien temperatur materi dan temperatur sekitarnya. Materi atau zat yang lebih panas daripada temperatur lingkungannya akan mengalami penurunan temperatur atau pendinginan karena adanya perpindahan kalor, sesuai dengan Hukum Termodinamika ke – nol. Gradien temperatur teramati sebagai aktivitas penurunan temperatur zat berlangsung terhadap perubahan waktu. Secara matematis, hukum pendinginan Newton dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_s) \tag{2}$$

Keterangan :
dT/dt =laju temperatur zat terhadap waktu
k = konstanta pendinginan newton
T = temperatur zat
Ts = temperatur lingkungan

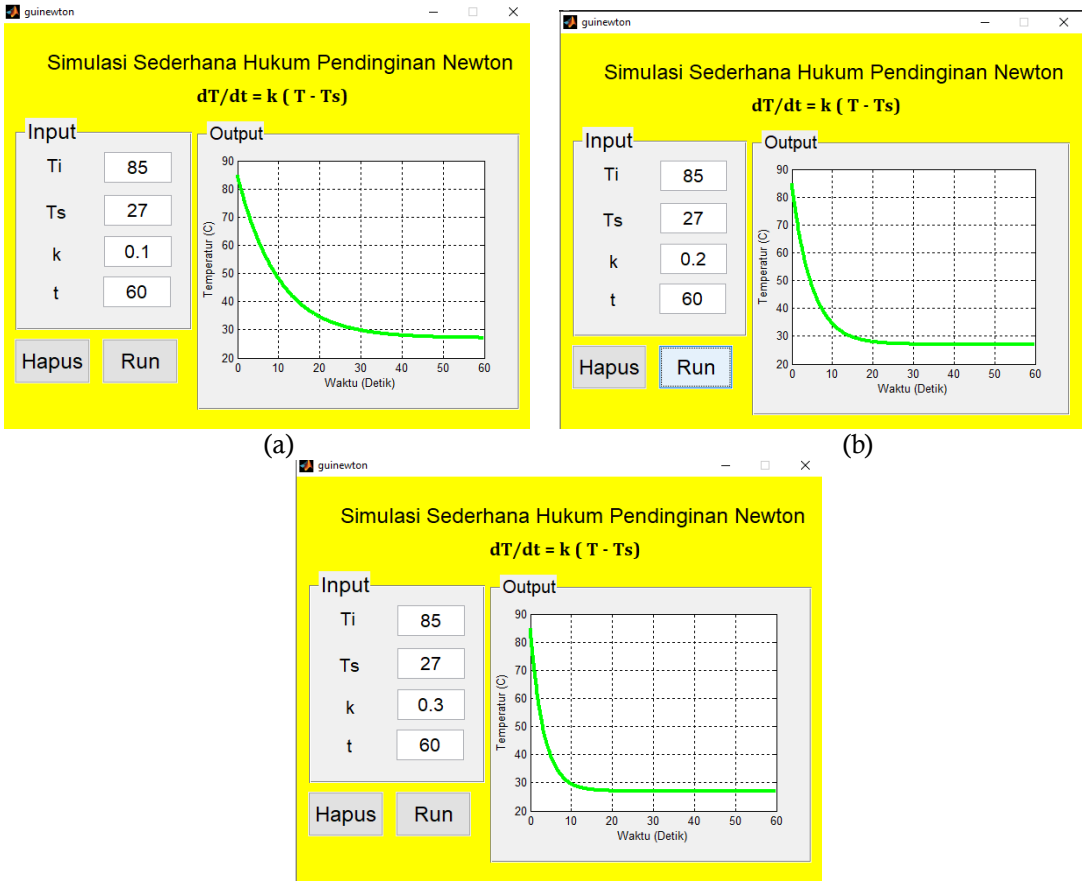
Tanda minus (-) pada hukum pendinginan Newton menyatakan tentang adanya pendinginan yang disebabkan penurunan temperatur yang dialami oleh suatu zat.

Simulasi Laju Pendinginan Newton

Simulasi laju pendinginan Newton telah berhasil dilakukan. Simulasi ini terdiri dari inputan temperatur awal, temperatur lingkungan, konstanta pendinginan Newton, serta waktu. Ada tiga jenis perlakuan yang dihitung dalam penelitian ini. Ketiga jenis perlakuan tersebut, semua inputan adalah sama, kecuali nilai konstanta pendinginannya yang berbeda.

Adapun besar inputan dari masing – masing jenis perlakuan adalah temperatur awal 85°C, temperatur lingkungan 27°C. Konstanta pendinginan perlakuan masing – masing adalah 0.1, 0.2, dan 0.3. Waktu laju penurunan temperatur dilakukan selama 60 detik.

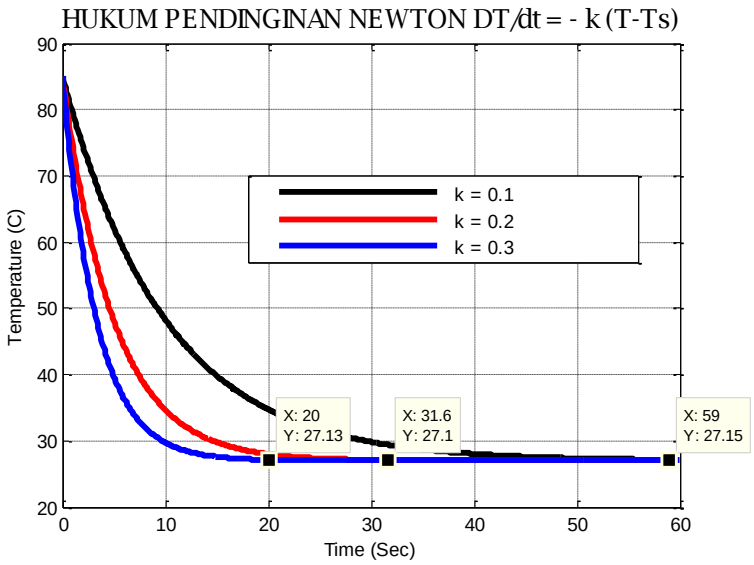
Adapun profil grafik simulasi laju, penurunan temperatur terhadap waktu berdasarkan hukum pendinginan Newton ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2. GUI Simulasi sederhana hukum pendinginan newton. (a) nilai konstanta pendinginan 0.1, (b) nilai konstanta pendinginan 0.2, (c) nilai konstanta pendinginan 0.3

Grafik Penurunan Temperatur Terhadap Waktu

Berdasarkan perlakuan yang dilakukan sesuai dengan inputan, didapatkan grafik penurunan temperatur terhadap waktu. Terdapat 1 profil grafik pada tiga perlakuan. Ketiga perlakuan ini menunjukkan masing – masing perhitungan yang didapat. Grafik yang dihasilkan dengan tiga perlakuan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Penurunan temperatur terhadap waktu pada hukum pendinginan newton

Ada tiga konstanta pendinginan dengan asumsi temperatur awal dan temperatur lingkungan serta waktu simulasi adalah sama, yaitu 0.1, 0.2, dan 0.3.

Berdasarkan grafik diatas, konstanta pendinginan 0.1 menunjukkan bahwa untuk bisa temperatur zat mencapai temperatur lingkungan dibutuhkan waktu selama 59 detik. Sedangkan konstanta pendinginan 0.2 menunjukkan bahwa temperatur zat setara dengan temperatur lingkungan membutuhkan waktu selama 31.6 detik. Konstanta pendinginan ketiga yaitu 0.3 menunjukkan bahwa temperatur zat sama dengan temperatur lingkungan membutuhkan waktu selama 20 detik.

Berdasarkan perlakuan dan grafik yang dihasilkan, besarnya konstanta pendinginan newton berpengaruh pada besarnya penurunan temperatur terhadap perubahan waktu, hal ini sesuai dengan pnelitian Sardjito & Yuningsih (2020). Semakin besar konstanta pendinginan newton suatu zat, maka semakin besar besar perubahan temperatur zat tersebut terhadap perubahan waktu (Widyastuti & Ishafit, 2019). Demikian dengan kebalikannya, semakin kecil konstanta pendinginan newton suatu zat, maka semakin kecil besar perubahan temperatur zat tersebut terhadap perubahan waktu.

Tanda minus (-) menunjukkan makna pendinginan, disebabkan penurunan nilai temperatur terhadap perubahan waktu.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, simulasi sederhana pada hukum pendinginan newton berhasil dilaksanakan. besarnya konstanta pendinginan newton berpengaruh pada besarnya penurunan temperatur terhadap perubahan waktu. Semakin besar konstanta pendinginan newton suatu zat, maka semakin besar besar perubahan temperatur zat tersebut terhadap perubahan waktu. Demikian dengan kebalikannya, semakin kecil konstanta pendinginan newton suatu zat, maka semakin kecil besar perubahan temperatur zat tersebut terhadap perubahan waktu. Tanda minus (-) menunjukkan makna pendinginan, disebabkan penurunan nilai temperatur terhadap perubahan waktu.

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar sebagai pembelajaran untuk mahasiswa, serta dapat dijadikan dasar untuk melakukan penelitian pengembangan aplikasi baik secara percobaan atau teori terhadap hukum pendinginan newton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada LPPM Unindra yang telah membantu secara langsung terhadap penelitian ini, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Guswantoro, T. (2017). Penggunaan Pasco Capstone 14.1 untuk menentukan koefisien konveksi udara dengan metode pendinginan air. *Jurnal EduMatSains,* 1(2), 165-176

Irawati, E., Huda, C., & Kurniawan, W. (2019, November). Pengembangan Alat Peraga Perpindahan Kalor secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi dalam Satu Set Alat berbasis Digital. In *Seminar Nasional Lontar Physics Forum* (pp. 86-91).

Nazar, A. J. (2016). *Studi Eksperimen Aliran Melalui Square Duct Dan Square Elbow 90o Dengan Double Guide Vane Pada Variasi Sudut Bukaan Damper* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Ningsih, S., & Srigutomo, W. (2018). Perpindahan Panas pada Media Berpori Menggunakan Metode Elemen Hingga. *SAINTIFIK*, *4*(2), 167-178.

Nirwana, L., & Rais, M. (2020). Konduktivitas Termal Pasir Kali Sebagai Media Penghantar Panas Pada Proses Penyangraian Kerupuk. *Jurnal pendidikan teknologi pertanian*, *3*, 182-196.

Noor, I., & Fitrian, A. (2019). Simulasi sebaran temperatur pelat logam tipis besi dan kuningan berbasis Matlab. *Navigation Physics Journal,* 2(1), 9-13.

Ramadhan, F. (2019). *Analaisa Numerik Pada Struktur Blok Silinder Mesin Dengan Variasi Diameter Tabung Silinder* (Doctoral dissertation).

Sardjito, S., & Yuningsih, N. (2020, September). Koreksi Suhu Kalorimeter sebagai Konsekuensi Laju Pendinginan oleh Suhu Lingkungan pada Percobaan Tara Kalor Mekanik. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 11, No. 1, pp. 705-709).

Supu, I., Usman, B., Basri, S., & Sunarmi, S. (2017). Pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda. *Dinamika*, *7*(1), 62-73.

Suryani, N., & Santosa, I. E. (2014). Pengukuran konstanta pendinginan newton. *Prosiding Seminar Nasional Sains IX Fakultas Sains dan Matematika UKSW*. https://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/4542/2/PROS_N%20Suryani%2C%20Ign%20E%20Santosa_Pengukuran%20Konstanta_fulltext.pdf

Widyastuti, W., & Ishafit, I. (2019). *Penentuan Kalor Jenis Bahan menggunakan Metode Pendinginan Newton dan Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Arduino Uno* (Doctoral dissertation, Universitas Ahmad Dahlan).