Praktikum Fisika Komputasi

Modul 8 Double Pendulum

Mochamad Zakiyal Huda 1227030021

* **Analisis**

Kode program ini mensimulasikan gerakan double pendulum dan menghasilkan grafik serta animasi untuk memvisualisasikannya. Grafik pertama menunjukkan perubahan sudut pendulum pertama terhadap waktu, menggambarkan osilasi pendulum. Grafik kedua menunjukkan hubungan antara frekuensi osilasi dan energi sistem, di mana puncak pada grafik menunjukkan frekuensi resonansi, yaitu frekuensi di mana energi sistem maksimum.

Animasi dibuat dengan fungsi animate(i) yang mengupdate posisi pendulum pada setiap frame, menggambar batang, massa, dan jejak gerakan pendulum. Fungsi animation.FuncAnimation kemudian menciptakan animasi dengan memanggil animate(i) berulang kali, menghasilkan representasi visual dari gerakan pendulum double.

Dengan menggabungkan grafik dan animasi, kode Anda memberikan visualisasi yang komprehensif tentang gerakan double pendulum. Grafik sudut terhadap waktu menunjukkan osilasi pendulum, sedangkan grafik energi terhadap frekuensi menunjukkan frekuensi resonansi sistem. Animasi melengkapi analisis ini dengan memberikan representasi visual dari gerakan pendulum, termasuk jejak gerakannya. Secara keseluruhan, analisis ini membantu dalam memahami perilaku kompleks dari double pendulum.

* **Algoritma**

Algoritma yang digunakan dalam kode program ini bertujuan untuk mensimulasikan gerakan pendulum ganda dan menganalisis energi sistem secara komprehensif. Proses dimulai dengan tahap \*inisialisasi dan definisi\*, di mana pustaka-pustaka yang diperlukan seperti NumPy, SymPy, SciPy, dan Matplotlib diimpor. Selanjutnya, dilakukan pendefinisian simbol-simbol variabel untuk berbagai parameter sistem pendulum, seperti waktu, massa, panjang pendulum, gravitasi, dan frekuensi osilasi. Selain itu, fungsi untuk menghitung posisi (x1, y1, x2, y2), kecepatan, dan energi pendulum juga didefinisikan dalam langkah ini.

Pada \*pemodelan matematis\*, energi kinetik (T) dan energi potensial (V) dari pendulum ganda dihitung terlebih dahulu. Lagrangian (L) kemudian didefinisikan sebagai selisih antara energi kinetik dan energi potensial, yaitu \(L = T - V\). Dengan menggunakan persamaan Lagrange, diperoleh persamaan gerak yang menggambarkan dinamika pendulum ganda. Persamaan tersebut kemudian diselesaikan untuk mendapatkan percepatan sudut (\(\theta\_1''\) dan \(\theta\_2''\)).

Pada \*penyelesaian numerik\*, fungsi `dSdt` didefinisikan untuk menghitung turunan dari vektor keadaan \(S\) (yang terdiri dari sudut dan kecepatan sudut: \(\theta\_1\), \(\dot{\theta\_1}\), \(\theta\_2\), dan \(\dot{\theta\_2}\)) terhadap waktu. Fungsi `odeint` dari SciPy digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial yang dihasilkan dari persamaan Lagrange. Hasilnya adalah solusi numerik yang memberikan nilai sudut dan kecepatan sudut pendulum ganda sebagai fungsi waktu.

Pada \*analisis energi dan simulasi\*, fungsi `get\_energy` digunakan untuk menghitung energi total sistem pendulum ganda pada setiap titik waktu. Energi ini dihitung untuk berbagai nilai frekuensi osilasi dan divisualisasikan dalam bentuk plot. Simulasi gerakan pendulum ganda kemudian dilakukan dengan menggunakan solusi numerik yang telah diperoleh, di mana koordinat pendulum dihitung pada setiap titik waktu, yaitu \(x\_0, y\_0, x\_1, y\_1, x\_2, y\_2\).

Tahap terakhir adalah \*visualisasi\*, di mana animasi gerakan pendulum ganda dibuat menggunakan Matplotlib. Animasi ini menampilkan gerakan dinamis pendulum ganda berdasarkan hasil simulasi, dan akhirnya, animasi tersebut ditampilkan dalam notebook untuk memudahkan pemahaman visual terhadap gerakan dan perubahan energi sistem.

Secara keseluruhan, kode program ini memanfaatkan pendekatan Lagrangian untuk memodelkan gerakan pendulum ganda, menyelesaikan persamaan gerak secara numerik, menganalisis energi sistem, dan akhirnya menyajikan hasilnya dalam bentuk visualisasi animasi yang menarik dan informatif.