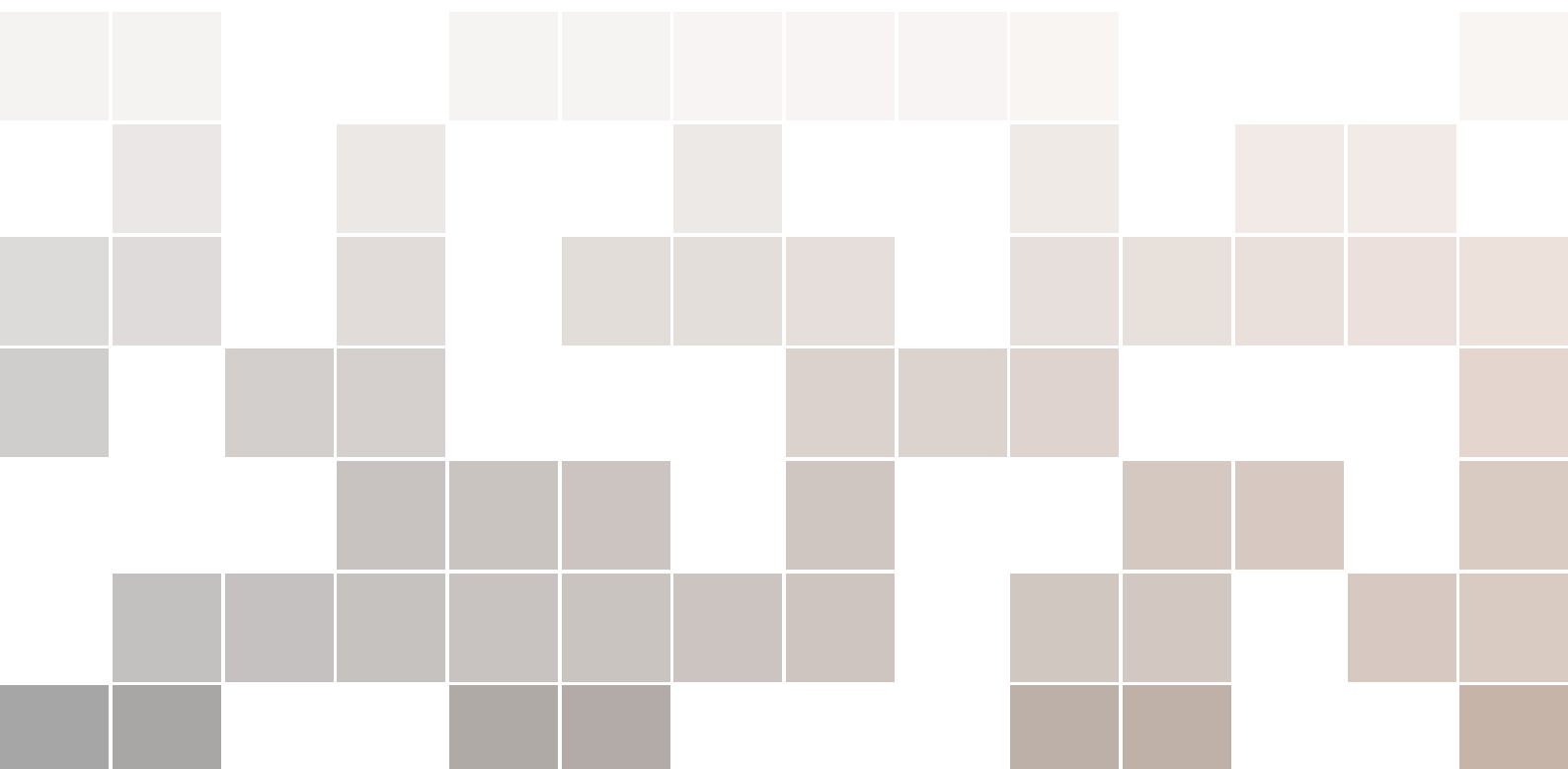


Fisika Komputasi

Phenomena based Learning

Joko Saefan



Copyright © 2016 Joko Saefan

PUBLISHED BY PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

JOKOSAEFAN@YAHOO.COM

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

First printing, March 2015

Daftar Isi

1	Beberapa Contoh Plotting	5
1.1	Rencana Perkuliahan	5
1.1.1	Preview Pemrograman Komputer	5
1.1.2	Beberapa Contoh Plotting	5
1.1.3	Metode numerik	5
1.2	Beberapa Contoh Plotting	6
1.2.1	Peluruhan radioaktif	6
1.2.2	Gerak parabola	7
1.2.3	Medan listrik di sekitar muatan bola	8
1.2.4	Superposisi getaran	9
1.3	Latihan Analisis	10



1. Beberapa Contoh Plotting

If the facts don't fit the theory, change the facts.

—Albert Einstein

1.1 Rencana Perkuliahan

Proses pembelajaran dalam perkuliahan ini akan dilakukan menggunakan pendekatan fenomena. Pada dasarnya, perkuliahan Fisika Komputasi akan menjelaskan beberapa metode numerik untuk membantu menginterpretasikan kasus-kasus fisika yang sering dijumpai. Bahkan, beberapa kasus yang cenderung rumit akan lebih mudah digambarkan melalui perkuliahan ini. Pendekatan fenomena dipilih agar konsep-konsep metode numerik yang dipelajari lebih terlihat aplikatif sehingga mahasiswa dapat menggunakan pemahamannya ketika mempelajari kasus-kasus Fisika yang dijumpai pada pembelajaran fisika yang lain.

1.1.1 Preview Pemrograman Komputer

Untuk menempuh perkuliahan ini, mahasiswa harus pernah menempuh mata kuliah Pemrograman Komputer. Beberapa hal yang telah dipelajari dalam pemrograman komputer yaitu: pengenalan komputer, pengenalan pemrograman (Matlab), kontrol program (if then, for to do) dan penerapannya. Kompetensi-kompetensi tersebut harus pernah dilalui agar dapat menempuh perkuliahan Fisika Komputasi.

1.1.2 Beberapa Contoh Plotting

Dalam berbagai kasus, Fisikawan akan menginterpretasi fenomena yang ditemui sesuai dengan keunikan fenomena tersebut. Salah satu contoh interpretasi yang mudah adalah grafik. Grafik tersebut dapat dibuat dalam berbagai cara untuk memberikan informasi yang dibutuhkan.

1.1.3 Metode numerik

Fokus utama dalam mata kuliah ini adalah metode numerik, yaitu penerapan beberapa metode numerik dalam berbagai masalah fisika yang cocok dengan metode tersebut. Pertama, mahasiswa

akan dikenalkan tentang turunan dan integrasi numerik. Kedua, metode Euler dan Feynmann-Newton akan diperkenalkan untuk menjawab beberapa permasalahan Mekanika. Ketiga, metode akan diperbaiki menggunakan metode Runge-Kutta orde ke-4 terkait dengan gerak periodik. Kasus yang diangkat dalam beberapa metode tersebut masuk ke dalam kategori permasalahan 1D dan 2D. Kemudian, mahasiswa akan diperkenalkan masalah 3D untuk menjawab persamaan diferensial parsial dalam permasalahan parabolik, eliptik, dan hiperbolik.

1.2 Beberapa Contoh Plotting

1.2.1 Peluruhan radioaktif

Jumlah mula-mula zat radioaktif N_0 dapat meluruh menjadi sejumlah N sebagai fungsi waktu t menurut

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1.1)$$

dengan λ merupakan konstanta peluruhan. Berdasarkan persamaan (1.1) jelas bahwa jumlah zat N merupakan fungsi eksponensial dari waktu t .

Plot x versus $y(x)$

Andaikan suatu fungsi $y(x)$ (dibaca: y sebagai fungsi x atau y bergantung pada x) akan dibuatkan grafik untuk memudahkan pemahaman terkait fungsi tersebut yang sedang ditinjau. Langkah yang dilakukan adalah membuat sejumlah n grid sepanjang sumbu x mendatar dengan beda tertentu, misalnya $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$. grid ini dapat disebut sebagai *domain*. Kemudian, fungsi $y(x)$ dioperasikan ke grid yang dibuat tersebut sehingga diperoleh $(y(x_1), y(x_2), y(x_3), \dots, y(x_n))$ pada sepanjang sumbu y . Hasil ini dapat disebut sebagai *range*. Berikutnya, *domain* tersebut dipetakan ke *range* sehingga diperoleh titik-titik koordinat $((x_1, y(x_1)), (x_2, y(x_2)), \dots, (x_n, y(x_n)))$. Suatu kurva akan diperoleh dengan membuat garis yang melewati titik-titik yang telah diperoleh tersebut. Agar lebih jelas, perhatikanlah contoh peluruhan dibawah ini beserta listing pembuatan programnya.

Grafik peluruhan persamaan (1.1) dapat dibuat langkah-langkah berikut. Pertama, grid dibuat pada sepanjang sumbu t dengan beda h tertentu sebagai *domain*. Kedua, N dihitung untuk setiap grid t yang dibuat sebagai *range*. Ketiga, domain t yang dibuat dipetakan ke *range* sehingga diperoleh titik-titik koordinat. Listing 1 merupakan contoh program untuk membuat grafik tersebut.

Source code peluruhan

```
%peluruhan.m
clear;

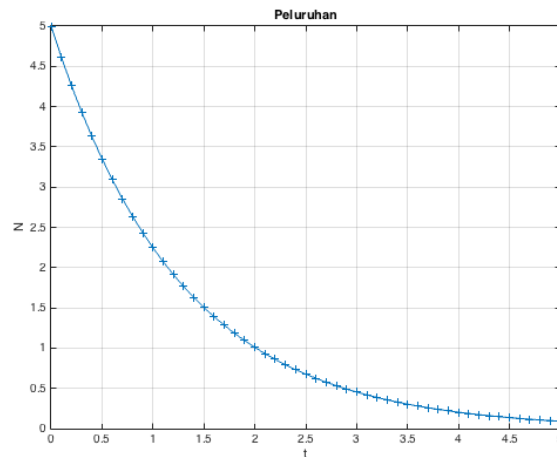
%nilai awal (initial values)
5 N_0=5;
  lambda=0.8;
  t=0:0.1:5;

%proses perhitungan
10 N=N_0*exp(-lambda*t);

%output
plot(t,N,'+-'); grid on;
title('Peluruhan'); xlabel('t'); ylabel('N');
```

Listing 1.1: Peluruhan sebagai fungsi waktu.

Hasil yang muncul dari Listing. 1 ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1: Peluruhan N sebagai fungsi waktu t .

1.2.2 Gerak parabola

Gerak parabola merupakan gabungan dua buah gerak yang saling tegak lurus, masing-masing gerak vertikal y yang berupa GLBB dan gerak horisontal x yang berupa GLB. Gerak tersebut bergantung waktu t yang dirumuskan menurut

$$y = y_0 + v_0 \sin \theta t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (1.2)$$

$$x = x_0 + v_0 \cos \theta t, \quad (1.3)$$

dengan (x_0, y_0) adalah titik awal gerak, θ merupakan sudut elevasi, dan g adalah percepatan gravitasi.

Plot $x(t)$ versus $y(t)$

Plot ini sedikit berbeda dari plot yang telah dijelaskan sebelumnya. Perbedaannya terletak pada *domain*. Pada bagian sebelumnya *domain* merupakan variabel bebas. Tetapi, pada bagian ini *domain* merupakan variabel terikat yang bergantung pada variabel lain.

Pada plot parabola *domain* x bergantung pada t . *Range*-nya adalah y yang juga bergantung pada t .

Source code parabola

```
%parabola.m
clear;

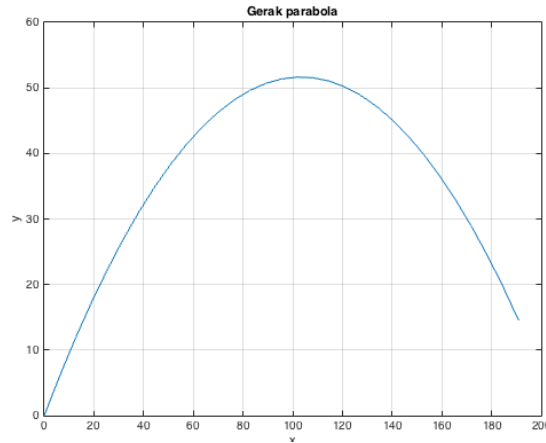
%nilai awal
5 t=0:0.2:6;
  v_0=45;
  g=9.8;
  theta=45/180*pi; %sudut dibuat dalam radian

10
%proses
y=v_0*sin(theta)*t-0.5*g*t.^2;
x=v_0*cos(theta)*t;

15 plot(x,y); grid on;
   title('Gerak parabola'); xlabel('x'); ylabel('y');
```

Listing 1.2: Gerak parabola.

Hasil Listing 2 ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2: Gerak parabola.

1.2.3 Medan listrik di sekitar muatan bola

Medan listrik E di sekitar muatan bola Q berjari-jari R dirumuskan menurut

$$E = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2} r, & r \leq R \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}, & r \geq R, \end{cases} \quad (1.4)$$

dengan ϵ_0 adalah permitivitas ruang hampa dan R adalah jari-jari bola.

Plot lebih dari satu fungsi

Plot yang dibuat untuk kasus medan listrik ini sebenarnya sama dengan plot x versus $y(x)$ yang telah diuraikan sebelumnya. Akan tetapi, pada kasus ini fungsi yang akan diplot lebih dari satu. Oleh karena itu, perlu sedikit modifikasi pada *source code* program agar fungsi-fungsi tersebut dapat digabung.

Source code medan listrik

```
%medan_listrik.m
clear;

%nilai awal
5 r=0;
  R_0=2;
  h=0.2;
  ep_0=8.854e-12;
  Q=2e2;
10 E=0;

%proses
for i=1:50
    x(i)=r;
    y(i)=E;
15 if r < 2
```



```

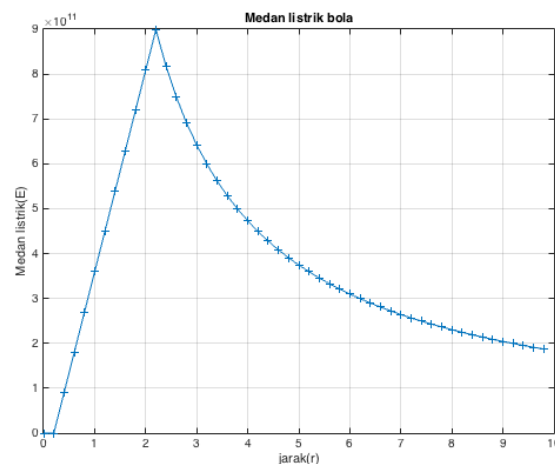
    E=1/(4*pi*ep_0)*Q/R_0^2*r;
    else
    E=1/(4*pi*ep_0)*Q/r;
20  end
    r=r+h;
end

%output
25 plot(x,y,'+-'); grid on;
    title('Medan listrik bola'); xlabel('jarak(r)'); ylabel('Medan listrik
    (E)');

```

Listing 1.3: Medan listrik sebagai fungsi jarak.

Hasil Listing 3 ditunjukkan pada gambar 1.4.

Gambar 1.3: Medan listrik E di sekitar muatan bola sebagai fungsi jarak r .

1.2.4 Superposisi getaran

Simpangan y suatu getaran dapat dirumuskan menurut

$$y = A \sin \omega t, \quad (1.5)$$

dengan A adalah amplitudo getaran, $\omega = 2\pi f$ dan f adalah frekuensi getaran. Simpangan dua buah getaran masing-masing dengan amplitudo A_1 dan A_2 , frekuensi f_1 dan f_2 dapat dirumuskan menurut

$$y_1 = A_1 \sin \omega_1 t, \quad (1.6)$$

$$y_2 = A_2 \sin \omega_2 t, \quad (1.7)$$

dengan $\omega_1 = 2\pi f_1$ dan $\omega_2 = 2\pi f_2$.

Plot superposisi

Variasi Plot yang dapat dibuat pada kasus superposisi adalah ketiga jenis plot yang telah dijelaskan semuanya. Untuk itu, akan dicontohkan semua jenis plot tersebut yang dibuat pada satu program.

Source code superposisi

```

%superposisi
clear;

%nilai awal
5 t=0:0.02:0.5*pi;
  A1=2;
  A2=1;
  f1=1;
  f2=2;

10 y1=A1*sin(2*pi*f1*t);
   y2=A2*sin(2*pi*f2*t);

   subplot(2,2,1);
15 plot(t,y1); grid on;
   title('Getaran pertama'); ylabel('y_1'); xlabel('t');

   subplot(2,2,2);
   plot(t,y2); grid on;
20 title('Getaran kedua'); ylabel('y_2'); xlabel('t');

   subplot(2,2,3);
   plot(t,y2); grid on;
   title('Superposisi'); ylabel('y_1+y_2'); xlabel('t');
25 subplot(2,2,4);
   plot(y1,y2); grid on;
   title('Lisajous'); ylabel('y_2'); xlabel('y_1');

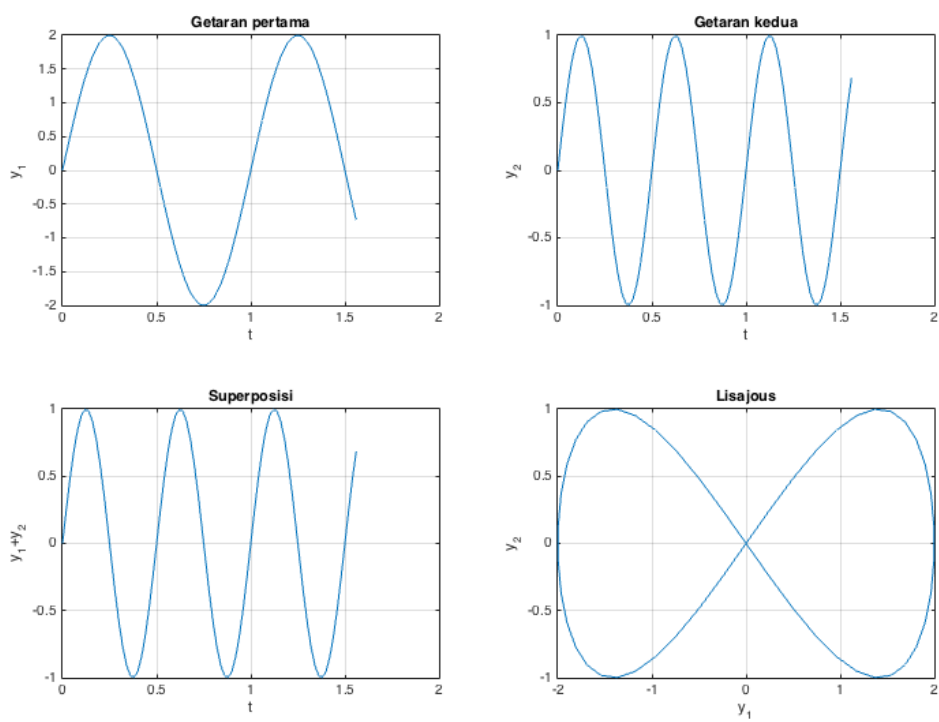
```

Listing 1.4: Superposisi dua getaran.

Hasil Listing 3 ditunjukkan pada gambar 1.4.

1.3 Latihan Analisis

1. Apa kesamaan dan perbedaan penggambaran empat kasus yang dicontohkan di atas? Uraikan!
2. Carilah kasus dengan penggambaran yang sepadan dengan setiap kasus yang dicontohkan tersebut!!
3. Carilah kasus dengan penggambaran selain keempat contoh yang disebutkan?



Gambar 1.4: Superposisi getaran

