

Aplikasi program Fortran 95 Pada Dinamika Sistem Massa Dan Pegas Dengan Menggunakan Nilai Eigen Dan Vektor Eigen

Fakhri Abdullah Rosyid, Imas Ratna E., dan Mami Susilowati

Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka, Jakarta

E-mail: fakhriabdullahrosyid@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan program Fortran 95 pada dinamika sistem massa dan pegas dengan menggunakan nilai eigen dan vector eigen. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Berdasarkan hasil data penelitian, menggunakan dua massa yang berbeda yaitu 10 gram dan 20 gram. Dari dua massa tersebut, gantungkan pada sebuah pegas dan diperoleh perubahan panjang pada pegas, konstanta pegas dan gaya pemulihnya serta nilai eigen dan vektor eigen yang dihitung secara manual. Dari penelitian ini besarnya nilai gaya pemulih (F) berbanding lurus dengan besarnya massa benda dan berbanding terbalik dengan besarnya konstanta pegas. Semakin besar massa benda yang diberikan, maka semakin besar nilai gaya pemulih yang bekerja pada pegas. Begitupun sebaliknya, semakin besar massa benda yang diberikan, maka semakin kecil besarnya nilai konstanta pegas. Sedangkan pada implementasi program Fortran 95 yang kami lakukan, terdapat kesesuaian antara perhitungan kami secara manual dan perhitungan yang kami lakukan secara komputasi.

1. Pendahuluan

Di dalam berbagai permasalahan fisika, matematika memegang peranan yang sangat penting. Banyak permasalahan fisika yang harus diselesaikan dengan menggunakan model matematika. Salah satu model matematika yang cukup penting adalah vector khususnya nilai dan vector eigen. Permasalahan fisika yang mencoba menggambarkan keadaan kehidupan nyata. Banyak hukum-hukum alam dan hipotesa-hipotesa yang dapat diterjemahkan ke dalam persamaan yang mengandung persamaan diferensial. Sebagai contoh, turunan-turunan dalam fisika muncul sebagai kecepatan dan percepatan, dalam geometri sebagai kemiringan.[1]

Media pembelajaran adalah salah satu komponen pendukung keberhasilan proses pembelajaran[2]. Perkembangan teknologi yang semakin pesat dan terus berkembang tidak dapat dipungkiri keberadaannya dan tentunya semakin membuat kita terpacu untuk berpikir lebih maju. Salah satu diantaranya adalah komputer yang digunakan dalam media pembelajaran. Penggunaan komputer dalam proses belajar dan mengajar merupakan pengaplikasian teknologi dalam bidang pendidikan.[2] Pembelajaran merupakan proses terjadinya interaksi antara peserta didik dengan sumber belajar, namun proses pembelajaran yang berlangsung kenyataannya sebagian besar masih berpusat pada pengajar, di mana proses pembelajaran yang berkualitas idealnya adalah pembelajaran yang dapat membantu dan memfasilitasi pembelajar untuk mengembangkan potensi dirinya secara

optimal, serta mampu mencapai tujuan yang ditetapkan secara efektif, dengan berorientasi pada minat, kebutuhan, dan kemampuan pebelajar.[3]

Pada dasarnya teknologi dapat menunjang proses pencapaian tujuan pendidikan. Namun sampai saat ini, komputer sebagai produk teknologi kurang dimanfaatkan secara optimal dalam bidang pendidikan. Untuk itu, kami berupaya untuk memanfaatkan teknologi sebagai sarana pendukung pendidikan dengan mengaplikasikan program software Fortran 95 sebagai tindak lanjut dari proses pembelajaran matakuliah Fisika Komputasi. Dalam pemanfaatan komputer dalam fisika kita memberikan perintah kepada komputer untuk melakukan apa yang kita inginkan dengan menggunakan bahasa yang dapat dimengerti oleh kita dan komputer. Seperti halnya bahasa manusia keinginan berkomunikasi itu kemudian memunculkan aneka warna bahasa pemrograman. Dengan adanya banyak alternatif itu maka kita harus menentukan pilihan bahasa pemrograman apa yang akan kita gunakan dalam tugas mulia kita sebagai anggota masyarakat fisika, yaitu menjaga dan mengembangkan fisika sebagai salah satu pilar masyarakat.[4]

2. Landasan teori

2.1. Hooke dan Elastisitas

Hukum Hooke dan elastisitas merupakan dua istilah yang saling berkaitan. Elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awal setelah gaya pada benda tersebut dihilangkan.[5] Keadaan dimana suatu benda tidak dapat lagi kembali ke bentuk semula akibat gaya yang diberikan terhadap benda terlalu besar disebut sebagai batas elastis. Sedangkan hukum Hooke merupakan gagasan yang diperkenalkan oleh Robert Hooke yang menyelidiki hubungan antar gaya yang bekerja pada sebuah pegas atau benda elastis lainnya agar benda tersebut bisa kembali ke bentuk semula atau tidak melampaui batas elastisitasnya.

Bunyi Hukum Hooke ialah, “Jika gaya tarik yang diberikan pada sebuah pegas tidak melampaui batas elastis bahan maka pertambahan panjang pegas berbanding lurus atau sebanding dengan gaya tariknya.”[6] Jika gaya yang diberikan melampaui batas elastisitas, maka benda tidak dapat kembali ke bentuk semula dan apabila gaya yang diberikan jumlahnya terus bertambah maka benda dapat rusak. Dengan demikian, Hukum Hooke hanya berlaku dan bekerja hingga batas elastisitas dari suatu benda.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Hukum Hooke mengkaji jumlah gaya maksimum yang dapat diberikan pada sebuah benda yang sifatnya elastis (seringnya pegas) agar tidak melwati batas elastisnya dan menghilangkan sifat elastis benda tersebut.

Tegangan

Tegangan merupakan keadaan dimana sebuah benda mengalami pertambahan panjang ketika sebuah benda diberi gaya pada salah satu ujungnya sedangkan ujung lainnya ditahan. Fenomena ini menggambarkan suatu tegangan yang mana dalam fisika disimbolkan dengan σ dan secara matematis dapat ditulis seperti berikut ini.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

2.2. Regangan

Regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang kawat dalam x meter dengan panjang awal kawat dalam x meter. Hubungan ini secara matematis dapat dituliskan seperti dibawah ini.

$$e = \frac{\Delta L}{L_0}$$

2.3. Modulus elastisitas

Dalam fisika, modulus elastisitas disimbolkan dengan E. Modulus elastisitas menggambarkan perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami bahan. Dengan kata lain, modulus elastis sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik regangan.[7]

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

2.4. Mampatan

Mampatan merupakan suatu keadaan yang hampir serupa dengan regangan. Perbedaananya terletak pada arah perpindahan molekul benda setelah diberi gaya.[8] Berbeda halnya pada regangan dimana molekul benda akan terdorong keluar setelah diberi gaya. Pada mampatan, setelah diberi gaya, molekul benda akan terdorong ke dalam atau memampat.

2.5. Fortran 95

Formula Translation adalah bahasa pemrograman komputer tingkat tinggi yang langsung berorientasi pada permasalahan teknik,[8] dan umum dipakai oleh para sejak tahun 1950-an sampai sekarang. Fortran 95 merupakan versi Fortran terbaru dengan mengalami sedikit perbaikan kecil dari Fortran versi sebelumnya. Walaupun demikian, tetap ada beberapa kemampuan tambahan jika dibandingkan Fortran 90. [9]Jenis variabel yang sesuai dan nama variabel yang akan menangkap atau menyimpan sementara dalam memory komputer, misalnya variabel dengan jenis bilangan bulat dan diberi nama "A". Kalau tidak sesuai dengan "default" maka variabel tersebut harus didefinisikan terlebih dahulu dengan statement: INTEGER*2 A.[10]

2.6. Nilai eigen dan vektor eigen

Nilai Eigen (λ) adalah nilai karakteristik suatu matriks berukuran $n \times n$, sementara Vektor Eigen (x) adalah vektor kolom bukan nol yang bila dikalikan dengan suatu matriks berukuran $n \times n$ akan menghasilkan vektor lain yang memiliki nilai kelipatan dari vektor Eigen itu sendiri.[11] Definisi tersebut berlaku untuk matriks dengan elemen bilangan real dan akan mengalami pergeseran ketika elemen berupabilangan kompleks.

2.7. Persamaan dan polinomial karakteristik

Polynomial karakteristik $f(\lambda)$ adalah fungsi dengan variable λ yang membentuk persamaan karakteristik.[12] Persamaan karakteristik dapat diperoleh dengan cara:

$$A_z - \lambda_z = 0$$

Diketahui sifat identitas matriks, yaitu:

$$(A - \lambda I)z = 0$$

$$(A - \lambda I)x = 0$$

Sehingga diperoleh persamaan karakteristi

$$\det(A - \lambda) z = 0$$

3. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan.

3.1. Prosedur Penelitian

Terdapat beberapa prosedur penelitian yang perlu dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini, antara lain adalah sebagai berikut:

- Siapkan alat dan bahan

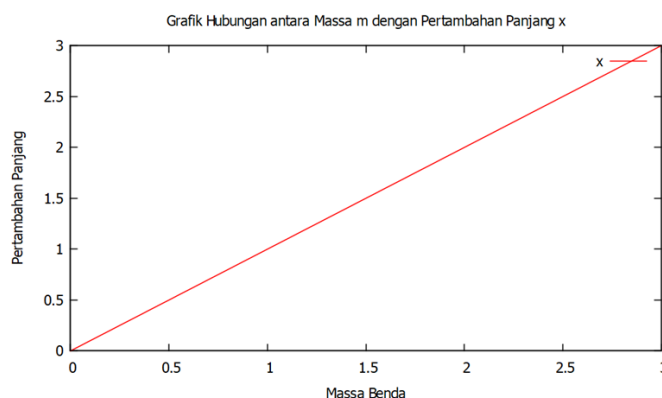
- Buatlah model kasus gerak osilator, kemudian menentukan masing-masing nilai massa beban (nilai tidak boleh menggunakan data acak namun perlu diperhitungkan sesuai dengan tingkat keakuratan data).
- Gantungkan seutas pegas dan penggaris pada tiang stand penjepit, dan ukurlah panjang pegas yang belum diberi beban sebagai panjang awal (X_0).
- Gantungkan beban yang telah diketahui massanya dan ukurlah panjang pegas yang telah diberi beban sebagai panjang akhir (X_n).
- Menghitung nilai konstanta pegas, frekuensi yang terjadi pada percobaan, dan mencari hubungan dengan periode secara manual.
- Setelah perhitungan secara manual dilakukan, maka substitusikan nilai massa dan konstanta pegas kemudian menghitungnya dan membuat model matriks sebagai langkah terakhir sebelum masuk dalam proses pembuatan program.
- Membuat pemrograman yang diperlukan dalam proses perhitungan menggunakan program Fortran 95
- Program pemrograman yang telah dibuat, selanjutnya me-running program tersebut dengan menginput semua elemen-elemen matriks yang pada akhirnya nilai dan vektor eigen diperoleh.
- Menyesuaikan perhitungan secara manual dan perhitungan secara komputasi yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan kesimpulan dari proses penelitian yang dilakukan.

4. Formatting the text

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan dan setelah dilakukan pengolahan data, maka diperoleh hasil penelitian seperti tertera pada table dibawah ini:

Tabel 1. Massa dengan Pertambahan panjang Pegas

No	m (gram)	Δx (cm)	K (N/m)	F (N)	λ	R
1	10	1.30	7.69	0.10	7.6800	3.170
						3.070
		1.35	7.41	0.10	0.0005	0.025
						6.920
2	20	2.80	7.14	0.20	7.1550	15.48
						15.45
		2.85	7.02	0.20	0.0150	0.030
						14.76



Gambar 1. Fungsi hubungan antara massa benda dengan pertambahan panjang pada pegas

Pada penelitian ini kami mencoba menentukan nilai konstanta dan gaya yang bekerja pada pegas serta mencari nilai eigen dan vector eigen dan mencari kesesuaian antara perhitungan secara manual dan perhitungan secara komputasi.

Pada pertambahan pegas yang pertama dengan beban 10 gram kami memperoleh nilai(Δx) sebesar 1,30 cm dan 1,35 cm, dan pada pertambahan pegas yang kedua dengan beban 20 gram kami memperoleh nilai(Δx) sebesar 2,80 cm dan 2,85 cm. Sebuah pegas yang pada salah satu ujungnya diikatkan sebuah beban, dapat dikatakan beban berada pada keadaan setimbang. Pada pegas bekerja gaya pemulih yang nilainya $F = - kx$. Gaya pemulih ini menyebabkan benda bergerak ke bawah dan melewati titik setimbangnya. Kondisi ini terus terjadi berulang-ulang secara periodik. Karena beban ini bergerak periodik disekitar titik setimbangnya, maka geraknya dapat kita golongkan sebagai gerak harmonik sederhana.

Pada perhitungan nilai konstanta pegas dan gaya yang bekerja pada pegas, kami menggunakan perhitungan nilai eigen dan vektor eigen. Dari perhitungan ini kami memperoleh nilai konstanta pegas sebesar 7,96 N/m dan nilai gaya pemulih sebesar 0,01 N pada massa 10 gram dan pada (Δx) 1,30 cm. Selain itu, pada massa 10 gram dan pada (Δx) 1,35 cm kami memperoleh nilai konstanta pegas sebesar 7,42 N/m dan besarnya gaya pemulih sebesar 0,01 N. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa besarnya gaya pemulih memiliki nilai yang sama besar, yaitu 0,01 N.

Sedangkan pada massa 20 gram dan pada (Δx) 2,80 cm kami memperoleh nilai konstanta pegas sebesar 7,14 N/m dan besarnya gaya pemulih sebesar 0,02 N. Selain itu, pada massa 20 gram dan pada (Δx) 2,85 cm kami memperoleh nilai konstanta pegas sebesar 7,02 N/m dan besarnya gaya pemulih sebesar 0,02 N. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa besarnya gaya pemulih memiliki nilai yang sama besar, yaitu 0,02 N.

Untuk nilai eigen kami memperoleh nilai λ sebesar 7,6800 dan 0,0005 pada massa 10 gram dan nilai λ sebesar 7,1550 dan 0,0150 pada massa 20 gram. Nilai eigen tersebut menggambarkan nilai amplitude yang terjadi pada ayunan pegas yang diberikan beban. Sedangkan besarnya vektor eigen adalah sebagai berikut, pada $\lambda = 7,6800$ diperoleh besarnya vektor eigen $\bar{R} = \begin{pmatrix} 3,170 \\ 3,070 \end{pmatrix}$, pada $\lambda = 0,0005$

diperoleh besarnya vektor eigen $\bar{R} = \begin{pmatrix} 0,025 \\ 6,920 \end{pmatrix}$, pada $\lambda = 7,1550$ diperoleh besarnya vektor eigen $\bar{R} = \begin{pmatrix} 15,48 \\ 15,45 \end{pmatrix}$, dan pada $\lambda = 0,0150$ diperoleh besarnya vektor eigen $\bar{R} = \begin{pmatrix} 0,030 \\ 14,17 \end{pmatrix}$.

Dari data di atas dapat kita ketahui bahwa besarnya nilai gaya pemulih (F) berbanding lurus dengan besarnya massa benda dan berbanding terbalik dengan besarnya konstanta pegas. Semakin besar massa benda yang diberikan, maka semakin besar nilai gaya pemulih yang bekerja pada pegas. Begitupun sebaliknya, semakin besar massa benda yang diberikan, maka semakin kecil besarnya nilai konstanta pegas. Sedangkan pada implementasi program Fortran 95 yang kami lakukan, terdapat kesesuaian antara perhitungan kami secara manual dan perhitungan yang kami lakukan secara komputasi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa besarnya nilai gaya pemulih (F) berbanding lurus dengan besarnya massa benda dan berbanding terbalik dengan besarnya konstanta pegas. Semakin besar massa benda yang diberikan, maka semakin besar nilai gaya pemulih yang bekerja pada pegas, begitupun sebaliknya. Sedangkan pada implementasi program software forttran yang kami lakukan, terdapat kesesuaian antara perhitungan kami secara manual dan perhitungan yang kami lakukan secara komputasi.

Dan untuk mengetahui hubungan antara konstanta pegas dan gaya pemulih tersebut, secara matematis dapat menggunakan perhitungan nilai eigen dan vektor eigen. Untuk nilai eigen kami memperoleh nilai λ sebesar 7,6800 dan 0,0005 pada massa 10 gram dan nilai λ sebesar 7,1550 dan 0,0150 pada massa 20 gram. Nilai eigen tersebut menggambarkan nilai amplitude yang terjadi pada ayunan pegas yang diberikan beban.

6. Daftar pustaka

- [1] Herdiana, Heris, 2002, Persamaan Diferensial, CV Pustaka Setia, Bandung.
- [2] Arsayd, Azhari. (2009). Media Pembelajaran. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada
- [3] Dwi Piyanto , "Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Komputer", INSANIA|Vol. 14|No. 1|Jan-Apr 2009|92-110
- [4] Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009
- [5] Budi Purwanto. FISIKA 2. PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri: Solo. 2012.
- [6] Giancoli, Duglas C. Fisika (Edisi Kelima). Jakarta: Erlangga. 2001.
- [7] Tipler, Paul A. Fisika untuk Sains dan Teknik, Jilid 2 (Edisi Ketiga). Jakarta: Erlangga. 2001
- [8] Hari Subagya. SAINS FISIKA. Bumi Aksara: Jakarta. 2013.
- [9] Djojodihardjo, H., Sudarmo, M.S., 1985, Pengantar Pemrograman Dengan Bahasa Fortran IV, Gramedia, Jakarta.
- [10] Adhiguna, K. Pujiyanta A. 2014. "Aplikasi Bantu Untuk Menentukan Nilai Eigen dan Vektor Eigen Berbasis Multimedia." Vol. 2, No. 1. Hal. 762-771
- [11] Said L, Muh. 2015. "Implementasi Program Software Matlab dalam Memecahkan Kasus Fisika: Dinamika Sistem Massa dan Pegas (Prinsip Nilai dan Vektor Eigen)." Jilid 11. No. 3. Hal. 251-258
- [12] Kenneth. 2012. Linear Algebra II: Spectral Theory And Abstrac Vector Spaces. Ventus Publishing Aps. ISBN 978-87-403-0241-7