

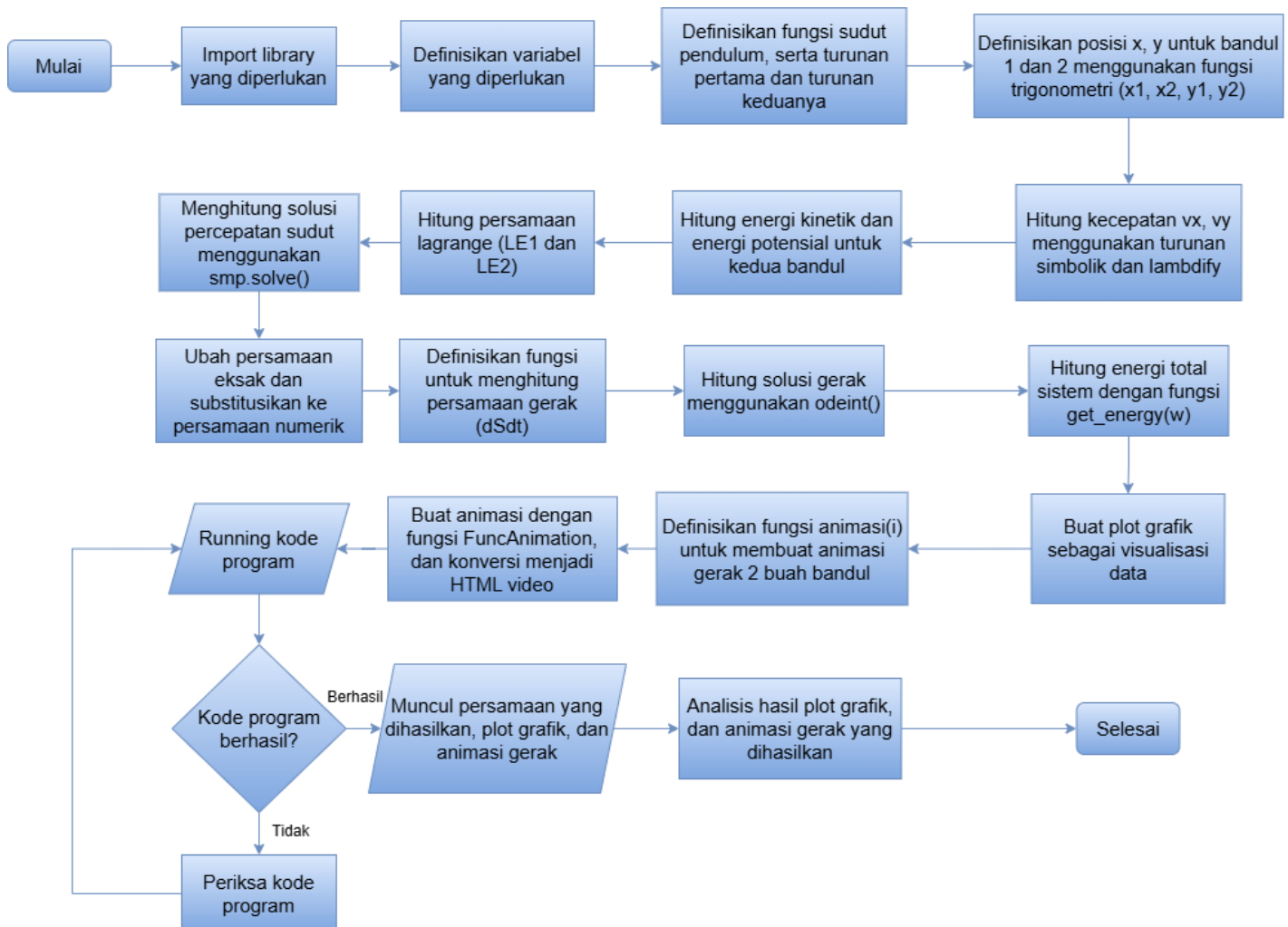
# PRAKTIKUM FISIKA KOMPUTASI

## MODUL 8 ANALISIS DOUBLE PENDULUM

Nama:

**AZHAR RIZKY AULIA (1227030008)**

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



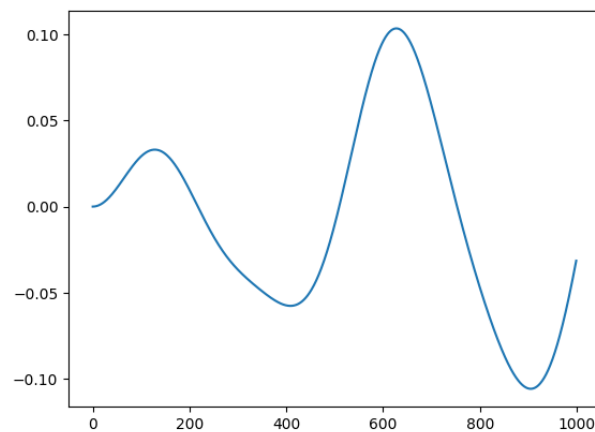
### 2. Jelaskan algoritma pada kode program di atas!

Algoritma kode program ini menggunakan persamaan Euler-Lagrange untuk mensimulasikan gerakan double pendulum. Pertama variabel simbolik seperti waktu,

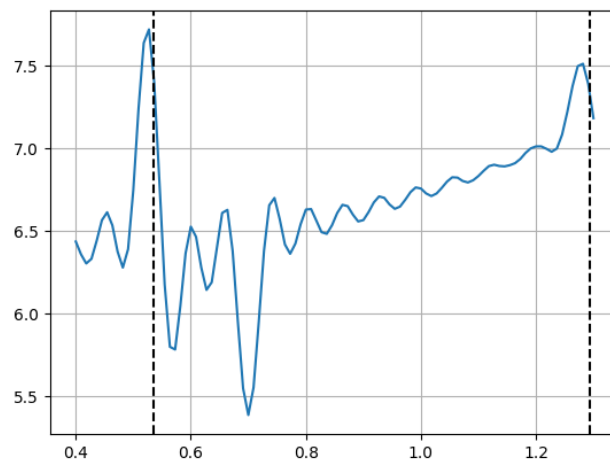
panjang pendulum, gravitasi, sudut awal, dan lain-lain di definisikan. Kemudian, posisi masing-masing pendulum dihitung berdasarkan sudut dan panjang pendulum. Kemudian dihitung kecepatan dari masing-masing pendulum dengan menurunkan posisi terhadap waktu. Kemudian energi kinetik dan energi potensial untuk masing-masing pendulum dihitung. Kemudian dihitung persamaan lagrange untuk kedua pendulum. Selanjutnya dihitung percepatan sudut dari kedua pendulum menggunakan persamaan Euler-Lagrange. Selanjutnya persamaan eksak yang didapatkan dirubah dan dimasukkan ke dalam persamaan numerik. Kemudian persamaan numerik ini digunakan untuk menghitung solusi gerak menggunakan fungsi odeint. Kemudian dihitung energi total sistem dengan menggunakan fungsi `get_energy(w)`. Selanjutnya dibuat plot grafik dan animasi gerak double pendulum untuk memvisualisasikan gerakan double pendulum.

### 3. Analisis grafik dan animasi double pendulum!

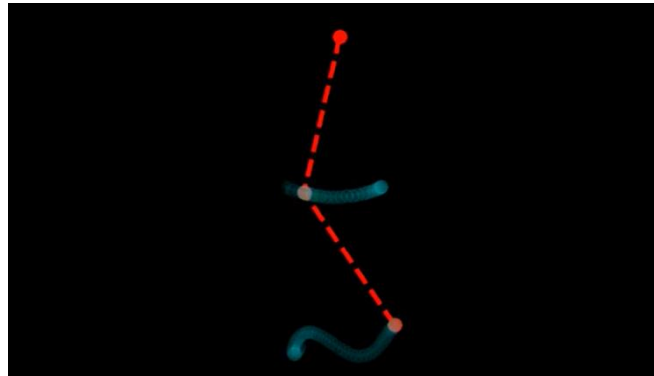
Grafik 1 (Grafik perubahan posisi sudut pendulum 1)



Grafik 2 (Grafik energi total sistem terhadap frekuensi)



## Animasi gerak double pendulum



### Analisis:

- Grafik pertama merupakan grafik perubahan sudut bandul pertama terhadap waktu. Grafik ini menghasilkan osilasi atau gerakan bolak-balik dari pendulum pertama. Pada kondisi awal pendulum bergerak secara teratur, namun seiring waktu pendulum pertama bergerak menjadi tidak beraturan yang ditunjukkan pada plot grafik. Hal ini disebabkan karena double pendulum memiliki pergerakan yang chaotic atau tidak beraturan.
- Grafik kedua merupakan grafik energi total sistem terhadap frekuensi. Grafik ini menghasilkan beberapa puncak dan lembah, yang menandakan bahwa energi pada sistem berubah tergantung pada nilai frekuensi. Puncak-puncak tersebut menunjukkan nilai frekuensi di mana energi sistem mencapai maksimum, yaitu saat sistem beresonansi pada resonansi tertentu.
- Animasi gerak double pendulum yang dihasilkan memperlihatkan gerakan double pendulum dalam ruang 2 dimensi. Dalam animasi ini, kedua pendulum bergerak dalam pola yang tampak acak dan kompleks. Pada awalnya, gerakan pendulum terlihat relatif teratur, namun seiring waktu kedua pendulum mulai bergerak secara tidak teratur. Pada animasi gerak ini juga disertai seperti jejak yang menunjukkan posisi pendulum selama beberapa waktu sebelumnya, sehingga kita dapat melihat pola-pola gerakan yang dihasilkan.