

LAPORAN PRAKTIKUM KOMPUTASI

Analisis *Double* Pendulum

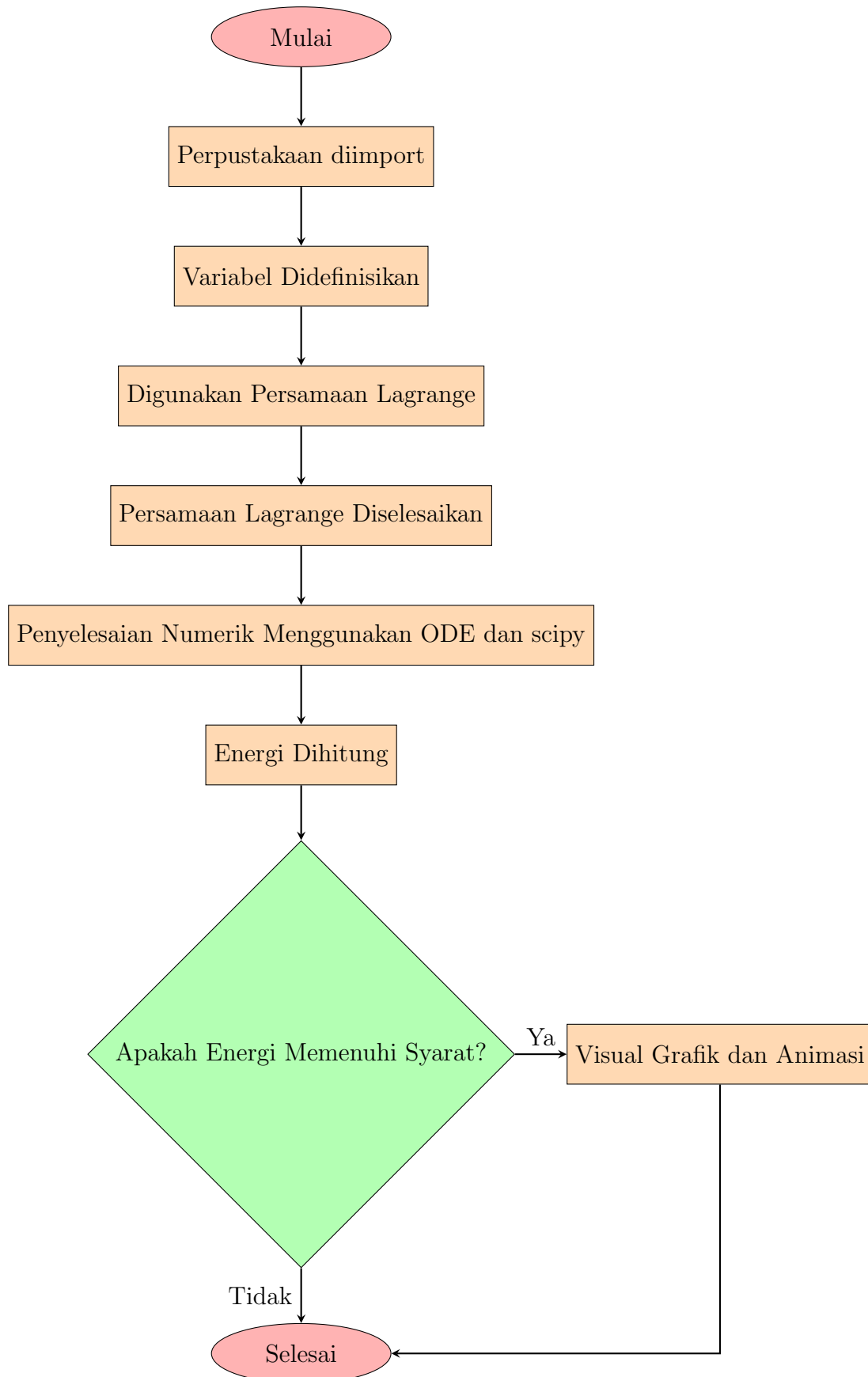
Dosen : Mada Sanjaya WS, Ph.D

Disusun oleh :
Sherly Mawarni Kusumah (1227030033)



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG
2024

1. Buatlah diagram alir (flowchart) dari kode program double pendulum di atas!



2 Jelaskan algoritma pada kode program di atas!

Kode Program ini merupakan implementasi simulasi fisik dari double pendulum yang berbasis metode Lagrange untuk menurunkan persamaan gerak dan menggunakan integrasi numerik untuk memecahkan sistem persamaan diferensial. Pada kasus ini double pendulum terdiri dari dua massa yang digantung secara seri, dan gerakannya ditentukan oleh sudut masing-masing pendulum terhadap sumbu vertikal. Simulasi dimulai dengan memasukan library yang digunakan untuk mendukung kode program, Kemudian mendefinisikan parameter fisik seperti panjang tali, massa, dan percepatan gravitasi, serta menggunakan turunan posisi untuk menghitung kecepatan dan energi kinetik/potensial. Dengan metode Lagrange, persamaan gerak diferensial diturunkan dan diselesaikan menggunakan fungsi 'odeint' dari 'scipy' untuk menghasilkan solusi numerik dari sudut dan kecepatannya terhadap waktu. Setelah itu, memvisualisasikan gerak double pendulum dengan animasi menggunakan 'matplotlib.animation'. Fungsi 'animate' memperbarui posisi kedua pendulum dalam setiap frame, hal itu menghasilkan visual yang menunjukkan gerak osilasi dan sifat chaos dari sistem. Lalu, menghitung energi kinetik sistem untuk berbagai frekuensi sudut dan menampilkan grafik energi terhadap frekuensi.

3 Analisis grafik dan animasi double pendulum!

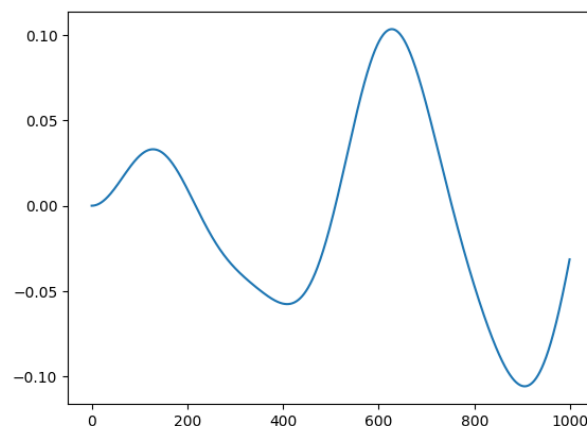


Figure 1: Grafik 1

Grafik ini menunjukkan dinamika sudut terhadap waktu. Dimana pada sumbu(x) sebagai waktu, sementara sumbu(y) sebagai posisi sudut atau kecepatan sudut salah satu pendulum. Pola yang tampak adalah osilasi non-linear yang bersifat kompleks, di mana amplitudo dan frekuensi berubah secara tidak beraturan seiring waktu, mencerminkan sifat chaos dari sistem double pendulum. Pada awalnya, gerakannya terlihat lebih teratur dengan osilasi yang hampir beraturan, namun seiring waktu, pola osilasi mulai berubah, mencerminkan sensitivitas terhadap kondisi awal. Perubahan pola ini akan berubah sesuai dengan sudut yang diberikan di awal

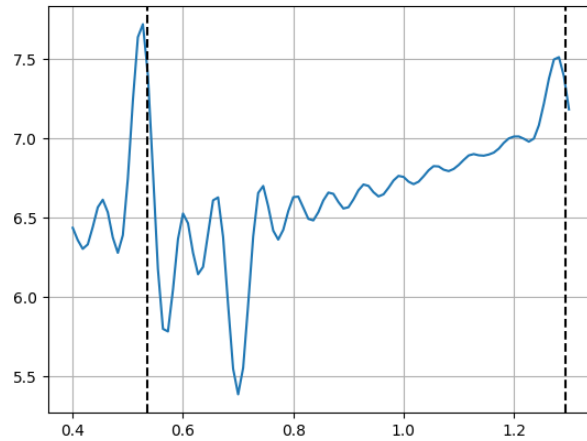


Figure 2: Grafik 2

Grafik ini menunjukkan hubungan antara energi kinetik rata-rata sistem double pendulum sebagai sumbu y dengan variasi frekuensi sudut sumbu x. Adapun grafik ini memperlihatkan pola fluktuasi energi, dengan adanya resonansi pada frekuensi tertentu. Dua garis putus-putus vertikal menyoroti dua nilai frekuensi sudut spesifik, yang mungkin mewakili kondisi resonansi penting dalam sistem. Pada frekuensi-frekuensi ini, energi kinetik meningkat signifikan, menunjukkan transfer energi yang lebih efisien ke sistem. Setelah melewati frekuensi resonansi utama, fluktuasi energi tampak lebih teredam dengan pola yang lebih konsisten. Grafik ini mencerminkan interaksi non-linear yang kompleks antara kedua pendulum.

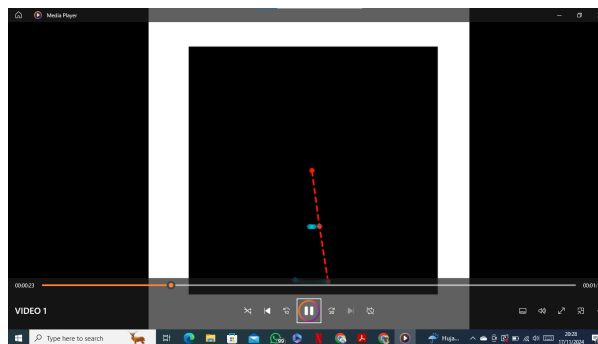


Figure 3: Animasi

Double pendulum dalam video memperlihatkan gerakan yang rumit dan acak, di mana dua pendulum saling mempengaruhi. Pendulum pertama berayun dari poros tetap, sementara pendulum kedua terhubung di ujung pendulum pertama. Dengan gerakan yang dihasilkan bersifat non-linear, sehingga perubahan kecil pada kondisi awal dapat menghasilkan lintasan yang sangat berbeda. Adapun jejak merah dan biru menunjukkan lintasan masing-masing pendulum, dengan pendulum kedua membentuk pola yang lebih kompleks. Energi potensial dan kinetik terus berpindah, menjaga total energi sistem tetap konstan, meskipun lintasannya tampak acak dan sulit diprediksi dalam jangka waktu lama. Hal ini menggambarkan sifat chaos dalam sebuah sistem dinamis.