BAB I

PENDAHULUAN

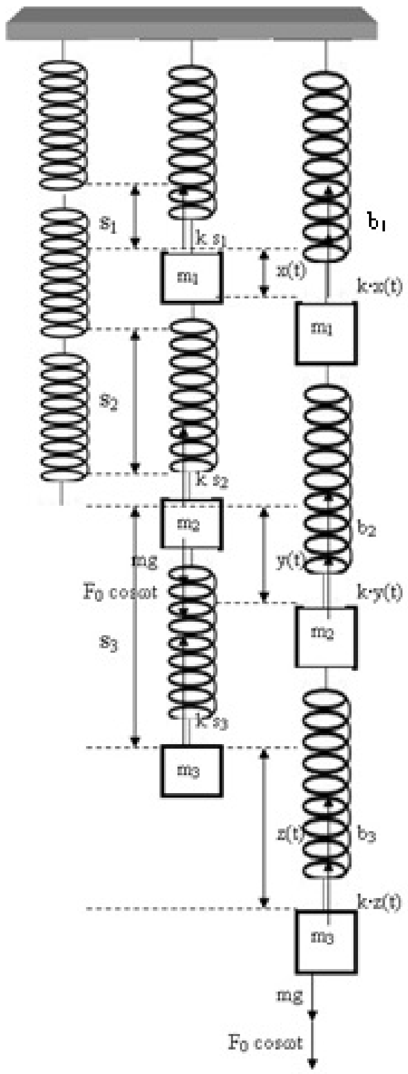
1.1 Latar Belakang Masalah

Bidang kendali sangat banyak sistemnya, ada sistem elektronika, sistem fluida, sistem termal, sistem mekanika, sistem pegas massa dan lain-lain. Sistem pegas massa merupakan teknologi terapan dari ilmu Fisika. Pada sistem pegas massa, salah satu ujungnya menempel pada suatu permukaan secara vertikal, kemudian ujung sebagiannya lagi diberi beban berupa massa.

Dalam kasus ini, pegas yang disusun sebanyak 3 buah secara seri. Massa yang diberikan ada 3 buah, yakni m_1, m_2, dan m_3. Massa-massa ini terletak pada setiap ujung masing-masing pegas.

Solusi masalah nilai awal pada sistem pegas massa adalah posisi massa pada saat t. Solusi yang akan dicari hasilnya ada 2 kemungkinan, yaitu solusi eksak dan solusi numerik. Solusi numerik akan dilakukan apabila tidak diperoleh solusi eksaknya. Cara memperolehnya dengan menggunakan metode iteratif pada metode numerik, misalnya metode *Newton Rhapson*, metode Trapezoida, dan lain-lain. Namun, hasil dari metode ini tidak mengharapkan agar solusi menjadi tepat pada hasil eksak, melainkan dengan cara dimulai dari tebakan awal hingga hampirannya konvergen atau mendekati solusi eksaknya.

Akan tetapi, apabila hasil dari solusi masalah nilai awalnya adalah konvergen atau mendekati solusi eksaknya, maka tidak perlu lagi dengan cara pendekatan metode numerik. Cukuplah dengan cara analitis saja, misalnya dengan Transformasi Z, Transformasi *Fourier*, atau salah satu Transformasi yang digunakan pada skripsi ini, yaitu Transformasi *Laplace*.



Gambar 1.1: Sistem Pegas Massa Gandeng Vertikal

Untuk itu, membuat model Matematika terlebih dahulu adalah langkah pertama yang harus dilakukan. Memodelkan ke dalam bahasa Matematika adalah penyelesaian masalah nyata dengan cara menyederhanakan masalah dengan menggunakan asumsi-asumsi. Tujuan dari memodelkan dalam bahasa Matematika adalah untuk memberikan gambaran mengenai keadaan, sifat maupun perilaku objek agar lebih mudah dipelajari, dan dimanipulasi lebih lanjut (Arifin, 2013). Berikut ini adalah bagan alir pemodelan Matematika.

Gambar 1.2: Bagan Alir Pemodelan Matematika

Melalui variabel yang kita tentukan untuk tiap komponen dalam sistem pegas massa tersebut, akan memudahkan kita dalam menyusun model matematikanya dalam bentuk persamaan differensial orde dua. Selanjutnya, akan dicari solusi nilai awalnya dengan metode Transformasi *Laplace*. Transformasi *Laplace* adalah metode yang mengganti persamaan differensial linier koefisien konstan dalam domain t dengan persamaan aljabar yang lebih sederhana dalam domain s (Nagle, 2003).

Tujuan penggunaan Transformasi *Laplace* adalah untuk memecahkan solusi masalah nilai awal, terutama dalam masalah di bidang Fisika. Tabel transformasi *Laplace* juga tersedia untuk mempermudah kita dalam menghitung dan memroses pemecahan masalah dalam pemodelan Matematika terhadap sistem pegas massa.

Transformasi *Laplace* merupakan media penyederhanaan perhitungan yang sangat penting, terutama berguna dalam bidang teknik kendali, seperti sistem pegas massa dalam tulisan ini. Dengan proses Transformasi *Laplace*, kita bisa menyederhanakan perhitungan suatu persamaan Matematika yang mengandung operasi turunan/differensial menjadi persamaan yang berisi perkalian atau pembagian biasa. Persamaan kalkulus yang rumit tersebut bisa ditransformasikan atau diubah menjadi persamaan aljabar biasa. Pencarian solusi masalah nilai awal ini juga akan dilakukan simulasinya dengan menggunakan *software Maple* (Raharjo, 2015).

Setelah memperoleh solusi masalah nilai awal, akan dilihat bagaimana perilaku getaran model pegas dengan melakukan simulasi grafik osilasi, yang solusi umumnya memiliki bentuk fungsi *sinus* atau *cosinus* atau jumlah dari keduanya. Dalam sistem pegas massa, persamaan seperti ini disebut Persamaan Osilasi atau Persamaan Getaran berdasarkan kecepatan sudut dikali waktu.

Dalam skripsi ini, penulis akan membahas tentang penerapan Transformasi *Laplace* pada sistem pegas massa untuk memperoleh solusi masalah nilai awal dengan gaya luar dan tak ada peredaman. Dengan penulisan materi ini diharapkan dapat memberikan masukkan dan mendorong pembaca untuk mencetuskan ide pengembangan lebih lanjut terhadap perkembangan teknologi dan industri saat ini. Tujuan skripsi ini tentu saja untuk melihat seberapa efektif sistem pegas 3 gandeng melalui simulasi grafik berdasarkan besar simpangan terhadap titik setimbang dengan asumsi yang berbeda-beda, dan membandingkan ketiga model pegas, manakah yang paling efektif.

Studi kasus ini sebelumnya dilakukan oleh Munawaroh (2014), namun sistem osilasi berderajat dua atau menggunakan pegas sebanyak 2 buah dan menggunakan peredam. Selain itu, studi kasus ini juga dilakukan oleh Arifin (2013) dengan metode *Laplace* Matriks dan menggunakan asumsi bahwa terdapat peredam. Dengan adanya peredam akan membuat persamaan pegas menjadi sedikit lebih rumit, dan tanpa pertimbangan berat dari pegas, sehingga apabila diabaikan akan kurang menggambarkan osilasi yang sebenarnya ketika dilakukan simulasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis membahas mengenai solusi masalah nilai awal pada sistem pegas dengan perbedaan nilai massa dan konstanta, tanpa peredam.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model untuk sistem pegas massa gandeng vertikal?
2. Bagaimana cara memperoleh solusi masalah nilai awal untuk persamaan sistem pegas massa gandeng vertikal dengan metode Transformasi *Laplace*?
3. Bagaimana perilaku getaran dan efektifitas pada sistem pegas massa gandeng vertikal?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penulisan ini adalah:

1. Pegas tersusun secara seri sebanyak 3 buah dan vertikal.
2. Berat pegas masuk ke dalam penghitungan.
3. Data yang digunakan adalah data dari salah satu laporan hasil praktikum salah satu laman internet dikarenakan adanya kendala penulis dalam melakukan praktik sendiri akibat keterbatasan pada alat praktikum, dan data praktikum digunakan karena sudah teruji secara ilmu fisis.
4. Tidak ada peredam atau koefisien peredam ketiga pegas sama dengan nol ($b_1 = b_2 = b_3 = 0$)
5. Asumsi yang digunakan untuk ketiga massa dan konstanta ketiga pegas ada 3 jenis, sehingga model yang terbentuk nanti ada 3 buah. Asumsi-asumsinya sebagai berikut:

(a) Diasumsikan ketiga massa pada tiap pegas berbeda-beda ($m_1 \neq m_2 \neq m_3$) dan konstanta ketiga pegas adalah sama ($k_1 = k_2 = k_3 = k$).

(b) Diasumsikan ketiga massa pada tiap pegas adalah sama ($m_1 = m_2 = m_3 = m$) dan konstanta ketiga pegas berbeda-beda ($k_1 \neq k_2 \neq k_3$).

(c) Diasumsikan ketiga massa pada tiap pegas berbeda-beda ($m_1 \neq m_2 \neq m_3$) dan konstanta ketiga pegas juga berbeda-beda ($k_1 \neq k_2 \neq k_3$).

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dalam penulisan ini adalah:

1. Membentuk model untuk sistem pegas massa gandeng vertikal dengan asumsi yang berbeda-beda terhadap nilai massa dan konstanta pegas.
2. Menerapkan metode Transformasi *Laplace* pada ketiga model sistem pegas massa gandeng vertikal dan mencari solusi masalah nilai awalnya.
3. Memeriksa perilaku getaran pegas dari ketiga model melalui simulasi grafik.
4. Melihat seberapa keefektifitasan ketiga model pegas dan membandingkan ketiga model pegas berdasarkan tingkat keefektifitasannya.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari skripsi ini adalah:

1. Memperoleh solusi masalah nilai awal dengan digunakannya metode Transformasi *Laplace* dan mengetahui bagaimana jenis-jenis getaran dari ketiga model pegas.

2. Memberikan wawasan mengenai metode Transformasi *Laplace* dan solusi masalah nilai awal dari Pemodelan Sistem Pegas.

3. Menginspirasi pembaca untuk dapat mengembangkan lagi penyelesaian sistem pegas massa dalam bentuk persamaan differensial ke metode lain sehingga dapat berguna juga untuk perkembangan teknologi industri.

1.6 Metode Penelitian

Skripsi ini merupakan kajian teori dalam bidang Pemodelan Matematika yang didasarkan pada buku-buku dan jurnal-jurnal tentang Teori Pemodelan Matematika terhadap Sistem Pegas Massa dan Transformasi *Laplace*. Untuk teori mengenai pemodelan Matematika terhadap sistem pegas massa dan Transformasi *Laplace*, penulis tidak menjelaskan secara keseluruhan dan secara rinci. Oleh karena itu, bukti lengkapnya dapat dilihat pada literatur utama yang digunakan penulis, yaitu *Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems* dengan penulis *R. Kent Nagle*, *Edward B. Saff*, dan *David Snider* edisi ke-6 terbitan tahun 2003, Munawaroh (2014) dalam jurnal matematika UNNES, *Analyzing Spring-mass System with Laplace Transform* oleh Rudnick (2012) , dan *Laplace Transform: Theory, Problems, and Solution* oleh Finan (2013).