

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyederhanaan yang sering diterapkan dalam kehidupan sehari – hari berupa penyederhanaan dari pengembangan teori model matematika. Pemodelan matematika salah satunya pada persamaan diferensial yang menjadi fungsi untuk menyederhanakan suatu permasalahan agar lebih mudah dipahami dan efisien. Dalam suatu fenomena yang semakin kompleks maka perlu adanya metode penyelesaian agar dapat terselesaikan. Maka dari itu konstruksi dalam penelitian ini akan melakukan penyederhanaan suatu model persamaan diferensial linear dan non linear secara komputasi dengan metode Runge-Kutta orde empat berbasis pemrograman Matlab pada fisika mekanika diantaranya persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam (Nubatonis, 2021).

Hukum Stokes merupakan persamaan bola jatuh kedalam fluida. Hukum Stokes terjadi karena adanya Gaya gesek antara permukaan benda padat yang bergerak dengan fluida dan sebanding dengan suatu kecepatan relatif gerak benda tersebut pada fluida. Prinsip hukum Stokes berdasarkan metode bola jatuh apabila terdapat sebuah benda melaju dalam suatu fluida, maka benda akan mengalami gaya hambat yang merupakan gaya gesek yang nilainya sebanding dengan koefisien viskositas fluida (Sukardjo, 2004). Misalnya apabila sebuah bola dijatuhkan kedalam kolam renang dengan air yang cukup dalam mula-mula kelereng terlihat bergerak dengan cepat, tetapi setelah menempuh jarak jauh dalam waktu beberapa saat, kelereng terlihat bergerak dengan kecepatan konstan. Fenomena ini dipengaruhi karena ada Gaya didalamnya, selain gaya berat dan gaya apung maka gaya gesek juga bekerja pada kelereng tersebut yang disebabkan oleh kekentalan fluida yang membuat suatu gerakan semakin lama terlihat bergerak dengan kecepatan konstan, (Sears, 1984).

Kemudian getaran pada pegas sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya ketika kita berjalan saja terjadi getaran antara badan dengan tanah begitu juga dengan suspensi sepeda motor dan getaran pada sinar gitar yang dipetik.

Berdasarkan contoh getaran tersebut terdapat Gaya yang mempengaruhinya yaitu Gaya gravitasi bumi, Gaya tarik pegas dan gaya gesek (Dafik, 1999).

Getaran pada pegas dapat dibedakan menjadi gerak harmonik sederhana dan gerak harmonik teredam. Gerak harmonik sederhana adalah getaran benda yang terjadi terus menerus tanpa ada faktor hambatan atau redaman lainnya. Sedangkan getaran pada benda yang terjadi secara terus menerus karena terdapat faktor hambatan atau redaman berupa Gaya gesek dan faktor lainnya sehingga menyebabkan getaran semakin perlahan-lahan berkurang terhadap waktu dan akhirnya berhenti maka biasanya disebut dengan gerak harmonik teredam (Giancoli, 2005).

Getaran pegas teredam dengan fenomena pada getaran pegas banyak dikaji oleh para peneliti. Berbagai macam model matematik dikonstruksi untuk menggambarkan suatu sifat fisis dari getaran tersebut. Osilasi merupakan suatu sifat getaran yang menarik dikaji, karena osilasi akan terjadi apabila saat sistem kesetimbangan suatu getaran diganggu sehingga menimbulkan getaran periodik. Suatu Persamaan yang menjelaskan Gaya pada pegas dengan peredam dan osilasi melibatkan massa beban  $m$ , konstanta redaman  $b$  dan  $k$  adalah koefisien pegas (Wijayanto, 2009).

Persamaan mekanika pada kasus hukum Stokes dan getaran pegas teredam dinyatakan dalam bentuk model persamaan diferensial yang akan diselesaikan secara numerik. Persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam. Setiap model persamaan diferensial dalam bentuk linear dan non linear. Nirmala (2007) menyatakan bahwa persamaan diferensial linear dapat dicari secara analitik dengan beberapa metode sederhana. Sedangkan persamaan diferensial non linear tidak dapat diselesaikan dengan metode analitik untuk mendapatkan hasil penyelesaian *exact solution*, karena persamaan diferensial non linear dengan sistem yang terlalu rumit tidak seperti persamaan diferensial linear biasa. Berikut merupakan alasan persamaan diferensial non linear pada umumnya diselesaikan dengan metode numerik. Sehingga pada penelitian ini dilakukan penyelesaian persamaan diferensial dalam bentuk linear dan non linear.

Terdapat beberapa metode numerik untuk menyelesaikan persamaan diferensial secara komputasi diantaranya adalah metode Euler, metode Heun, metode Runge-Kutta. Tetapi metode Runge-Kutta sendiri menjadi metode pilihan yang akan digunakan pada penelitian ini karena Runge-Kutta memiliki banyak model yang mempunyai nilai koreksi error/galat paling kecil yang sudah diuji keakuratannya dengan koreksi error orde  $h$  pangkat lima dimana  $h$  merupakan panjang langkah solusi dengan nilai  $h=0,01$  (Firdaus, 2014).

Metode Runge-Kutta orde 4 yang akan digunakan untuk menyelesaikan persamaan pada penelitian ini. Berdasarkan ekspansi deret Taylor, metode Runge-Kutta orde 4 memiliki galat pemotongan yang kecil sehingga menghasilkan solusi yang baik. Ketelitian solusi suatu metode numerik pada umumnya bergantung dengan ukuran langkah yang digunakan. Semakin kecil ukuran langkah yang digunakan maka akan diperoleh solusi yang semakin baik (Huzaimah, 2016).

Beberapa penelitian terdahulu terkait hukum Stokes dan getaran pegas teredam yang telah dilakukan dengan menggunakan Runge-Kutta salah satunya, Pada penelitian Gulita (2016) bahwa pemograman Matlab menggunakan metode Runge-Kutta orde 4 sebagai metode iterative untuk menemukan perkiraan solusi persamaan diferensial biasa dalam pemecahan masalah viskositas dalam kecepatan bola secara umum. Pada penelitian Hanifah (2013) dapat disimpulkan bahwasannya waktu komputasi yang dibutuhkan lebih cepat untuk menyelesaikan getaran pegas teredam dan Runge-Kutta orde empat lebih baik berdasarkan error yang dihasilkan lebih kecil. Kemudian pada tahun (2016) Huzaimah mengkaji persamaan getaran pegas teredam menggunakan metode analitik dan Runge-Kutta, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Runge-Kutta orde empat merupakan metode pendekatan yang baik untuk menyelesaikan persamaan getaran oegas teredam karena error yang dihasilkan lebih kecil.

Berdasarkan dari tiga literature penelitian terdahulu menjelaskan bahwa ketiga peneliti tersebut menyelesaikan suatu model persamaan diferensial biasa berupa orde satu pada kasus hukum Stokes dan orde dua pada getaran pegas teredam yang diselesaikan secara numerik Runge-Kutta orde empat dengan program komputer Matlab. Maka dari itu penelitian kali ini akan menyelesaikan

model persamaan diferensial bentuk non linear pada kasus fisika mekanika secara numerik menggunakan Runge-Kutta orde empat dengan program komputer Matlab.

Kemudian setelah melakukan penyelesaian setiap model persamaan, akan dilakukan suatu evaluasi validitas, kepraktisan dan keefektifan program yang dirancang. Dewi (2018) menjelaskan bahwa validitas merupakan ketepatan maupun kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan pengukuran, dengan arti lain adanya kesesuaian antara alat ukur dengan fungsi dan sasaran pengukuran, sehingga pada penelitian ini validitas dengan melihat berdasarkan dari kesesuaian suatu bentuk pola grafik yang menjadi sasaran pengukuran berasal dari output program dengan kesesuaian pola grafik sesuai teoretik pada penelitian sebelumnya getaran pegas teredam yaitu Faridah (2016) dan hukum Stokes yaitu Rahmayanti (2011).

Sedangkan evaluasi kepraktisan berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) dapat diartikan suatu yang bersifat praktis, mudah dan efisien. Arikunto (2010) mengartikan bahwa kepraktisan dalam evaluasi pendidikan merupakan suatu kemudahan yang ada pada instrument dalam mempersiapkan, menggunakan dan memperoleh hasil. Sehingga pada penelitian ini dilakukan evaluasi kepraktisan berdasarkan dari kemudahan suatu program yang digunakan dalam memperoleh hasil penyelesaian secara komputasi melalui menu pilihan yang dirancang yang program.

Kemudian evaluasi keefektifan yang berasal dari kata efektif yang dapat diartikan dengan suatu keberhasilan dari hasil yang diperoleh berdasarkan pencapaian tujuan yang diinginkan. Sehingga pada penelitian ini dilakukan evaluasi keefektifan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan untuk mencapai hasil yang sesungguhnya (Gedeian dkk, 1999).

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, pada penelitian ini akan melakukan penyelesaian model persamaan diferensial linear dan non linear orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial linear dan non linear orde dua pada getaran pegas teredam. Kemudian dilakukan evaluasi validitas dan kepraktisan serta keefektifan program komputer yang dirancang pada penyelesaian setiap model persamaan diferensial tersebut. Dengan demikian pada penelitian skripsi kali ini diambil judul berupa “Program Komputer Untuk Komputasi Model Persamaan Diferensial Non Linear dalam Fisika Mekanika”.

## 1.2. Identifikasi Masalah

1. Banyak ditemukan model persamaan diferensial dalam fisika mekanika yang sulit diselesaikan secara analitik.
2. Persamaan diferensial yang umum digunakan dalam mekanika adalah persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam. Dalam penelitian ini penyelesaian secara komputasi akan dilakukan untuk menganalisis model non linear pada hukum Stokes dengan gaya gesek  $Kv^2$  dan  $Kv^3$ , sedangkan untuk getaran pegas teredam model non linear yang akan dianalisis untuk Gaya elastisitas non analitik  $kx^2$  dan  $kx^3$ .
3. Program komputer yang khusus untuk menyelesaikan model persamaan diferensial dalam fisika mekanika masih belum banyak tersedia, sehingga diperlukan dalam penyusunan program komputer untuk membantu analisis karakteristik persamaan mekanika getaran pegas teredam dan hukum stokes dengan solusi numerik.

## 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diungkapkan sebelumnya, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana bentuk program komputer yang dirancang dengan Matlab sehingga program dapat dikatakan valid dalam menyelesaikan model persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam.
2. Bagaimana tingkat kepraktisan program yang dirancang pada Matlab agar lebih mudah dalam penyelesaian model persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam.
3. Bagaimana tingkat keefektifan program yang dirancang dengan Matlab dalam penyelesaian model persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam.

### 3.1. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis terfokus pada pembahasan dengan beberapa batasan masalah agar tidak terlalu luas, maka batasan masalah pada penelitian yaitu:

1. Penyelesaian persamaan diferensial orde satu pada Hukum Stokes dengan Gaya gesek non linear  $Kv^2$  dan  $Kv^3$ .
2. Penyelesaian persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam dengan Gaya elastisitas non linear  $kx^2$  dan  $kx^3$ .
3. Persamaan diferensial diselesaikan menggunakan metode Runge-Kutta orde empat dengan program Matlab.

### 3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada hakekatnya mengungkapkan yang akan dicapai oleh peneliti berdasarkan rumusan masalah yang ada. Maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi validitas program komputer yang dirancang dalam penyelesaian secara komputasi model persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam.
2. Mengevaluasi kepraktisan program yang dirancang dalam penyelesaian secara komputasi dari model persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan model persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam.
3. Mengevaluasi keefektivan program yang dirancang dalam melakukan penyelesaian model persamaan diferensial orde satu pada hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran pegas teredam.

### 3.2. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat pemahaman kepada penulis dan pembaca berupa:

1. Membantu penyelesaian model persamaan diferensial fisika mekanika pada a. Getaran pegas teredam, b. Hukum stokes secara komputasi dengan program berbasis Matlab menggunakan pendekatan numerik melalui program komputasi.



2. Membantu dalam menganalisis karakteristik persamaan mekanika yang meliputi topik bahasan getaran pegas teredam dan hukum stokes.
3. Memperkaya program komputer yang sudah ada dalam model persamaan diferensial khusus pada permasalahan fisika mekanika.

### 3.3. Definisi Operasional

#### 1. Komputasi

Komputasi dapat diartikan cara untuk menemukan pemecahan masalah berdasarkan data input yang menggunakan suatu algoritma. Pada penelitian ini Komputasi diartikan sebagai cara untuk mempermudah dalam menyelesaikan solusi numerik dari model setiap persamaan mekanika dengan metode Runge-Kutta orde empat.

#### 2. Validitas

Validitas berasal dari kata *validity* berarti suatu kesesuaian suatu alat dalam melakukan fungsi alat ukur nya. Pada penelitian ini validitas yang dimaksud merupakan suatu uji tingkat ketepatan dan kesesuaian berdasarkan hasil output program dari penyelesaian numerik dengan hasil perhitungan yang sesuai teoretik. Sehingga validitas program pada penelitian ini menjelaskan pemakaian program yang dirancang menyelesaikan persamaan diferensial orde satu pada Hukum Stokes dan persamaan diferensial orde dua pada getaran teredam. Kemudian hasil percobaan secara komputasi yang dilakukan menggunakan program dilihat kesesuaian dengan perhitungan secara teori.

#### 3. Kepraktisan

Kepraktisan berasal dari kata praktis yang memiliki arti mudah. Sehingga kepraktisan yang dimaksud pada penelitian ini adalah kepraktisan berupa program yang dirancang untuk menyelesaikan persamaan diferensial non linear dalam fisika mekanika. Sehingga kepraktisan program yang dirancang berdasarkan kemudahan suatu program sehingga dapat digunakan peneliti dengan mudah melalui tahap input data yang mudah, eksekusi mudah, dan pilihan menu dapat dipilih dengan mudah melalui menu looping pada program yang dirancang.

#### 4. Keefektifan

Keefektifan berasal dari kata efektif yang memiliki arti keberhasilan maupun kesesuaian. Sehingga kata keefektifan pada penelitian ini berdasarkan dari program yang dirancang. Sehingga dapat dikatakan program yang efektif apabila program dapat menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini secara benar dan sesuai dengan tujuan yang ditentukan yaitu penyelesaian model persamaan diferensial orde satu pada Hukum Stokes dan Persamaan Diferensial orde dua pada getaran teredam. Ketika program dapat mencapai hasil dengan kesesuaian tujuan pada penelitian ini, maka dikatakan program yang dirancang adalah efektif.

