

Simulasi Numerik Osilator Harmonis

Catur Edi Widodo

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro

Abstract

A program for explain movement the harmonis oscillator have been done with Python programming language version 4.2. Program was simulated simple harmonic oscillator and damped harmonis oscillator. Program was constuct by mean finite difference equation in object oriented programming Python. First, object simulation is simple harmonic motion consist spring and mass slides on a frictionless horizontal surface. Second, object simulation is damped harmonic motion consist spring, mass and piston. The result of simulation indicated that the frequency osilation depend with force constant of the spring and mass, and damped depend damping ratio and mass.

Abstrak

Telah dibuat program untuk menggambarkan gerakan osilator harmonis menggunakan bahasa pemrograman Python versi 4.2. Program tersebut mensimulasikan osilasi harmonik sederhana dan osilasi harmonik teredam. Program dibangun berdasarkan metode beda hingga menggunakan bahasa pemrograman berorientasi obyek yaitu Python. Obyek yang disimulasikan pertama adalah sistem pegas dan massa tanpa redaman maupun gesekan sehingga osilasi yang terjadi berupa osilasi harmonis sederhana. Sistem yang kedua terdiri dari pegas, piston dan massa yang meghasilkan osilasi harmonis teredam yang berperilaku sebagai sistem deferensial orde dua. Hasil simulasi menunjukkan frekuensi osilasi tergantung konstanta pegas dan massa, serta redaman tergantung damping rasio dan massa.

Pendahuluan

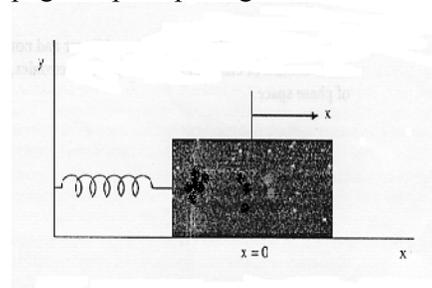
Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, hampir semua fenomena fisis dapat disimulasikan menggunakan komputer grafis. Simulasi komputer dibuat untuk mempermudah manusia mempelajari, mengamati, dan meramalkan fenomena-fenomena fisis yang mungkin terjadi. Pada prinsipnya simulasi dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya dengan deretan angka-angka, gambar, grafik, atau visualisai dengan komputer [1]. Dengan simulasi berbasis komputer, biaya yang dikeluarkan dapat diperkecil karena permodelannya tidak harus dalam dunia nyata dengan ukuran yang sebenarnya [2].

Osilator Harmonis maupun teredam merupakan salah satu model fisis yang penting untuk berbagai aplikasi industri. Salah satu contoh adalah peredam kejut pada mobil. Sistem ini terdiri dari pegas dan piston yang berisi fluida kental sehingga mobil tidak terlambung keatas dan kebawah tanpa henti jika melewati

jalan yang berlubang. Contoh lain banyak terdapat pada bidang elektronika. Sistem pemancar, filter, penguat sinyal dan penkondisian sinyal mengolah sinyal dari osilator untuk menghasilkan keluaran yang diharapkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat simulasi secara numeris osilator harmonis sederhana maupun teredam.

Teori

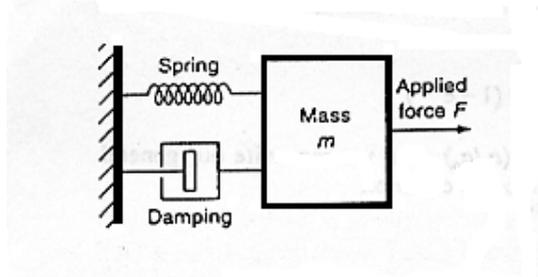
Untuk mengilustrasikan pentingnya konsep yang berhubungan dengan fenomena osilasi, perhatikan sebuah obyek massa m yang tersambung dengan ujung pegas seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem pegas [3].

Obyek bergerak meluncur tanpa gesekan pada bidang datar seperti pada gambar 1. Pegas mempunyai panjang alami ketika pada keadaan itu pegas tidak memberikan gaya pada massa m , dan posisi massa pada titik ini disebut posisi setimbang. Jika massa dipindahkan kekanan yang berarti merentangkan pegas, atau kekiri yang berarti menekan pegas, pegas akan memberikan gaya pada massa untuk mengembalikannya pada posisi setimbangnya. Gaya ini disebut gaya pemulih [3]. Besarnya gaya pemulih F berbanding lurus dengan simpangan x dan bergantung dengan bahan dan dimensi pegas yang disebut sebagai konstanta pegas k sehingga diperoleh persamaan: $F = -kx$

Sistem osilasi dalam praktek umumnya teredam dengan ilustrasi seperti pada gambar 2 yaitu terdiri dari pegas dan piston.



Gambar 2. Sistem pegas teredam [4].

Kadang kadang peredaman sedemikian besarnya sehingga gerakan tidak lagi menyerupai gerak harmonis sederhana. Ada tiga kasus umum sistem yang teredam yaitu *overdamped* yang memerlukan waktu lama untuk mencapai kesetimbangan, *underdamped* yang melakukan beberapa ayunan sebelum berhenti, dan *critical damping* yang kesetimbangannya dicapai dengan cepat [4]. Sistem osilasi teredam ini berperilaku mengikuti persamaan diferensial orde dua. Dengan massa m , konstanta pegas k , dan rasio redaman c , diperoleh persamaan untuk gaya pemulih: $F = -(c \cdot dx/dt + k \cdot x)$

Metode

1. Penurunan rumus

Penurunan rumus untuk osilator harmonis sederhana adalah sebagai berikut

$$F = -k \cdot x$$

$$F = m \cdot a$$

$$\text{Jadi } m \cdot a = -k \cdot x$$

$$a = k/m \cdot x$$

Penurunan rumus untuk osilator harmonis teredam adalah sebagai berikut

$$F = -(c \cdot dx/dt + k \cdot x)$$

$$F = m \cdot a$$

$$m \cdot a = -(c \cdot dx/dt + k \cdot x)$$

$$a = -(c/m \cdot v + k/m \cdot x)$$

2. Algoritma Euler

Secara singkat, algoritma Euler untuk menyelesaikan persamaan diferensial adalah sebagai berikut: Pada persamaan $dy/dx = f(x,y)$, suatu nilai baru y adalah nilai y sebelumnya ditambah dengan nilai perubahan kecil dari y untuk nilai perubahan kecil dari x , atau:

$$y_1 = y(x_0) + f(x_0, y_0) \Delta x$$

$$y_2 = y(x_1) + f(x_1, y_1) \Delta x$$

$$y_3 = y(x_2) + f(x_2, y_2) \Delta x \text{ [5].}$$

Untuk osilator harmonis sederhana, algoritma menjadi:

do while $t < \text{max}$:

$$a = -(kpm \cdot x)$$

$$v = v + a \cdot dt$$

$$x = x + v \cdot dt$$

$$t = t + dt \text{ loop}$$

Untuk osilator harmonis teredam, algoritma menjadi:

do while $t < \text{max}$:

$$a = -(cpm \cdot v + kpm \cdot x)$$

$$v = v + a \cdot dt$$

$$x = x + v \cdot dt$$

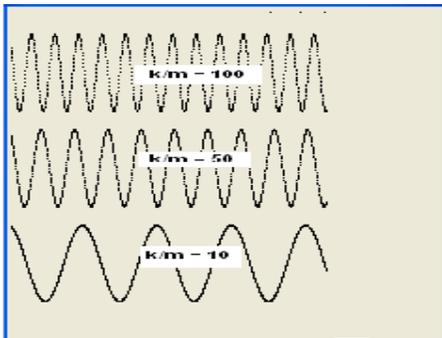
$$t = t + dt \text{ loop}$$

Hasil dan pembahasan

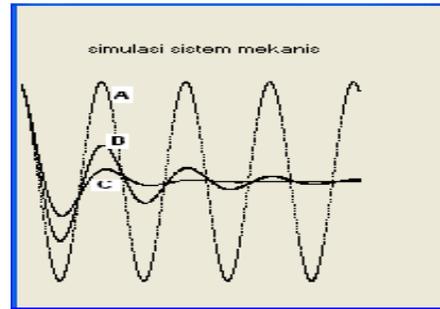
Setelah melakukan pemrograman visual berdasarkan algoritma Euler, diperoleh hasil seperti pada gambar 3. Dengan variasi k/m untuk osilator harmonis diperoleh data bahwa semakin besar k/m , maka semakin besar frekuensi

osilator harmonisnya. Artinya makin besar konstanta pegas, semakin besar frekuensinya, dan semakin besar massa beban, makin kecil frekuensinya. Hal ini disebabkan massa akan menimbulkan kelembaman.

Pada osilator harmonis teredam, hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 4. Kurva A adalah untuk $c/m = 0$, kurva B untuk $c/m = 1$, dan kurva C untuk $c/m = 2$. Pada kurva karena $c/m = 0$, maka tidak ada redaman, sehingga osilasi tidak mengalami penurunan amplitudo. Berdasarkan kurva B dan C, diperoleh data bahwa makin besar c/m , makin besar redaman sehingga makin cepat kurva mencapai titik setimbang yang artinya makin besar damping rasio, makin cepat osilasi berhenti.



Gambar 3. Osilator harmonis sederhana



Gambar 4. Osilator harmonis teredam

Kesimpulan

Dari hasil simulasi osilator harmonis sederhana maupun teredam, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Perangkat lunak yang dibuat telah berhasil mensimulasikan sistem harmonik sederhana maupun teredam. Masukan berupa konstanta pegas, massa dan damping rasio keluaran berupa grafik waktu terhadap amplitudo setiap saat. Dengan menggunakan perangkat lunak ini perilaku sistem harmonis sederhana maupun teredam dapat disimulasikan dengan cepat dan akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Chapra, S. C., 1996, "Metode Numerik", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Setiawan, S., 1990, "Sistem Simulasi", Andi Offset, Yogyakarta.
- [3] Giancoli, D., 1998, "Fisika" (terjemahan), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [4] Bolton, W., 1998, "Mechatronics", Addison Wesley, New York.
- [5] Gould, H. and Tobochnik, J., 1998, "Computer Simulation Method", Addison Wesley, New York.