

Pengenalan GNU Octave: *Freeware* untuk Komputasi Numerik

Saifuddin Arief
Saifuddin.Arief@rocketmail.com

Lisensi Dokumen:

Copyright © 2003-2018 IlmuKomputer.Com

Seluruh dokumen di IlmuKomputer.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarkan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut penulis dan pernyataan copyright yang disertakan dalam setiap dokumen. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang, kecuali mendapatkan ijin terlebih dahulu dari IlmuKomputer.Com.

GNU Octave merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi untuk komputasi numerik dan visualisasi data. Meskipun GNU Octave adalah nama resminya namun seringkali program tersebut hanya disebut Octave saja. Octave merupakan *freeware* dan tersedia untuk sistem operasi Windows, Mac OS, dan Linux.

Alamat situs Octave adalah <https://www.gnu.org/software/octave/>. Melalui situs tersebut dapat diunduh file instalasinya. Situs tersebut juga menyediakan dokumentasi dan informasi yang terkait dengan Octave.

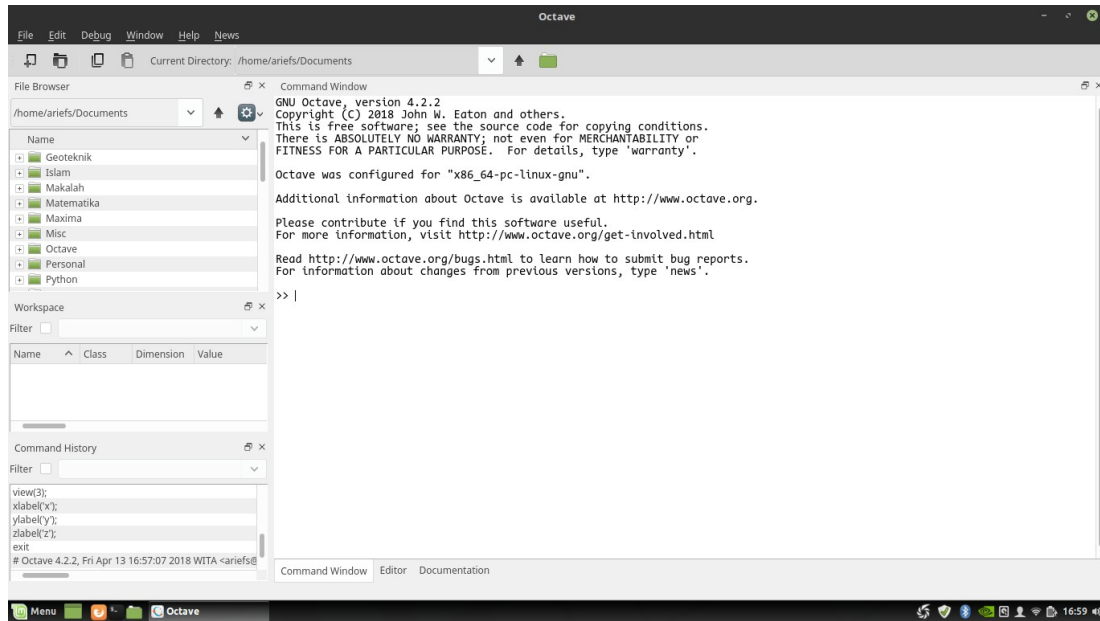
Interaksi dengan Octave

Octave dapat dijalankan melalui menu utama atau melalui terminal dengan menggunakan perintah `octave`. Setelah Octave dijalankan maka pada layar komputer akan muncul jendela Octave seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Simbol `>>` yang terdapat pada jendela Octave merupakan tempat untuk memasukkan suatu perintah. Sebagai contoh, untuk melakukan perhitungan $1.23 + 4.56$ maka ekspresi matematika tersebut diketikkan setelah simbol `>>` kemudian menekan tombol `enter` untuk menjalankan perintahnya. Octave akan menampilkan hasil perhitungannya pada baris berikutnya.

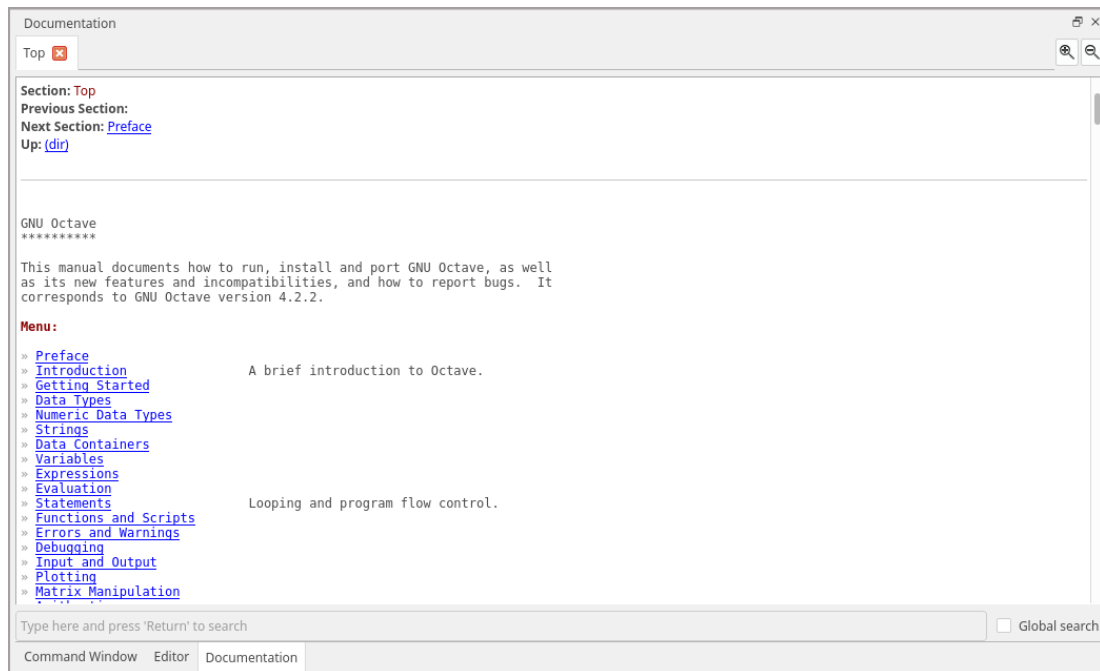
```
>> 1.23 + 4.56  
ans = 5.7900  
>>
```

Simbol `>>` yang muncul kembali menunjukkan bahwa Octave siap untuk mengerjakan perintah berikutnya.



Gambar 1. Octave

Penjelasan dan dokumentasi mengenai penggunaan program Octave dapat dilihat pada jendela Dokumentasi. Jendela tersebut dapat ditampilkan melalui menu Help - Documentation atau dengan menjalankan perintah doc.



Gambar 2. Jendela Bantuan Octave

Perintah help dapat digunakan untuk mendapatkan penjelasan mengenai suatu perintah, fungsi atau operator tertentu. Sebagai contoh, penjelasan tentang fungsi abs dapat diperoleh dengan menjalankan perintah help(abs) atau help abs.

```
>> help abs
'abs' is a built-in function from the file libinterp/corefcn/mappers.cc

-- abs (Z)
  Compute the magnitude of Z.

  The magnitude is defined as  $|Z| = \sqrt{x^2 + y^2}$ .

  For example:

      abs (3 + 4i)
      => 5

  See also: arg.
```

Additional help for built-in functions and operators is available in the online version of the manual. Use the command 'doc <topic>' to search the manual index.

Help and information about Octave is also available on the WWW at <http://www.octave.org> and via the help@octave.org mailing list.

Untuk keluar dari program Octave dapat dilakukan dengan menggunakan perintah `exit` atau `quit`, melalui menu File - Exit atau dengan menekan tombol \times yang terletak pada bagian kanan atas dari jendela Octave.

Operator, Fungsi Matematika dan Variabel

Operator untuk perhitungan aritmatika yaitu `+`, `-`, `*`, `/` dan `^`. Simbol tersebut masing-masing melambangkan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian dan pemangkatan. Di dalam Octave juga terpasang fungsi-fungsi matematika, seperti `sqrt`, `abs`, `exp`, `sin`, `cos`, `tan` dan lain sebagainya.

```
>> 1010*(sqrt(9.81^2 + 7^2)*((0.07 + 0.0214)*cos(35.5/180*pi)))
ans = 905.71
```

Nilai suatu obyek atau hasil perhitungan dapat disimpan ke dalam suatu variabel dengan statemen sebagai berikut:

```
x = ekspresi
```

dimana `x` adalah nama variabel. Dalam penggunaan variabel, huruf kecil dan huruf besar adalah berbeda. Nilai dari suatu ekspresi akan ditampilkan pada baris berikutnya kecuali jika ditambahkan tanda titik koma (`;`) pada akhir ekspresinya.

Di dalam Octave terdapat beberapa variabel khusus yang menyatakan suatu konstanta matematika, seperti `pi` untuk $\pi = 3.1415927$ dan `e` untuk $e = 2.7182818$.

Untuk memperjelas perintah-perintah yang dibuat, dapat ditambahkan suatu baris komentar. Baris komentar dapat ditulis sebagai suatu baris tersendiri atau ditulis di belakang suatu statemen. Kumpulan karakter yang terletak setelah tanda `%` atau `#` akan dianggap sebagai baris komentar.

```
>> luas = 12.5r*8
luas = 100

>> r = 10;          % radius lingkaran
```

```
>> A = pi*r^2      # luas lingkaran  
A = 314.16
```

Variabel-variabel yang telah dibuat akan disimpan dalam ruang kerja. Untuk melihat nama-nama variabel yang telah dibuat, gunakan perintah `who`. Variabel yang tersimpan dalam ruang kerja dapat dihapus dengan perintah `clear`.

```
>> who  
Variables in the current scope:  
  
A      ans      e6      lebar  luas   r      tinggi  
  
>> clear luas tinggi      % menghapus variabel luas dan tinggi  
  
>> clear                  % menghapus semua variabel
```

Bilangan Kompleks

Bilangan kompleks $z = x + iy$ dapat dinyatakan dengan $z = x + y*i$ atau $z = x + y*j$, dimana i dan j adalah variabel khusus yang merepresentasikan konstanta $\sqrt{-1}$. Operasi aritmatika terhadap bilangan kompleks dapat dilakukan dengan menggunakan notasi yang sama dengan notasi pada bilangan real.

```
>> z1 = 6 - 8*i;  
  
>> z2 = 3 + i;  
  
>> p = z1 + z2  
p = 9 - 7i  
  
>> q = z1 - z2  
q = 3 - 9i  
  
>> z1*z2  
ans = 26 - 18i  
  
>> z2/z1  
ans = 0.10000 + 0.30000i
```

Matrik dan Vektor

Salah satu kelebihan Octave yaitu kemampuannya dalam menangani berbagai macam operasi manipulasi terhadap data yang berupa suatu matrik. Pada dasarnya semua data numerik di dalam Octave dianggap sebagai suatu matrik. Vektor dan skalar merupakan bentuk khusus dari suatu matrik. Vektor adalah suatu matrik yang hanya mempunyai satu baris atau satu kolom saja, sementara itu skalar adalah suatu matrik yang hanya terdiri dari satu elemen saja.

Pembuatan data matrik dan vektor secara manual dilakukan dengan menggunakan operator kurung siku (`[]`). Dimana elemen-elemen matrik atau vektor dimasukkan diantara kedua kurung siku tersebut. Elemen yang lainnya yang terletak pada satu baris dapat dipisahkan dengan tanda koma (`,`) atau tanda spasi. Kemudian antara baris yang satu dengan yang lainnya dipisahkan dengan tanda titik koma (`;`) atau tombol Enter.

```
>> X = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];  
  
>> v = [1 2 3 4 5];      % vektor baris
```

```
>> w = [3; 5; 2];           % vektor kolom
```

Suatu vektor baris dimana nilai elemen-elemennya berubah secara konstan dari suatu nilai awal sampai nilai akhir tertentu dapat dibuat dengan sintak `i:j:k`. Apabila nilai `j` sama satu maka notasi tersebut dapat ditulis dengan notasi yang lebih singkat yaitu `i:k`.

```
>> i = 1:10
i =
    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10
```

```
>> n = 0:0.25:1
n =
    0.00000    0.25000    0.50000    0.75000    1.00000
```

```
>> m = 1:2:10
m =
    1    3    5    7    9
```

Octave juga menyediakan sejumlah fungsi yang dapat digunakan untuk membuat matrik-matrik khusus, seperti yang ditunjukkan pada contoh-contoh di bawah ini.

```
>> A = zeros(3,4)         % matrik nol
A =
    0    0    0    0
    0    0    0    0
    0    0    0    0
```

```
>> B = ones(2,5)         % matrik satuan
B =
    1    1    1    1    1
    1    1    1    1    1
```

```
>> Y = eye(3)           % matrik identitas
Y =
```

Diagonal Matrix

```
    1    0    0
    0    1    0
    0    0    1
```

```
>> D = diag(1:4)       % matrik diagonal
D =
```

Diagonal Matrix

```
    1    0    0    0
    0    2    0    0
    0    0    3    0
    0    0    0    4
```

Operasi Berbasis Vektor

Di dalam Octave, secara umum operasi-operasi matematika terhadap obyek matrik dan vektor dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus menggunakan suatu perulangan.

```
>> x = 0:pi/4:pi;
>> cos(x)
ans =
    1.0000e+000    7.0711e-001    6.1230e-017   -7.0711e-001   -1.0000e+000
>> u = [1 2 3];
>> y = exp(u)
y =
    2.7183    7.3891   20.0855
>> z = log(y)
z =
    1    2    3
```

Operasi Aljabar Linier, seperti penjumlahan, pengurangan dan perkalian, juga dapat dilakukan dengan sangat mudah tanpa harus menggunakan suatu ekspresi perulangan secara eksplisit. Pada operasi aljabar argumen-argumennya harus mempunyai dimensi yang kompatibel, jika dimensinya tidak kompatibel maka operasinya tidak dapat dieksekusi dan akan muncul suatu pesan kesalahan.

```
>> X = [9 8 5; 1 3 0; 2 4 6];
>> Y = [3 2 1; 4 5 6; 9 8 7];
>> A = X + Y
A =
    12    10     6
     5     8     6
    11    12    13
>> B = X - Y
B =
     6     6     4
    -3    -2    -6
    -7    -4    -1
>> p = [1 2; 3 8];
>> Z = A + p
error: operator +: nonconformant arguments (op1 is 3x3, op2 is 2x2)
>> j = [6;4];
>> k = ones(3);
>> g = p*j
g =
    14
    50
>> h = p*k
error: operator *: nonconformant arguments (op1 is 2x2, op2 is 3x3)
```

Di dalam Octave dapat juga dilakukan operasi perkalian dan pembagian terhadap obyek matrik dan vektor dengan melakukan operasi secara elemen dengan elemen. Notasi untuk perkalian dan pembagian secara elemen dengan elemen adalah `.*` dan `./`.

```
>> x = [1 2; 3 4];
```

```
>> y = [5 6; 7 8];
```

```
>> u = x.*y  
u =
```

```
    5    12  
   21    32
```

```
>> z = y./x
```

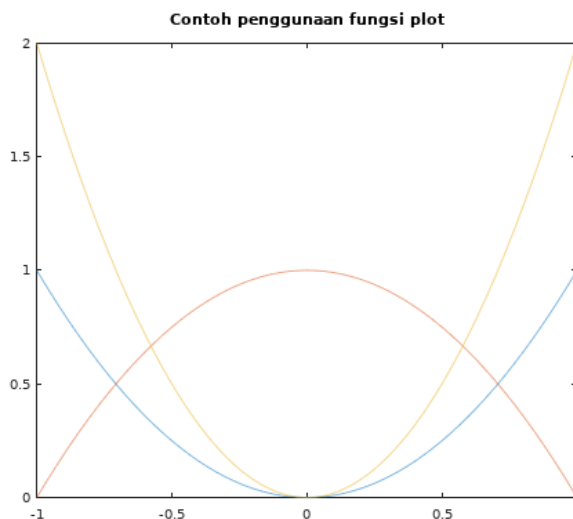
```
z =
```

```
    5.0000    3.0000  
    2.3333    2.0000
```

Visualisasi Data

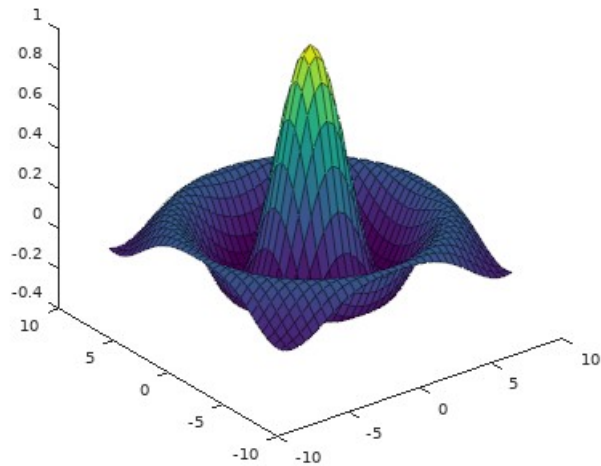
Octave dapat digunakan untuk melakukan visualisasi data, baik secara dua dimensi maupun tiga dimensi. Untuk membuat grafik dua dimensi dapat digunakan perintah `plot`, kemudian untuk grafik tiga dimensi dapat digunakan perintah `surf`. Grafik yang dihasilkan oleh perintah-perintah grafis akan ditampilkan pada jendela tersendiri, yaitu jendela grafik.

```
>> % Contoh penggunaan fungsi plot (lihat Gambar 3)  
>> x = linspace(-1,1,61)';  
>> y1 = x.^2; y2 = 1 - y1; y3 = 2*y1;  
>> plot(x,[y1 y2 y3])  
>> title('Contoh penggunaan fungsi plot')
```



Gambar 3. Contoh penggunaan fungsi plot

```
>> % Contoh penggunaan fungsi surf (lihat Gambar 4)
>> [x y] = meshgrid(-8:0.5:8);
>> r = sqrt(x.^2 + y.^2) + eps;
>> z = sin(r)./r;
>> surf(x,y,z)
```



Gambar 4. Contoh penggunaan fungsi surf

Perulangan dan Kondisional

Octave menyediakan kontrol pemrograman yang dapat digunakan untuk mengatur jalannya eksekusi suatu program dengan menggunakan statemen perulangan `for`, `while` dan kondisional `if-elseif-else`.

```
>> # Contoh statemen perulangan for
>> H = zeros(4,4);
>> for i=1:4
    for j=1:4
        H(i,j) = 1/(i+j-1);
    end
end
>> H
H =
    1.00000    0.50000    0.33333    0.25000
    0.50000    0.33333    0.25000    0.20000
    0.33333    0.25000    0.20000    0.16667
    0.25000    0.20000    0.16667    0.14286
>> # Contoh statemen perulangan while
>> a = 12.34; x = a/2; tol = 1e-6;
>> while abs(a - x^2) > tol
    x = (x + a/x)/2;
endwhile
```



```
>> x
x = 3.5128

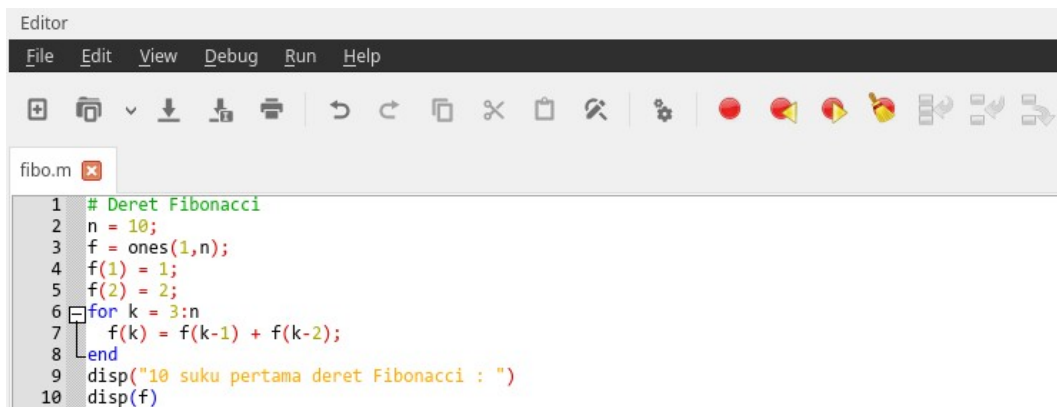
>> # Contoh statemen kondisional

>> function n=nilai(kode)
# Fungsi untuk mengkonversi nilai dari abjad menjadi angka
if kode=='A'
    n=4;
elseif kode=='B'
    n=3;
elseif kode=='C'
    n=2;
elseif kode=='D'
    n=1;
else
    n=0;
end
endfunction

>> n1 = nilai('A')
n1 = 4
```

Skrip

Skrip adalah sebuah file teks yang di dalamnya terdapat perintah-perintah Octave. Apabila suatu skrip dijalankan maka perintah-perintah yang terdapat di dalamnya akan dieksekusi seolah-olah kita mengetikkannya pada jendela perintah. Sebuah file skrip dapat dibuat melalui Editor yang disediakan oleh Octave. Gambar 5 adalah contoh sebuah skrip (*fibonacci.m*) yang menggambarkan perhitungan 10 suku pertama dari deret Fibonacci.



```
1 # Deret Fibonacci
2 n = 10;
3 f = ones(1,n);
4 f(1) = 1;
5 f(2) = 2;
6 for k = 3:n
7     f(k) = f(k-1) + f(k-2);
8 end
9 disp('10 suku pertama deret Fibonacci : ')
10 disp(f)
```

Gambar 5.

Statemen-statemen yang terdapat di dalam sebuah skrip yang sedang dibuka pada jendela Editor dapat dijalankan melalui menu Run - Save File and Run. Jika skrip *fibonacci.m* dijalankan maka tampilan berikut ini akan muncul pada Jendela Octave.

```
>> fibo

10 suku pertama deret Fibonacci :
    1    2    3    5    8   13   21   34   55   89
```

Sebuah file skrip yang tersimpan pada sebuah direktori kerja atau direktori yang terbaca oleh Octave dapat dieksekusi atau dijalankan dengan statemen `run fskrip` atau dengan statemen `fskrip` saja dimana `fskrip` adalah nama filenya. Apabila filenya tidak tersimpan pada direktori-direktori tersebut maka argumen `fskrip` harus berupa nama file skrip dan nama direktorinya.

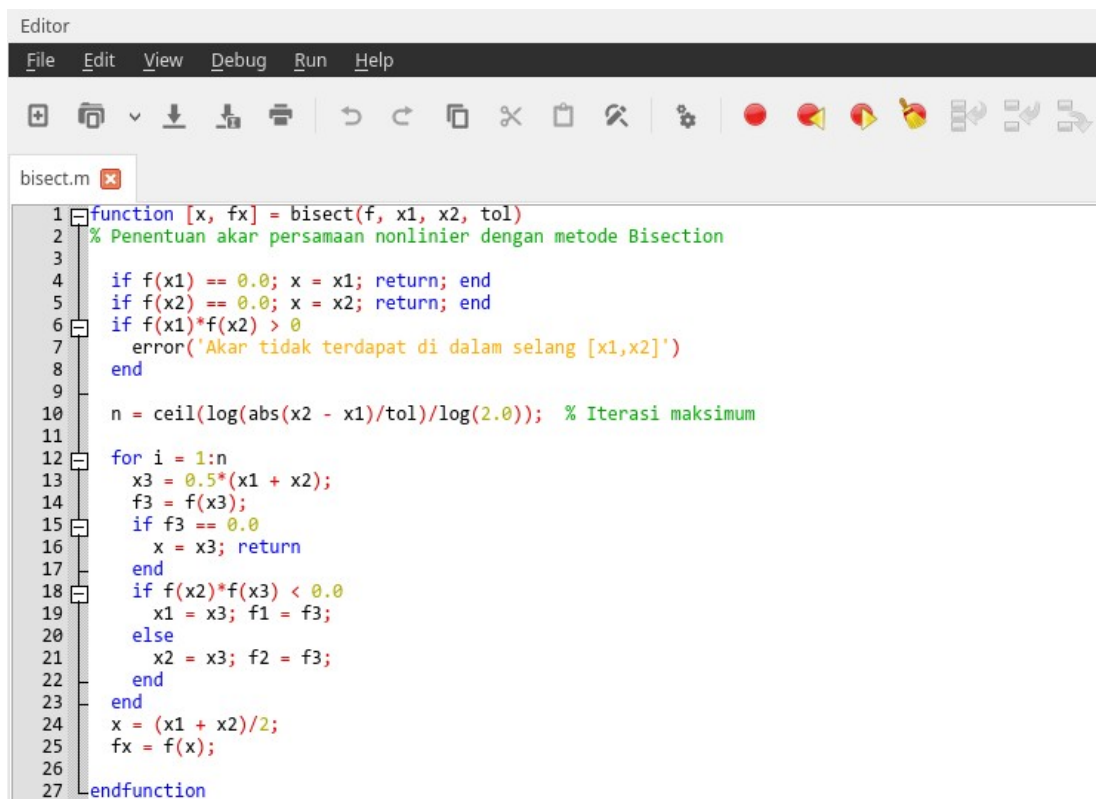
Fungsi

Fungsi merupakan kumpulan dari statemen-statement Octave yang dapat melakukan suatu komputasi atau perhitungan tertentu. Fungsi dapat dibuat dalam bentuk suatu file atau secara inline pada jendela perintah. Bentuk umum dari suatu fungsi adalah sebagai berikut:

```
function [out1,out2,...] = fname(in1,in2,...)
    statemen-statement
endfunction
```

dimana `fname` adalah nama fungsi yang dibuat, dan `in1`, `in2` adalah argumen-argumen input serta `out1`, `out2` adalah argumen-argumen output. Nama suatu file fungsi harus sama dengan nama fungsi yang terdapat di dalamnya. File fungsi harus disimpan pada salah satu direktori yang termasuk pada Octave path.

Suatu file-fungsi yang telah selesai dibuat dengan teks editor SciNotes dapat disimpan melalui menu `File - Save`. Ilustrasi dari sebuah file fungsi diberikan pada gambar 6. Fungsi tersebut [`bisect.m`] adalah fungsi untuk mencari akar dari suatu persamaan nonlinear dengan metode *bisection*.



```
Editor
File Edit View Debug Run Help
bisect.m
1 function [x, fx] = bisect(f, x1, x2, tol)
2 % Penentuan akar persamaan nonlinier dengan metode Bisection
3
4 if f(x1) == 0.0; x = x1; return; end
5 if f(x2) == 0.0; x = x2; return; end
6 if f(x1)*f(x2) > 0
7     error('Akar tidak terdapat di dalam selang [x1,x2]')
8 end
9
10 n = ceil(log(abs(x2 - x1)/tol)/log(2.0)); % Iterasi maksimum
11
12 for i = 1:n
13     x3 = 0.5*(x1 + x2);
14     f3 = f(x3);
15     if f3 == 0.0
16         x = x3; return
17     end
18     if f(x2)*f(x3) < 0.0
19         x1 = x3; f1 = f3;
20     else
21         x2 = x3; f2 = f3;
22     end
23 end
24 x = (x1 + x2)/2;
25 fx = f(x);
26
27 endfunction
```

Gambar 6.

Contoh pembuatan suatu fungsi secara inline adalah sebagai berikut:

```
>> function y = f(x)
      y = x - exp(-x);
endfunction
```

Fungsi yang telah dibuat dapat digunakan sebagaimana fungsi yang telah terpasang pada Octave. Berikut ini adalah contoh penggunaan fungsi `bisect` dan `f` yang telah dibuat.

```
>> f(1)
ans = 0.63212

>> [x0, fx0] = bisect(@f, 0, 1, 1e-6)
x0 = 0.56714
fx0 = -5.1246e-007
```

Komputasi Numerik

Di dalam Octave, berbagai macam persoalan komputasi numerik dapat diselesaikan dengan mudah, seperti yang ditunjukkan pada contoh-contoh di bawah ini.

Sistem persamaan linear $Ax = b$ dapat diselesaikan dengan mudah menggunakan operator pembagian kiri (`\`). Notasi `A\b` adalah ekuivalen dengan `inv(A)*b`.

```
>> A = [1 1 -1; 6 0 2; 6 -4 0]
A =
```

```
1  1  -1
6  0   2
6 -4   0
```

```
>> b = [0; 10; 24]
b =
```

```
0
10
24
```

```
>> x = A\b
x =
```

```
2.0000
-3.0000
-1.0000
```

Nilai determinan dan inverse matrik `A` dapat dihitung dengan menggunakan fungsi `det(A)` dan `inv(A)`.

```
>> det(A)
ans = 44
```

```
>> inv(A)
ans =
```

```
0.181818  0.090909  0.045455
0.272727  0.136364 -0.181818
-0.545455  0.227273 -0.136364
```

Penyelesaian suatu persamaan nonlinier $f(x) = 0$ dapat dilakukan dengan fungsi `fzero`, seperti yang ditunjukkan pada contoh di bawah ini.

```
>> function y = f(x)
    y = x - exp(-x);
endfunction

>> [x0, fx0] = fzero(@f, 1)
x0 = 0.56714
fx0 = 0
```

Diperoleh bahwa akar dari $f(x) = x - \exp(-x) = 0$, adalah $x = 0.5671$.

Terdapat banyak persamaan integral tertentu yang sulit atau bahkan tidak dapat diselesaikan secara analitis, salah satunya adalah seperti yang terdapat pada contoh berikut ini.

$$Q = \int_0^5 \frac{\sin(3x)}{\sqrt{x^2 + x + 1}} dx$$

Nilai suatu integral tertentu dapat dihitung dengan menggunakan fungsi `quad`. Misalkan $h(x)$ adalah fungsi yang diintegrasikan pada persamaan di atas:

```
>> function y = h(x)
    y = sin(3*x)/sqrt(x^2 + x + 1);
endfunction
```

Selanjutnya, nilai integral dapat dihitung dengan perintah sebagai berikut.

```
>> Q = quad(@h, 0, 5)
Q = 0.36487
```

Diperoleh $Q = 0.36487$.

Daftar Pustaka

- Chapra, S.C., Canale, R.P. 2015. Numerical Methods for Engineers edisi 7. McGraw-Hill. New York.
- Eaton, J.W., Bateman, D., Hauberg, S., Wehbring, R. 2017. GNU Octave Version 4.2.1 Manual: a High-level Interactive Language for Numerical Computations. <https://www.gnu.org/software/octave/doc/v4.2.1>
- Long, P.J.G. 2005. Introduction to Octave. Department of Engineering. University of Cambridge.
- Stahel, A. 2018. Octave and MATLAB for Engineers. Bern University of Applied Sciences, Switzerland.