

Media Pembelajaran Menggunakan Spreadsheet Excel Untuk Materi Osilasi Harmonik Teredam

Putri Sulistiyani Shanti Paramita¹, Pujayanto²

^{1,2}Prodi Pendidikan Fisika, Jurusan PMIPA,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta, Telp/Fax (0271) 648939
Email : pssparamita@gmail.com¹

Abstrak

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk membuat media pembelajaran berupa simulasi gerak osilasi harmonik sederhana dan osilasi harmonik teredam menggunakan program yang terkomputerisasi yaitu menggunakan spreadsheet Excel.

Osilasi harmonik merupakan fenomena fisis yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari – hari. Fenomena fisis tersebut dinyatakan dalam model matematis yaitu persamaan. Solusi persamaan osilasi harmonik yang berupa persamaan differensial dapat diselesaikan melalui pendekatan analitik. Kemampuan abstraksi suatu konsep dapat dilakukan melalui simulasi interaktif terkomputerisasi menggunakan program spreadsheet Excel berbantuan aplikasi *Visual Basic Application* (VBA).

Pembuatan media pembelajaran simulasi osilasi harmonik menggunakan spreadsheet Excel melalui beberapa tahapan antara lain : identifikasi kebutuhan, penentuan topik pelajaran, penentuan jenis atau golongan media pembelajaran, pengorganisasian isi/ materi dan bahan yang diperlukan, penyusunan media pembelajaran, uji coba media pembelajaran, revisi media pembelajaran, dan produksi media pembelajaran.

Prosedur pengoperasian media pembelajaran simulasi osilasi harmonik cukup mudah, sebab pengguna hanya menggeser *scrollbar* untuk menentukan nilai parameter. Selanjutnya dengan menekan tombol navigasi yang disediakan maka simulasi secara otomatis bergerak dari 0 detik sampai 20 detik. Media simulasi menggunakan spreadsheet Excel menyajikan simulasi osilasi harmonik sederhana dan simulasi osilasi harmonik teredam. Selain itu kelebihan media simulasi osilasi dapat dijalankan pada berbagai *Personal Computer*, sehingga sangat mudah dipelajari dimanapun dan kapanpun.

Kata Kunci : Osilasi harmonik teredam, sistem pegas massa, media pembelajaran, simulasi, spreadsheet Excel

1. Pendahuluan

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang menakutkan dan membosankan. Kedua alasan yang sangat melekat ketika seorang siswa ditanya mengenai kesan pembelajaran Fisika selama ini. Sugiharti (2005:29 – 30) menyatakan bahwa belajar Fisika bukan hanya sekedar tahu matematika, tetapi lebih jauh peserta didik diharapkan mampu memahami konsep yang terkandung di dalamnya, menuliskan ke dalam parameter – parameter atau simbol – simbol fisis, memahami permasalahan, serta menyelesaikan secara matematis.

Pemahaman konsep yang benar akan lebih berguna dibandingkan dengan menghafalkan bentuk – bentuk soal dan rumus serta metode pengerjaan soal. Hal ini dipandang berdasarkan ilmu fisika yang erat dengan abstraksi. Kegagalan dalam proses abstraksi konsep, akan menyebabkan tidak dipahaminya konsep yang sedang dipelajari, dan bisa mengarahkan pada miskonsepsi jika konsep itu

dipaksakan untuk dipahami. Dalam bidang Fisika, abstraksi dipandang sebagai proses yang disebut dengan *thought experiment*. Dengan demikian, untuk memahami konsep fisika secara benar diperlukan kemampuan abstraksi pada model matematis yang menggambarkan konsep fisika tersebut. Masalahnya yaitu tidak semua orang memiliki kemampuan abstraksi yang cukup untuk memahami suatu konsep fisika sehingga menyebabkan miskonsepsi. Suatu cara agar dapat membantu proses abstraksi adalah dengan menggunakan komputer untuk membangkitkan visualisasi fisika. Perkembangan teknologi komputer saat ini baik dalam hal perangkat keras maupun perangkat lunak, pembuatan visualisasi dan simulasi fisika menjadi lebih mudah.

Dewasa ini, pembelajaran tidak hanya dilakukan di dalam kelas dan mendengarkan penjelasan guru. Perubahan pola pembelajaran saat ini juga ditandai dengan penggunaan berbagai media pembelajaran baik berupa alat peraga hingga media presentasi. Alat peraga dimaksudkan dengan menggunakan

simulasi maupun animasi dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Sedangkan media presentasi merupakan media yang terkomputerisasi, dapat berupa simulasi grafik, OHP, maupun LCD. Seiring dengan banyaknya pengajar yang menggunakan media dalam pembelajarannya, maka banyak media pembelajaran inovatif yang telah dikembangkan.

Media pembelajaran selalu mengalami perkembangan, banyak jenis software yang berkembang sebagai aplikasi yang mendukung pembuatan media pembelajaran, namun setiap media yang tersajikan memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan yang berbeda – beda. Perbedaan tersebut dapat berupa penyempurnaan media yang sebelumnya. Salah satu media pembelajaran yang inovatif yaitu program Spreadsheet Excel yang dikembangkan melalui software Microsoft Office Excel.

Bloch (2005) menguraikan pengertian Microsoft Office Excel bahwa :

“Microsoft Office Excel merupakan paket program komputer untuk aplikasi perhitungan dengan tabel dan grafik. Dalam penerapannya, Microsoft Excel tidak hanya diterapkan di bidang bisnis tetapi sudah memasuki bidang sains dan teknologi. Microsoft Excel mempunyai banyak formula dan fungsi logika yang diperlukan untuk melakukan perhitungan umum maupun khusus terhadap data – data numerik. Fasilitas grafik yang dimiliki Microsoft Excel akan mampu mendukung penyajian data. Microsoft Excel juga memiliki kemampuan pemrograman melalui bahasa makro yang disusun menggunakan *Visual Basic Application (VBA)*. Microsoft Excel juga sudah banyak digunakan untuk menghitung, memproyeksikan, menganalisa, dan mempresentasikan data”.

Pembuatan simulasi menggunakan program spreadsheet Excel dengan aplikasi *Visual Basic Application (VBA)*. Program spreadsheet Excel yang dilengkapi aplikasi VBA ini menyediakan fasilitas yang mendukung untuk menciptakan suatu media pembelajaran. Tujuan pengembangan media ini diharapkan dapat membantu pemahaman siswa terhadap materi yang abstrak. Dengan program spreadsheet Excel, penyajian materi dapat dilengkapi dengan gambar, animasi, dan grafik yang dinamis.

Menurut Fauzi (2009), potensi spreadsheet dalam pembelajaran Fisika antara lain adanya kemampuan visualisasi, simulasi, dan animasi suatu gejala Fisika dengan tampilan angka dan grafik dinamis. Namun belum banyak yang mengembangkan karena kurang populernya pemanfaatan spreadsheet untuk pembelajaran Fisika dan masih sulit ditemukan

bahan ajar berbasis spreadsheet di dunia pembelajaran Fisika. Selain itu menurut Popat S. Tambade (2011) menyatakan bahwa simulasi dengan menggunakan media spreadsheet sangat efektif untuk membantu siswa belajar, sebab simulasi tersebut tidak hanya menampilkan lukisan grafik yang terbentuk namun sama seperti melakukan percobaan dalam laboratorium. Sehingga penggunaan media spreadsheet Excel sangat membantu dalam pembelajaran fisika yang bersifat abstrak.

Spreadsheet excel dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial linear dan nonlinear serta menampilkan dalam bentuk grafik secara otomatis. Osilasi sistem massa pegas merupakan salah satu konsep fisika yang menggunakan penyelesaian secara differensial. Menurut Suzana dan Napole (2010), osilasi sistem pegas merupakan aplikasi prinsip fisika yang menggunakan penyelesaian secara matematis. Dengan menggunakan spreadsheet Excel, maka dapat dihasilkan simulasi yang menyerupai percobaan secara nyata. Hal ini menunjukkan bahwa konsep fisika yang abstrak terbantu dengan media pembelajaran yang interaktif, sebab siswa dapat menganalisis gerakan osilasi sistem pegas dengan jelas.

Berdasarkan pendapat di atas, maka perlu dilakukan pengembangan media ajar berbasis spreadsheet Excel. Salah satu materi yang sulit diamati secara nyata gerakan tiap satu satuan waktu dengan selisih waktu yang sangat kecil ialah Osilasi Harmonik Teredam. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai proses pembuatan media pembelajaran dengan menggunakan spreadsheet Excel untuk materi Osilasi Harmonik Teredam. Dalam kehidupan sehari – hari mudah ditemukan aplikasi yang memanfaatkan prinsip Osilasi Harmonik Teredam, misalnya penggunaan *shock absorber* yang terpasang pada kendaraan. *Shock absorber* merupakan sebuah pegas yang dapat bergetar apabila diberikan gaya dari luar sistem. Gaya tersebut menyebabkan lambungan yang dapat dirasakan oleh pengendara. Untuk mengurangi lambungan yang terlalu tinggi, maka diberikan redaman yang dapat meredam osilasi pegas seiring bertambahnya waktu.

Dengan menggunakan program *spreadsheet* Excel, Osilasi Harmonik Teredam sebuah pegas dapat ditampilkan secara interaktif melalui simulasi. Gerakan osilasi sistem pegas tiap satu satuan waktu dapat tergambar secara nyata melalui simulasi disertai dengan grafik simpangan terhadap fungsi waktu.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat disimpulkan bahwa perlunya media pembelajaran

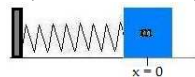
Fisika yang menarik, kreatif, dan bermakna. Sehingga perlu dilakukan penelitian dengan judul Pembuatan Media Pembelajaran menggunakan Spreadsheet Excel Materi Osilasi Harmonik. Penelitian ini bertujuan untuk : 1) Membuat media pembelajaran berupa simulasi gerak osilasi harmonik sederhana dan osilasi harmonik teredam menggunakan program yang terkomputerisasi yaitu spreadsheet Excel; dan 2) Mengetahui prosedur pengoperasian media pembelajaran simulasi osilasi harmonik.

2. Pembahasan

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menganalisis persamaan gerak osilasi harmonik. Persamaan gerak tersebut dijadikan sebagai dasar pembuatan media simulasi. Osilasi dapat didefinisikan sebagai gerak bolak – balik suatu benda yang terjadi secara periodik atau berkala yaitu gerak benda tersebut berulang pada selang waktu yang tetap (Soedjojo,1999). Osilasi dapat terjadi jika sistem diberikan gaya sehingga bergerak dari posisi kesetimbangan.

2.1. Analisis Osilasi Harmonik Sederhana

Osilasi harmonik sederhana merupakan suatu gerak osilasi benda yang dipengaruhi oleh gaya pemulih yang linier dan tidak mengalami gesekan sehingga tidak mengalami pengurangan (*dissipasi*) tenaga. Osilasi harmonik sederhana juga dapat diartikan sebagai suatu sistem yang bergetar dimana gaya pemulih berbanding lurus dengan negatif simpangannya. Gaya pemulih merupakan gaya yang bekerja dalam arah mengembalikan massa benda ke posisi setimbangnya (Giancoli,1997).

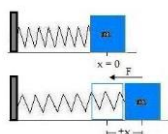


Gambar 2.1-a. Pegas berada pada titik kesetimbangan $x=0$.
 $F(x)=-kx$ (2.1)

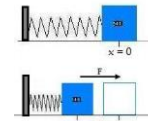
dimana :

- $F(x)$ = gaya pemulih (N)
- k = konstanta pegas (N/m)
- x = simpangan pegas (m)

Persamaan (2.1) disebut sebagai hukum Hooke. Gaya pemulih yang bekerja pada benda sebanding dengan simpangan x dari pegas yang direntangkan atau ditekan dari posisi setimbangnya. Posisi pegas yang direntangkan dan ditekan dari posisi kesetimbangan dapat dilihat pada gambar 2.1-b dan 2.1-c.



Gambar 2.1-b. Pegas ditarik ke kanan (diregangkan) sebesar $+x$ dari titik kesetimbangan.



Gambar 2.1-c. Pegas ditarik ke kiri (ditekan) sebesar $-x$ dari titik kesetimbangan.

Periode osilator harmonik sederhana ternyata bergantung pada kekakuan pegas dan massa m yang berosilasi dengan menerapkan hukum II Newton, yaitu :

$$\sum F = m \cdot \ddot{x} \quad (2.2)$$

Persamaan osilasi harmonik sederhana diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan (2.1) ke dalam persamaan (2.2) sehingga menjadi :

$$F(x) = -kx$$

$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0 \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) merupakan persamaan differensial osilator harmonik sederhana dan gerakanya disebut gerakan harmonik sederhana. Penyelesaian persamaan (2.3) adalah

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

$$\int_{x_0}^x \left(\frac{dx}{x}\right) = \int -\frac{k}{m} dt$$

$$\ln \frac{x}{x_0} = \sqrt{-\frac{k}{m}} t \quad (2.4)$$

Dengan memisalkan $\frac{k}{m} = \omega^2$, persamaan (2.4) menjadi

$$\ln \frac{x}{x_0} = \sqrt{-\omega^2 t^2}$$

$$\ln \frac{x}{x_0} = \sqrt{i^2 \omega^2 t^2}$$

$$\ln \frac{x}{x_0} = \pm i\omega t$$

$$\frac{x}{x_0} = e^{\pm i\omega t}$$

$$x = x_0 e^{\pm i\omega t} \quad (2.5)$$

Bentuk lain persamaan (2.5) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$x = A e^{i\omega t} + B e^{-i\omega t} \quad (2.7)$$

Persamaan (2.7) dapat dituliskan ke dalam bentuk lain berikut :

$$x = A \cos(\omega t + \phi) \quad (2.8)$$

(David Halliday, 1990: 450)

Persamaan (2.8) merupakan solusi persamaan osilator harmonik sederhana. Dengan A , ω , dan ϕ merupakan konstanta. A adalah amplitudo osilasi dan x adalah simpangan. Sedangkan fungsi cosinus ($\omega t + \phi$) disebut fase gerak dan konstanta ϕ disebut konstanta fase atau sudut fase.

Selama satu siklus osilasi penuh, fase akan bertambah sebesar 2π . Pada akhir siklus, benda memiliki posisi dan kecepatan yang sama pada permulaan siklus sebab,

$$\cos(\omega t + \phi + 2\pi) = \cos(\omega t + \phi)$$

Sehingga fase ketika $t + T$, maka besarnya fase akan ditambah dengan 2π . Dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \omega(t + T) + \phi &= \omega t + \phi + 2\pi \\ \omega T &= 2\pi \\ T &= \frac{2\pi}{\omega} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Dari persamaan (2.9) diperoleh hubungan antara periode dan frekuensi, sehingga dapat diperoleh persamaan frekuensi berikut

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \quad (2.10)$$

Konstanta $\omega = 2\pi f$ disebut dengan frekuensi osilasi. Besaran frekuensi osilasi dinyatakan dalam satuan radian per sekon.

Frekuensi dan periode beban m pada sebuah pegas berkaitan dengan konstanta pegas k . Apabila

memisalkan $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, maka didapat hasil :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2.11)$$

dan

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2.12)$$

(Young & Freedman, 2000: 394-397)

2.2. Analisis Osilasi Harmonik Teredam

Pada kenyataannya, osilasi harmonik sederhana sulit ditemui dalam kehidupan sehari – hari. Sistem yang berosilasi secara harmonik mengalami gesekan dengan udara sehingga simpangannya akan berkurang terhadap fungsi waktu. Gerak osilasi sistem yang seperti ini disebut dengan Osilasi Harmonik Teredam. Menurut Giancolli (1997) Osilasi Harmonik Teredam merupakan gerak benda yang dipengaruhi oleh gaya penghambat atau redaman yang menyebabkan amplitudo osilasi berkurang secara perlahan terhadap waktu sampai akhirnya berhenti. Gaya penghambat atau redaman ini dapat berupa gaya gesek udara maupun faktor internal pada sistem.

Besarnya gaya redaman (gesekan) ini sebanding dengan kecepatan, namun arahnya berlawanan. Gaya redaman tersebut dituliskan sebagai berikut :

$$F_d = -b \frac{dx}{dt} = -b\dot{x} \quad (2.13)$$

dimana :

b = konstanta redaman

$\dot{x} = v$ = kecepatan gerak osilasinya

Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya redaman berlawanan dengan arah gerak osilasi, sehingga usaha yang dilakukan oleh gaya tak konservatif ini selalu berkurang. Artinya, gaya

redaman menyebabkan energi mekanik sistem berkurang dalam interval waktu tertentu.

$$\begin{aligned} \sum F_{total} &= F + F_d \\ \sum F_{total} &= -kx + (-b\dot{x}) = -kx - b\dot{x} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Apabila persamaan (2.14) diterapkan pada persamaan hukum Newton II (2.2), maka gaya total yang bekerja pada beban yang berosilasi dinyatakan dengan :

$$\begin{aligned} \sum F_{total} &= -kx - b\dot{x} \\ m \cdot \ddot{x} &= -kx - b\dot{x} \\ m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} &= -kx - b\dot{x} \end{aligned}$$

Apabila kedua ruas dibagi dengan m akan diperoleh :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x - \frac{b}{m}\dot{x} \quad (2.15)$$

Persamaan (2.15) disusun menjadi bentuk persamaan umum osilasi harmonik teredam :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \quad (2.16)$$

Persamaan (2.16) merupakan persamaan differensial gerak osilasi harmonik dengan redaman (Atam P. Arya, 1997: 63). Dengan mensubstitusikan

$2\gamma = \frac{b}{m}$, maka

$\gamma = \frac{b}{2m}$ adalah koefisien redaman

$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ adalah frekuensi osilasi

dituliskan persamaan gerak osilasi harmonik dengan redaman menjadi :

$$\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x &= 0 \\ \ddot{x} + 2\gamma \dot{x} + \omega_0^2 x &= 0 \end{aligned} \quad (2.17)$$

Jika persamaan kita ubah ke dalam bentuk penyelesaian eksponensial akan diperoleh :

$$\begin{aligned} x &= e^{\lambda t} \\ \dot{x} &= \lambda e^{\lambda t} \\ \ddot{x} &= \lambda^2 e^{\lambda t} \end{aligned}$$

Variabel yang telah disubstitusikan dalam bentuk eksponensial seperti diatas, kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan (2.17) akan menghasilkan :

$$\begin{aligned} \lambda^2 e^{\lambda t} + 2\gamma \lambda e^{\lambda t} + \omega_0^2 e^{\lambda t} &= 0 \\ e^{\lambda t} (\lambda^2 + 2\gamma \lambda + \omega_0^2) &= 0 \end{aligned}$$

Agar $e^{\lambda t} \neq 0$ maka persamaan diselesaikan dengan persamaan untuk mendapatkan akar – akar :

$$(\lambda^2 + 2\gamma \lambda + \omega_0^2) = 0 \quad (2.18a)$$

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} = -\gamma + i\omega \quad (2.18b)$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} = -\gamma - i\omega \quad (2.18c)$$

Jadi

$$\begin{aligned} x(t) &= A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t} \\ x(t) &= e^{-\gamma t} (A_1 e^{i\omega t} + A_2 e^{-i\omega t}) \\ x(t) &= e^{-\gamma t} (A_1 (\cos \omega t + i \sin \omega t) + A_2 (\cos \omega t + i \sin \omega t)) \end{aligned}$$

$$x(t) = e^{-\gamma t} (A \cos \omega t + B \sin \omega t) \quad (2.19)$$

(Atam P. Arya, 1997: 63)

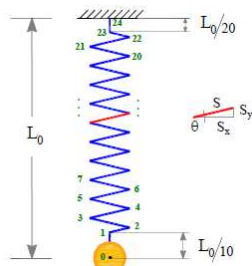
Persamaan (2.19) merupakan solusi penyelesaian dari persamaan osilasi harmonik teredam seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (2.16). Solusi persamaan (2.19) diterapkan pada tiga kondisi redaman pegas yaitu osilasi kurang teredam ($\gamma^2 < \omega_0^2$), osilasi teredam kritis ($\gamma^2 = \omega_0^2$), dan osilasi sangat teredam ($\gamma^2 > \omega_0^2$). Masing – masing kondisi ditentukan oleh besarnya faktor redaman sistem yang diberikan.

2.3. Penerapan Excel Untuk Merepresentasikan Solusi Persamaan Osilasi harmonik Teredam

Visualisasi osilasi pegas yang diharapkan yaitu menyerupai gerakan osilasi pegas pada kenyataan. Visualisasi grafik Osilasi Harmonik Teredam dilakukan dengan menggunakan metode analitik. Untuk merepresentasikan hal tersebut perlu dilakukan langkah – langkah berikut :

a. Menentukan parameter pegas

Panjang pegas dilambangkan dengan (L_0) S merupakan panjang masing – masing segmen, dan N adalah banyaknya segmen yang terdapat pada pegas. Gambar pegas dapat dilihat melalui gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tampilan visualisasi pegas

Untuk mendapatkan hasil sesuai tabel parameter maka perlu persamaan matematis untuk membantu membuat grafik. Persamaan untuk panjang pegas (L_s) dituliskan :

$$L_s = (L_0 - u) - 3 \frac{L_0}{20}$$

$$S = \frac{L_s}{N + 1}$$

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{S_y}{S} \right)$$

$$S_y = \frac{S \cos \theta}{2}$$

b. Menentukan geometri pegas

Setelah menetapkan parameter sistem pegas yang akan digunakan, maka langkah selanjutnya yaitu membuat agar grafik gerak osilasi pegas menjadi lebih dinamis. Grafik tersebut dibangunkan dengan sumbu- x dan sumbu- y yang diperoleh dari deret matematis pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Persamaan deret matematis koordinat pegas

n	X	Y
0	0	= u
1	0	= $\frac{L_0}{10} + u$
2	= $x_0 + s_x$	= $\frac{L_0}{10} + u + \frac{s_y}{2}$
3	= $x_0 - s_x$	= $\frac{L_0}{10} + u + \frac{s_y}{2} + S_y$
4	= $x_0 + s_x$	= $\frac{L_0}{10} + u + \frac{s_y}{2} + 2S_y$
.	.	.
.	.	.
.	.	.

2.4. Simulasi Osilasi

Pengoperasian media pembelajaran simulasi osilasi harmonik menggunakan program spreadsheet Excel tergolong sangat mudah. Media pembelajaran simulasi osilasi harmonik dilengkapi beberapa tombol navigasi, scrollbar, dan prosedur yang mudah dipahami. Tombol navigasi yang ditampilkan terdapat dua jenis, yaitu : tombol navigasi dengan kode VBA dan tombol navigasi dengan menggunakan *hyperlink*. Tombol scrollbar digunakan untuk mengubah nilai parameter sesuai keinginan dengan menggeser scrollbar. Selain itu, prosedur yang disediakan dapat membantu penggunaan media simulasi.

Tampilan sheet Simulasi berisi parameter yang dapat diubah melalui scrollbar, arti fisis dari parameter yang telah ditetapkan, tombol navigasi, dan kotak simulasi gerakan osilasi serta grafik yang dinamis. Parameter yang diubah meliputi massa (m), konstanta redaman (b), konstanta kekakuan pegas (k), simpangan awal (x0), dan kecepatan awal (v0). Nilai yang digeser melalui scrollbar diberikan batasan nilai minimum dan nilai maksimum.

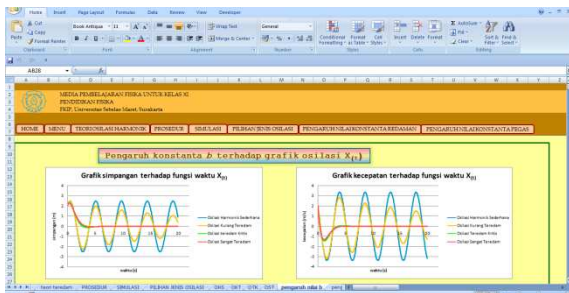
Arti fisis parameter adalah sistem osilasi harmonik teredam terdiri atas sebuah beban dengan massa 0,2 kg dihubungkan dengan pegas yang memiliki konstanta kekakuan pegas sebesar 4 N/m dan konstanta redaman 0,4 kgs⁻¹. Beban tersebut ditarik sejauh 2 m kemudian dilepaskan, dengan menggunakan program VBA pada *spreadsheet* Excel maka bentuk grafik simpangan terhadap fungsi waktu dapat tergambar sesuai kenyataan data. Sedangkan untuk membuat grafik simpangan terhadap waktu untuk osilasi harmonik sederhana maka nilai konstanta redaman yang diberikan haruslah bernilai sama dengan nol.



Gambar 2.3. Tampilan fisis parameter m , b , k

Setelah menentukan nilai parameter seperti yang ditampilkan gambar 2.3, selanjutnya, memasukkan nilai waktu di kolom A dari 0 detik hingga 20 detik dengan selisih tiap satu satuan waktu sebesar 0,05 detik. Selanjutnya kolom B diisi dengan nilai simpangan terhadap fungsi waktu tiap satu satuan waktu yang ditunjuk oleh nilai waktu pada kolom A. Sedangkan kolom C dimasukkan nilai kecepatan terhadap fungsi waktu untuk selang waktu 0 detik hingga 20 detik.

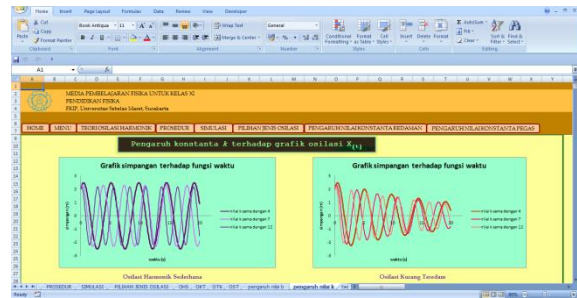
Setelah itu mengklik tombol navigasi animasi untuk mulai simulasi osilasi sistem pegas yang disertai grafik simpangan terhadap fungsi waktu. Simulasi tersebut segera bergerak sesuai dengan waktu yang bertambah seiring pencacahan waktu dari 0 detik hingga 20 detik. Tombol navigasi stop berfungsi untuk menghentikan sementara gerakan simulasi pada saat waktu tertentu. Sedangkan tombol navigasi reset berfungsi untuk mengatur ulang simulasi pada waktu 0 detik.



Gambar 2.4 Pengaruh koefisien redaman

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa besarnya koefisien redaman tersebut mempengaruhi amplitudo yang dihasilkan. Amplitudo osilasi harmonik teredam menurun secara eksponensial. Untuk grafik tersebut menandakan bahwa simpangan pegasnya hampir mendekati garis asimtot mendatar, dapat diartikan bahwa amplitudo osilator pegas semakin tidak bergerak seiring bertambahnya waktu disebabkan oleh faktor redaman. Besarnya penurunan amplitudo bergantung pada nilai b yang diberikan pada osilator harmonik.

Selain nilai konstanta redaman, gerak osilasi dipengaruhi pula dengan nilai konstanta kekakuan pegas (k) yang diberikan. Secara teori, besarnya nilai konstanta kekakuan pegas mempengaruhi nilai simpangan osilasi pegas yang dihasilkan. Semakin besar nilai konstanta kekakuan pegas maka nilai simpangan semakin kecil. Untuk membuktikan kebenaran teori tersebut maka dilakukan analisis melalui nilai konstanta kekakuan pegas yang diubah – ubah.



Gambar 2.5. Pengaruh konstanta kekakuan pegas

Grafik simpangan terhadap waktu yang disajikan oleh gambar 2.5 maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai konstanta kekakuan pegas menunjukkan simpangan yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin besar nilai konstanta kekakuan pegas, maka makin besar pula gaya yang dibutuhkan untuk meregangkan pegas sejauh amplitudo tertentu. Nilai konstanta kekakuan pegas yang semakin besar dapat ditandai melalui fisik pegas yang semakin kaku. Dengan demikian, apabila pegas dengan nilai konstanta pegas yang besar maka nilai simpangan yang dihasilkan semakin kecil. Terbukti dengan hasil simulasi grafik osilasi yang dihasilkan.

Analisis terhadap osilasi harmonik sederhana dengan osilasi harmonik kurang teredam dapat ditinjau melalui banyaknya osilasi pegas selama selang waktu tertentu. Banyaknya osilasi pegas yang terjadi dalam satu satuan waktu disebut frekuensi osilasi. Berdasarkan grafik yang ditampilkan oleh gambar menunjukkan bahwa frekuensi osilasi harmonik sederhana lebih besar daripada frekuensi osilasi harmonik teredam. Hal ini dapat diamati melalui banyaknya "peak" atau puncak gelombang yang muncul pada grafik osilasi harmonik sederhana lebih banyak daripada osilasi harmonik kurang teredam. Besarnya frekuensi osilasi ditentukan pula dengan nilai konstanta redaman (b) yang diberikan pada sistem. Semakin besar nilai konstanta redaman yang diberikan maka semakin kecil nilai frekuensi osilasi yang dihasilkan. Sebaliknya, jika nilai konstanta redaman yang kita berikan semakin kecil bahkan mendekati nol, maka frekuensi osilasi yang dihasilkan mendekati nilai frekuensi osilasi harmonik sederhana. Dengan demikian nilai periode osilasi harmonik kurang teredam lebih besar daripada osilasi harmonik sederhana.

Pada umumnya, percobaan osilasi harmonik sederhana yang sering dijumpai dalam laboratorium tidak menunjukkan hasil yang akurat. Ketidakakuratan hasil percobaan ditandai dengan nilai periode yang dihasilkan lebih besar dari nilai periode sesuai teori. Hal ini disebabkan oleh adanya gesekan dengan udara yang menghambat osilasi

pegas tersebut sehingga semakin bertambahnya waktu maka nilai amplitudonya pun berkurang.

3. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Solusi persamaan osilasi harmonik sederhana sistem pegas massa dituliskan : $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$, sedangkan solusi persamaan osilasi harmonik teredam dapat dituliskan : $x(t) = e^{-\gamma t}(A \cos \omega t + B \sin \omega t)$. Solusi persamaan tersebut digunakan sebagai input untuk membuat visualisasi grafik menggunakan metode analitik.
2. Spreadsheet Excel yang telah dibuat mampu mensimulasikan solusi persamaan sistem harmonik sederhana maupun teredam. Masukan berupa konstanta pegas, massa pegas, dan redaman serta keluaran berupa grafik simpangan terhadap fungsi waktu dalam selang waktu 0 – 20 sekon. Penggunaan simulasi osilasi harmonik melalui spreadsheet Excel mampu mensimulasikan karakteristik sistem osilator harmonik dengan cepat dan akurat.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diharapkan media pembelajaran simulasi osilasi harmonik teredam dapat mempermudah proses abstraksi persamaan matematis Fisika dalam bentuk visualisasi nyata.

Daftar Pustaka

- Arsyad, Azhar. 2010. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Arsyad. 2007. *Media Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Arya Atam P. 1990. *Introduction to Classical Mechanics*. New Jersey: Prentice Hall Englewood Chiffs.
- Bloch, S.C. 2005. *Excel untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Terjemahan Soni Astranto. Jakarta: Erlangga.
- Fauzi, Ahmad. 2010. *Pemanfaatan Spreadsheet Excel Untuk Menyelesaikan Soal – Soal Fisika*. Surakarta: UNS Press
- Giancolli, Douglas C. 1997. *FISIKA Jilid I, Edisi Keempat*. Terjemahan Cuk Imawan dkk. Jakarta: Erlangga.

- Halliday David dan Robert Resnick. 1996. *FISIKA Jilid I, Edisi Ketiga*. Terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Mifran, Yudhiakto P. 2014. *Jurnal Analisis Gerak Harmonik Teredam pada Rangkaian RLC dengan Spreadsheet Excel*. Yogyakarta: UAD Press.
- Napoles, Suzana & Oliveira M.C. (2010, 2 Juli). Using Spreadsheet to Study the Oscillatory Movement of a Mass-Spring System. *Spreadsheet in Education (eJSiE)*, Vol 3: Iss. 3, Article 2. Diperoleh 14 Oktober 2014 dari <http://epublications.bond.edu.au/ejsie/vol3/iss3/2.html>
- Pujayanto. 2011. *Pengantar Mekanika Analitik*. Surakarta: UNS Press
- Soedjojo, Peter. 1999. *Mekanika Klasik*. Yogyakarta: Andi.
- Sugiharti. 2005. Penerapan Teori Multiple Intelligence dalam Pembelajaran Fisika, *Jurnal Pendidikan Penabur* No. 05: 29-42.
- Tipler, Paul. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Tombade Popat S. 2011. Use of Spreadsheet for the Perturbation Theory in Quantum Harmonic Oscillator. *European Journal of Applied Sciences* 3(4), 117-124. Diperoleh 10 April 2015. ISSN 2079-2077.
- Zemansky dan Sears. 2002. *FISIKA UNIVERSITAS Jilid I, Edisi Kesepuluh*. Terjemahan Endang Juliastuti. Jakarta: Erlangga.

Nama Penanya : Ahmad Fauzi

Pertanyaan: Osilasi harmonic teredam susah tanpa menggunakan alternative visual. Apakah bisa?

Jawaban: Menggunakan pendekatan analitik untuk solusi lain belum diketahui. Tapi tanpa menggunakan VBA dapat digunakan scrollbar sebagai tombol navigasi. Pendekatan analitik hanya digunakan untuk penyelesaian persamaan secara linier