

Visualisasi Solusi Analitik dari Osilasi Pegas dengan menggunakan *Visual Basic For Application (VBA)*

Melisa Cahyadi*, Siti Nurul Khotimah

Abstrak

Pesatnya kemajuan teknologi sudah merambah di semua bidang termasuk bidang pendidikan. Penggunaan perangkat elektronik baik komputer maupun handphone sudah menjadi hal yang biasa di kalangan pelajar. Adanya aplikasi microsoft excel di komputer dapat kita gunakan sebagai media pembelajaran yang tidak terikat ruang dan waktu. Microsoft excel mempunyai aplikasi *Visual Basic for Application (VBA)* yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan solusi analitik. Dengan pembuatan visualisasi ini, konten pembelajaran dapat dikemas dalam bentuk yang lebih menyenangkan sehingga diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami konsep fisika. Selain itu, konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak atau sulit dilakukan percobaannya karena keterbatasan alat dan jam tatap muka di sekolah dapat teratasi dengan adanya visualisasi ini. Visualisasi yang dibuat meliputi osilasi harmonik sederhana, osilasi teredam dan osilasi paksa. Untuk osilasi harmonik sederhana, variabel-variabel yang dapat divariasikan adalah amplitudo, massa beban dan konstanta pegas. Variasi massa beban atau konstanta pegas mempengaruhi periode pegas yang telah diuji secara eksperimen. Untuk osilasi harmonik teredam ada tambahan variabel faktor redaman yang akan menentukan jenis osilasinya yaitu *critically damped*, *under damping* atau *over damping*. Osilasi teredam dalam eksperimen dilakukan dengan cara mencelupkan benda yang berosilasi dalam cairan air, air sabun, dan alkohol. Pada osilasi harmonik paksa, ada tambahan variabel gaya eksternal yang akan mempengaruhi amplitudo dari pegas.

Kata-kata kunci: *Visual Basic for Application, osilasi, pegas*

Pendahuluan

Pembuatan visualisasi solusi analitik sebagai media pembelajaran dapat menjadi salah satu alternatif interaksi langsung antara peserta didik dengan objek belajar. Penggunaan visualisasi sebagai salah satu media dalam pembelajaran fisika juga memudahkan peserta didik untuk memahami konsep dibandingkan hanya membaca atau mendengarkan penjelasan dari guru. Visualisasi sebagai media pembelajaran juga dapat menjadi solusi atas keterbatasan alat praktikum di setiap sekolah dan jumlah jam tatap muka di kelas yang tidak mencukupi untuk melakukan praktikum.

Visualisasi solusi analitik pada materi osilasi pegas dapat dilakukan dengan menggunakan bermacam-macam bahasa pemrograman. Pada makalah ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Visual Basic for Application (VBA)*. VBA ini dipilih karena penulis ingin mengembangkan ilmu yang dimiliki menjadi sesuatu yang berguna dan bermanfaat. Materi fisika yang dipilih untuk divisualisasikan solusi analitiknya adalah osilasi pegas. Visualisasi solusi analitik pada materi ini meliputi osilasi harmonik sederhana, osilasi teredam dan osilasi terpaksa yang sudah dibuktikan secara eksperimen.

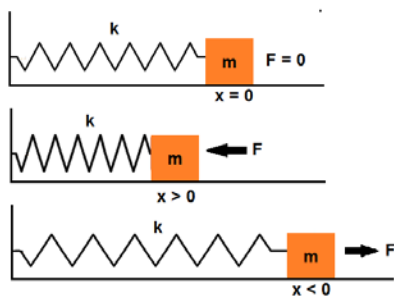
Teori

A. Osilasi

Tinjau sebuah sistem dalam kesetimbangan statis atau dinamis. Ketika sistem tersebut dipindahkan sedikit dari posisi kesetimbangan, gerak osilasi yang dihasilkannya disebut gerak periodik. Persamaan gerak periodik yang memenuhi fungsi sinusoidal disebut gerak harmonik. Sistem yang melibatkan pegas, pendulum, dan deformasi elastis dikatakan memenuhi hukum Hooke, jika perpindahannya kecil dan masih tetap dalam batas elastis. k disebut sebagai konstanta pegas atau kekakuan pegas. k didefinisikan sebagai gaya persatuan panjang dengan satuan N/m

1. Osilasi Harmonik Sederhana

Perhatikan bentuk dasar dari osilasi harmonik sederhana yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Sistem ini terdiri dari sebuah massa m yang diikatkan pada sebuah pegas yang mempunyai konstanta k . Sistem osilasi massa pegas ini digambarkan bergerak 1 dimensi pada sumbu x horizontal yang merupakan permukaan datar yang licin.



Gambar 1. Bentuk dasar dari osilasi harmonik sederhana yang menunjukkan nilai maksimum dan minimum dari x, v, a dan F ^[1]

Untuk osilasi harmonik sederhana, solusi analitiknya adalah sebagai berikut

$$x(t) = x_m \cos(\omega_0 t + \phi) \quad (1)$$

Kuantitas x_m disebut amplitudo gerak, adalah konstanta positif yang nilainya tergantung bagaimana itu dimulai. Fungsi cosinus bervariasi diantara batas ± 1 , sehingga perpindahan $x(t)$ bervariasi antara batas-batas $\pm x_m$. Kuantitas waktu yang bervariasi $(\omega_0 t + \phi)$ disebut gerak fasa, dan konstanta ϕ disebut konstanta fasa (sudut fasa). Nilai ϕ bergantung pada perpindahan dan kecepatan partikel pada waktu $t = 0$.

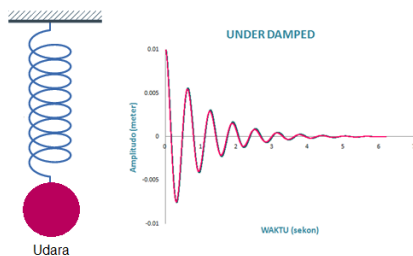
2. Osilasi Teredam

Pada umumnya setiap benda yang berosilasi akan berhenti berosilasi jika tidak digetarkan secara terus menerus. Benda yang pada mulanya bergetar atau berosilasi akan berhenti berosilasi karena mengalami redaman. Redaman bisa terjadi akibat adanya gaya hambat atau gaya gesekan. Osilasi yang mengalami redaman biasanya disebut osilasi teredam.

Terdapat tiga jenis redaman (*damping*) yang dialami oleh benda yang berosilasi, antara lain :

1. Underdamped

Benda yang mengalami *underdamped* biasanya melakukan beberapa osilasi sebelum berhenti. Benda masih melakukan beberapa getaran sebelum berhenti karena redaman yang dialaminya tidak terlalu besar.

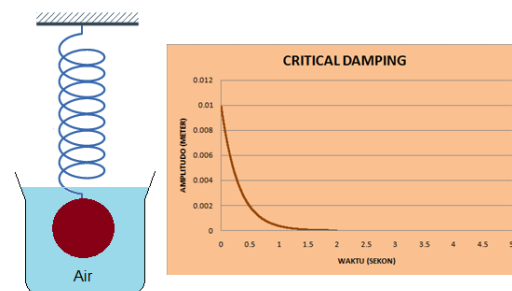


Gambar 2. Contoh benda yang mengalami *underdamped*

Gambar 2 menunjukkan sebuah bola yang digantungkan di udara pada ujung pegas. Adanya hambatan udara menyebabkan bola dan pegas mengalami redaman hingga berhenti berosilasi.

2. Critical damping

Benda yang mengalami *critical damping* biasanya langsung berhenti berosilasi (benda langsung kembali ke posisi setimbangnya). Benda langsung berhenti berosilasi karena redaman yang dialaminya cukup besar.

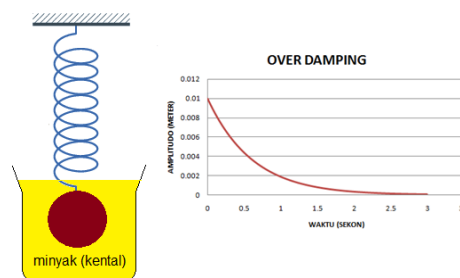


Gambar 3. Contoh benda yang mengalami *critical damping*

Gambar 3 menunjukkan sebuah bola yang digantungkan pada ujung pegas. Bola dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air. Adanya hambatan berupa air menyebabkan bola dan pegas mengalami redaman yang cukup besar.

3. Over damping

Over damping mirip seperti *critical damping*. Bedanya pada *critical damping* benda tiba lebih cepat di posisi setimbangnya sedangkan pada *over damping* benda lama sekali tiba di posisi setimbangnya. Hal ini disebabkan karena redaman yang dialami oleh benda sangat besar.



Gambar 4. Contoh benda yang mengalami *over damping*

Gambar 4 menunjukkan sebuah bola yang digantungkan pada ujung pegas. Bola dimasukkan ke dalam wadah yang berisi minyak kental. Adanya hambatan berupa minyak yang kental menyebabkan bola dan pegas mengalami redaman yang besar.

Kita terapkan hukum II newton untuk benda bermassa m yang berosilasi di ujung pegas yang memiliki konstanta k :

$$\Sigma F = m.a \rightarrow \Sigma F = m.\frac{dv}{dt}, \quad (2)$$

dengan a = percepatan (m/s^2)

Gaya-gaya yang bekerja pada sistem pegas-benda antara lain gaya pemulih ($F_s = -kx$) dan gaya hambat ($F_d = -bv$). x adalah simpangan pegas, b adalah konstanta yang menyatakan besarnya redaman sedangkan v adalah laju benda.

Penyelesaian persamaan untuk kasus under damped adalah :

$$x(t) = x_m e^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi), \quad (3)$$

dimana x_m adalah amplitudo dan ωt adalah frekuensi sudut dari osilator teredam, adapun frekuensi sudutnya adalah

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}. \quad (4)$$

Untuk kasus critical damping, solusi analitiknya adalah :

$$x(t) = (B_1 + B_2 t) e^{-\frac{bt}{2m}}, \quad (5)$$

dengan B_1 dan B_2 adalah konstanta yang ditentukan dari kondisi awal.

Untuk kasus over damping, solusi analitiknya adalah sebagai berikut :

$$x(t) = e^{-\frac{bt}{2m}} (A_1 e^{\omega_2 t} + A_2 e^{-\omega_2 t}), \quad (6)$$

dengan A_1 dan A_2 adalah konstanta sembarang.

3. Osilasi Harmonik Paksa

Osilasi bebas akan bergerak selamanya. Akan tetapi pada kenyataannya setiap sistem memiliki redaman dan pada akhirnya akan berhenti berosilasi. Untuk menjaga osilasi, energi dari sumber eksternal harus dipasok pada tingkat yang sama dengan energi yang hilang oleh osilasi dalam medium redaman. Gerak dimana energi dipasok eksternal disebut osilasi paksa. Jika sistem ini dipengaruhi oleh sebuah gaya pendorong F_f maka gaya total, F_{net} yang bekerja pada sistem adalah

$$F_{net} = F_s + F_f + F_d. \quad (7)$$

Dengan mengasumsikan bahwa gaya luarnya memiliki bentuk sinusoidal sebesar

$F_f = F_o \cos(\omega t + \theta_0)$, maka untuk osilasi harmonik paksa, solusi analitiknya adalah sebagai berikut :

$$x = A_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega_1 t + \phi_0) + \frac{\frac{F_o}{m}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2}} \cos(\omega t + \phi) \quad (8)$$

B. Visual Basic for Application (VBA)

Visual Basic for Application (VBA) adalah bahasa pemrograman yang diturunkan dari Microsoft Visual Basic (VB) untuk pengembangan macro pada program-program aplikasi berbasis windows. VB sendiri adalah bahasa pemrograman yang berorientasi objek (Object Oriented Programming), yaitu cara pemrograman pada masa kini yang menggunakan objek-objek VB atau control yang digunakan adalah form, menu bar, command button, text box, toolbar dan sebagainya.

Langkah awal dalam penggunaan aplikasi VBA adalah dengan cara membuka *Microsoft office Excel*, kemudian klik *office windows*. Setelah memilih *excel options*, ceklis *show developer tab in the ribbon*. Sehingga pada bagian kanan atas Microsoft Office Excel akan muncul tampilan seperti gambar 5.



Gambar 5. Developer yang digunakan untuk memasukkan coding VBA

Algoritma untuk kasus osilasi teredam yaitu :

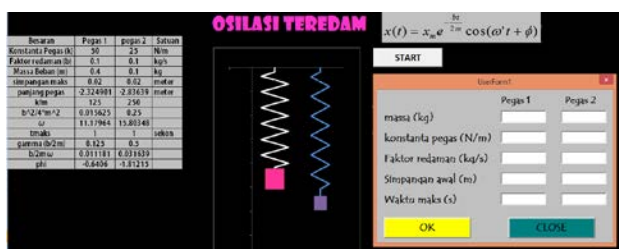
1. Dim t, i, j As Integer
2. Dim $tmax, A, w, l, \gamma, e, \phi, m, b$ As Double
3. Input data yang diperlukan diantaranya :
 $tmax = \text{Cells}(12, 2)$
 $A = \text{Cells}(10, 2)$
 $w = \text{Cells}(9, 2)$
 $l = \text{Cells}(11, 2)$
 $\gamma = \text{Cells}(13, 2)$
 $\phi = \text{Cells}(14, 2)$
 $b = \text{Cells}(6, 2)$
 $m = \text{Cells}(4, 2)$
 $dt = 0.01$
4. For $t = 0$ To $tmax / dt$
 $e = \exp(-((b * t * dt) / (2 * m)))$
 $\phi = \text{Cos}((w * t * dt) + \phi)$
 $y = -((A * e * \phi) + l)$

Sheet2.Activate

5. Next t
6. End

Hasil dan diskusi

Tampilan dari *visual basic for Application* (VBA) yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 6-9. Gambar 6 memperlihatkan dua buah pegas yang bisa kita masukan parameter-parameter yang mempengaruhi periode pegas tersebut. Parameter yang di input yaitu massa beban, konstanta pegas, faktor redaman, simpangan awal dan waktu simulasi.



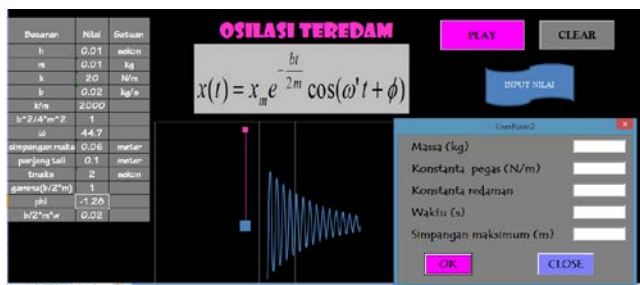
Gambar 6. Contoh tampilan VBA di excel pada simulasi osilasi teredam dua buah pegas

Gambar 7 memperlihatkan contoh tampilan osilasi harmonik sederhana dengan parameter yang di input adalah simpangan awal, massa beban, konstanta pegas, dan waktu simulasi. Pegas yang dibuat dianalogikan sebagai sebuah karet yang tergantung dengan beban.



Gambar 7. Contoh tampilan VBA di excel pada simulasi osilasi harmonik sederhana

Gambar 8 memperlihatkan osilasi teredam beserta dengan grafik simpangannya. Parameter yang diinput adalah massa beban, konstanta pegas, konstanta redaman, waktu simulasi dan simpangan awal.



Gambar 8. Contoh tampilan VBA di excel pada simulasi osilasi teredam

Gambar 8 memperlihatkan simulasi untuk osilasi paksa dengan parameter yang di input adalah amplitudo (simpangan awal), massa beban, konstanta pegas, frekuensi sudut, gaya luar, phi dan waktu osilasi.



Gambar 9. Contoh tampilan VBA di excel pada simulasi osilasi harmonik paksa

Kesimpulan

Visual Basic for Application (VBA) dapat digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi. Microsoft Excel tidak hanya digunakan sebagai alat hitung sederhana dan pembuatan grafik saja, tetapi dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif. Media pembelajaran yang dibuat adalah dengan cara memvisualisasikan solusi analitik pada materi osilasi pegas dengan menggunakan VBA.

Referensi

- [1] Atom P. Arya, "Introduction to Classical Mechanics", penerbit Prentice Hall, New Jersey, second edition, 1998, p.58-100.
- [2] Halliday, David and Robert Resnick and Jearl Walker, "Fisika dasar edisi 7 jilid 1", penerbit Erlangga, Jakarta, 2005, p.416-432.
- [3] Guntar Pangaribuan, "VBA-Excel untuk program perhitungan", penerbit Elex Media Komputindo, 2005.

Melisa cahyadi (90213301)*
Pengajaran Fisika FMIPA ITB
melisamecca@gmail.com

Dr. Siti Nurul Khotimah
Institut Teknologi Bandung
nurul@fi.itb.ac.id

*Corresponding author