

Nama :Nabila Shofiyatus Sholiha
NIM :23030130016
Pendidikan Matematika A 2023

Plot Dasar

Ada fungsi-fungsi dasar untuk plot. Ada koordinat layar, yang selalu berkisar dari 0 hingga 1024 pada setiap sumbu, terlepas dari apakah layar persegi atau tidak. Dan ada koordinat plot, yang dapat diatur dengan `setplot()`. Pemetaan antara koordinat tergantung pada jendela plot saat ini. Misalnya, `shrinkwindow()` default menyisakan ruang untuk label sumbu dan judul plot.

Dalam contoh, kami hanya menggambar beberapa garis acak dalam berbagai warna. Untuk detail tentang fungsi-fungsi ini, pelajari fungsi inti EMT.

```
>clg; // clear screen
>window(0,0,1024,1024); // use all of the window
>setplot(0,1,0,1); // set plot coordinates
>hold on; // start overwrite mode
>n=100; X=random(n,2); Y=random(n,2); // get random points
>colors=rgb(random(n),random(n),random(n)); // get random colors
>loop 1 to n; color(colors[#]); plot(X[#],Y[#]); end; // plot
>hold off; // end overwrite mode
>insimg; // insert to notebook
```



```
>reset;
```

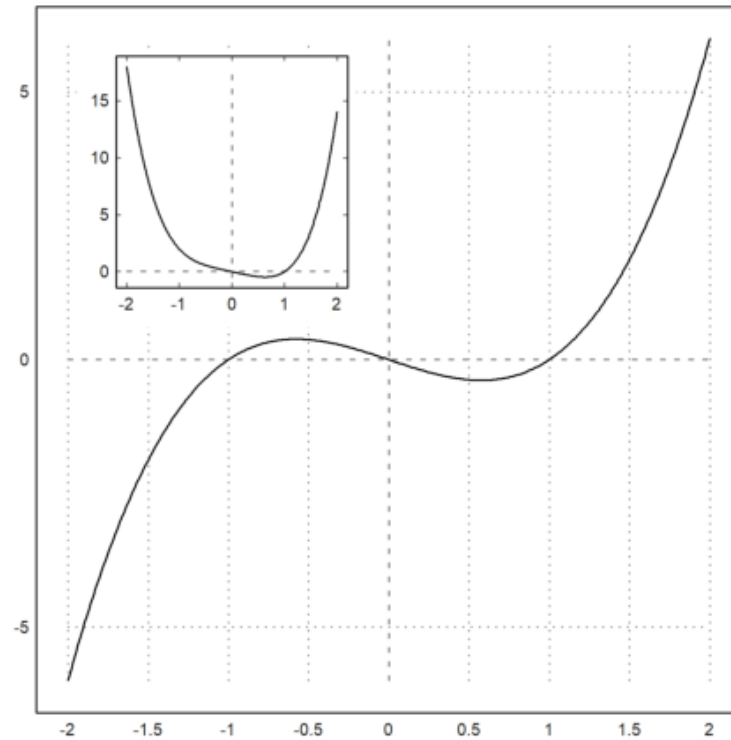
Perlu menahan grafik, karena perintah `plot()` akan menghapus jendela plot.

Untuk menghapus semua yang telah kita lakukan, kita menggunakan `reset()`.

Untuk menampilkan gambar hasil plot di layar notebook, perintah `plot2d()` dapat diakhiri dengan titik dua (`:`). Cara lain adalah perintah `plot2d()` diakhiri dengan titik koma (`;`), kemudian menggunakan perintah `insimg()` untuk menampilkan gambar hasil plot.

Sebagai contoh lain, kita menggambar plot sebagai inset dalam plot lain. Hal ini dilakukan dengan mendefinisikan jendela plot yang lebih kecil. Perhatikan bahwa jendela ini tidak menyediakan ruang untuk label sumbu di luar jendela plot. Kita harus menambahkan beberapa margin untuk ini sesuai kebutuhan. Perhatikan bahwa kita menyimpan dan mengembalikan jendela penuh, serta menahan plot saat ini saat kita memplot inset.

```
>plot2d("x^3-x");
>xw=200; yw=100; ww=300; hw=300;
>ow=window();
>window(xw,yw,xw+ww,yw+hw);
>hold on;
>barclear(xw-50,yw-10,ww+60,ww+60);
>plot2d("x^4-x",grid=6):
```



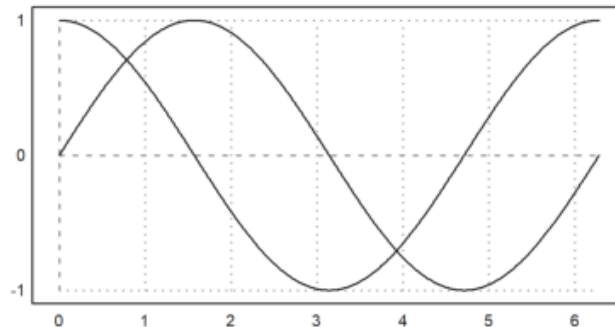
```
>hold off;  
>window(ow);
```

Plot dengan beberapa gambar dicapai dengan cara yang sama. Ada fungsi utilitas `figure()` untuk ini.

Plot default menggunakan jendela plot persegi. Anda dapat mengubah ini dengan fungsi `aspect()`. Jangan lupa untuk mereset aspek nanti. Anda juga dapat mengubah default ini di menu dengan "Set Aspect" menjadi rasio aspek tertentu atau ukuran jendela grafik saat ini.

Tetapi Anda juga dapat mengubahnya untuk satu plot. Untuk ini, ukuran area plot saat ini diubah, dan jendela diatur sehingga label memiliki ruang yang cukup.

```
>aspect(2); // rasio panjang dan lebar 2:1  
>plot2d(["sin(x)", "cos(x)"], 0, 2pi):
```



```
>aspect();  
>reset;
```

Fungsi 'reset()' mengembalikan pengaturan plot default, termasuk rasio aspek.

Plot 2D di Euler

EMT Math Toolbox memiliki plot 2D untuk data dan fungsi. EMT menggunakan fungsi 'plot2d'. Fungsi ini dapat memplot fungsi dan data.

Anda dapat memplot di Maxima menggunakan Gnuplot atau di Python menggunakan Math Plot Lib.

Euler dapat memplot 2D plot dari:

- ekspresi
- fungsi, variabel, atau kurva berparameter
- vektor nilai x-y
- awan titik dalam bidang
- kurva implisit dengan level atau wilayah level
- fungsi kompleks

Gaya plot mencakup berbagai gaya untuk garis dan titik, plot batang, dan plot berbayang.

Plot Ekspresi atau Variabel

Sebuah ekspresi tunggal dalam "x" (misalnya "4*x^2") atau nama sebuah fungsi (misalnya "f") menghasilkan grafik fungsi tersebut.

Berikut adalah contoh paling dasar, yang menggunakan rentang default dan menetapkan rentang y yang tepat untuk menyesuaikan plot fungsi tersebut:

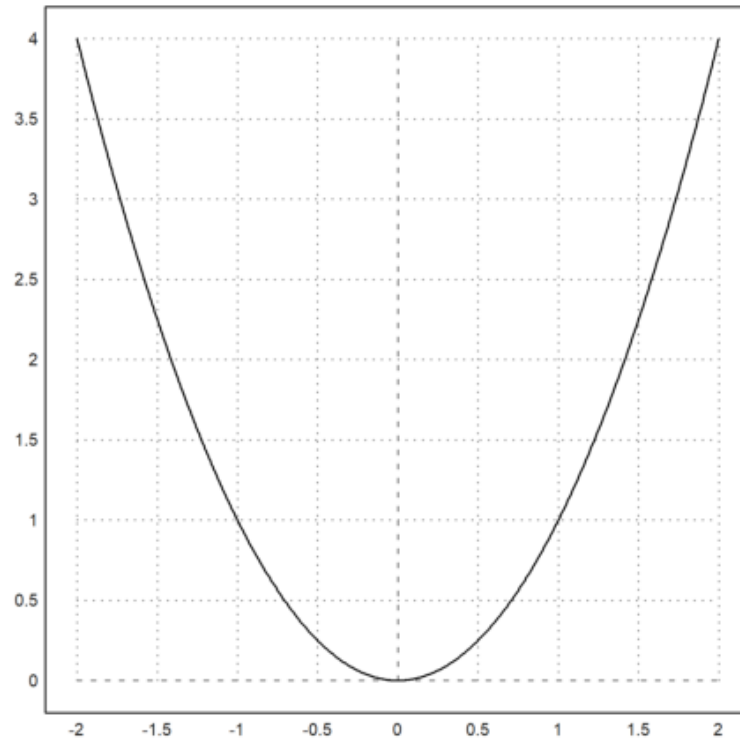
“

```
plot2d(4*x^2)
```

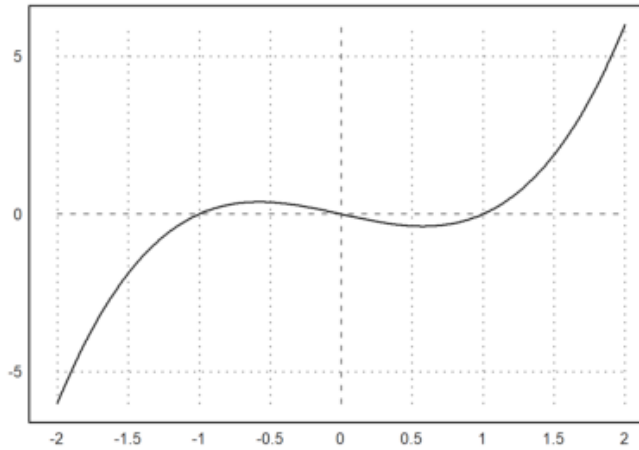
“

Catatan: Jika Anda mengakhiri baris perintah dengan titik dua ":", plot akan diinsersikan ke dalam jendela teks. Jika tidak, tekan TAB untuk melihat plot jika jendela plot tertutup.

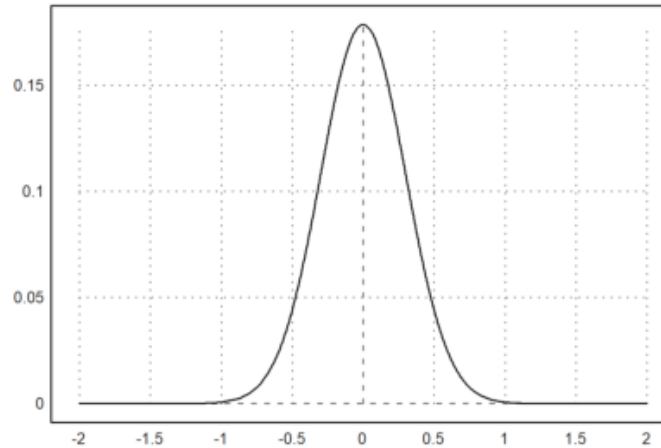
```
>plot2d("x^2"):
```



```
>aspect(1.5); plot2d("x^3-x"):
```

```
>a:=5.6; plot2d("exp(-a*x^2)/a"); insimg(30); // menampilkan gambar hasil plot setinggi 25 baris
```

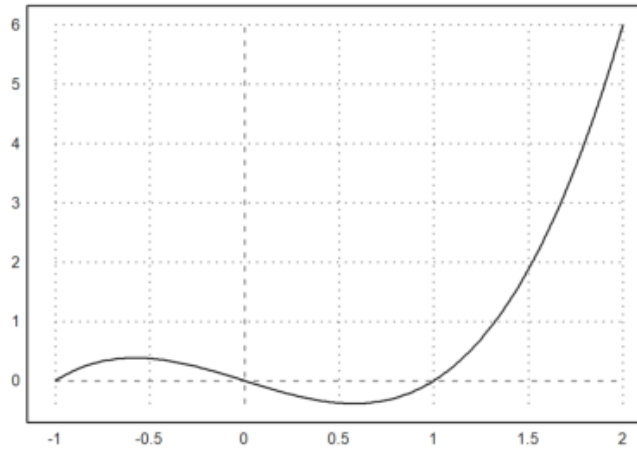


Dari beberapa contoh sebelumnya Anda dapat melihat bahwa aslinya gambar plot menggunakan sumbu X dengan rentang nilai dari -2 sampai dengan 2. Untuk mengubah rentang nilai X dan Y, Anda dapat menambahkan nilai-nilai batas X (dan Y) di belakang ekspresi yang digambar.

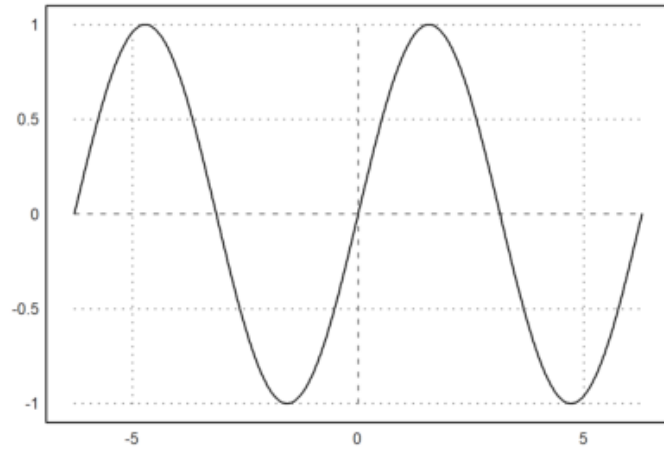
Rentang plot diatur dengan parameter yang ditetapkan berikut:

- a,b: rentang x (default -2,2)
- c,d: rentang y (default: skala dengan nilai)
- r: alternatifnya adalah radius di sekitar pusat plot
- cx,cy: koordinat pusat plot (default 0,0)

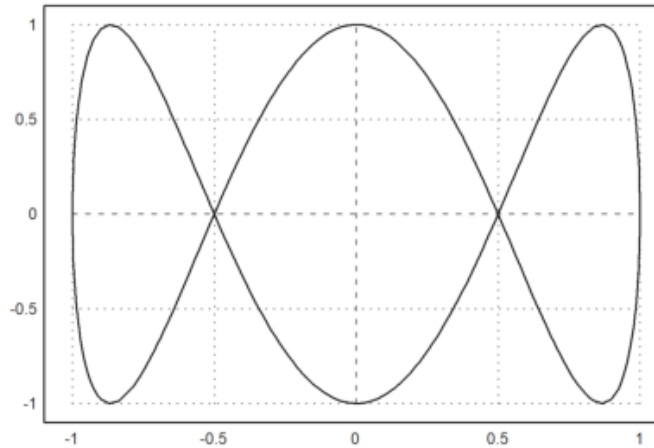
```
>plot2d("x^3-x",-1,2):
```



```
>plot2d("sin(x)",-2*pi,2*pi): // plot sin(x) pada interval [-2pi, 2pi]
```



```
>plot2d("cos(x)", "sin(3*x)", xmin=0, xmax=2pi):
```



Alternatif untuk titik dua (:) adalah perintah 'insimg(lines)', yang menyisipkan plot yang menempati sejumlah baris teks yang ditentukan.

Dalam opsi, plot dapat diatur untuk muncul:

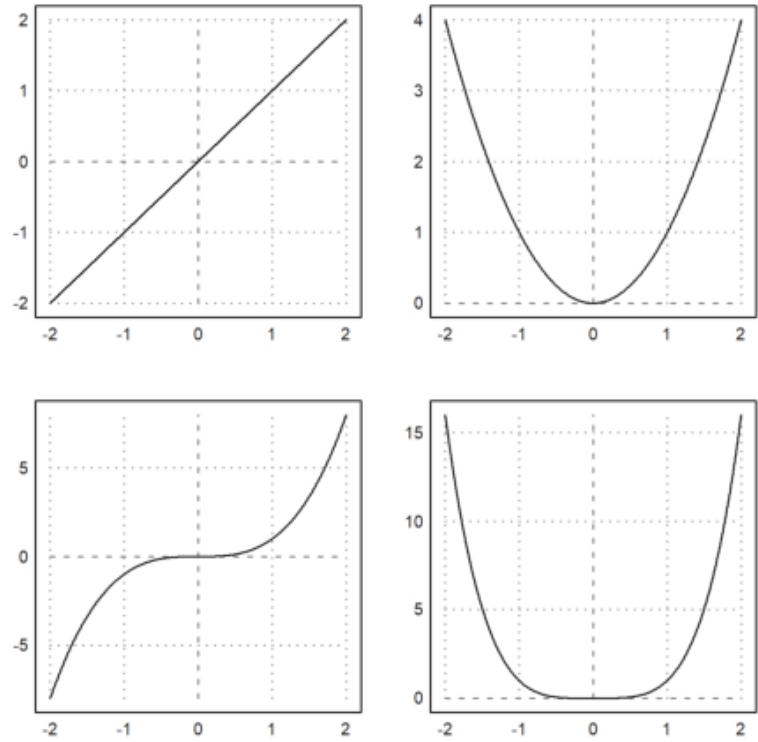
- dalam jendela terpisah yang dapat diubah ukurannya
- dalam jendela notebook

Gaya yang lebih banyak dapat dicapai dengan perintah plot tertentu.

Dalam hal apa pun, tekan tombol tabulator untuk melihat plot, jika tersembunyi.

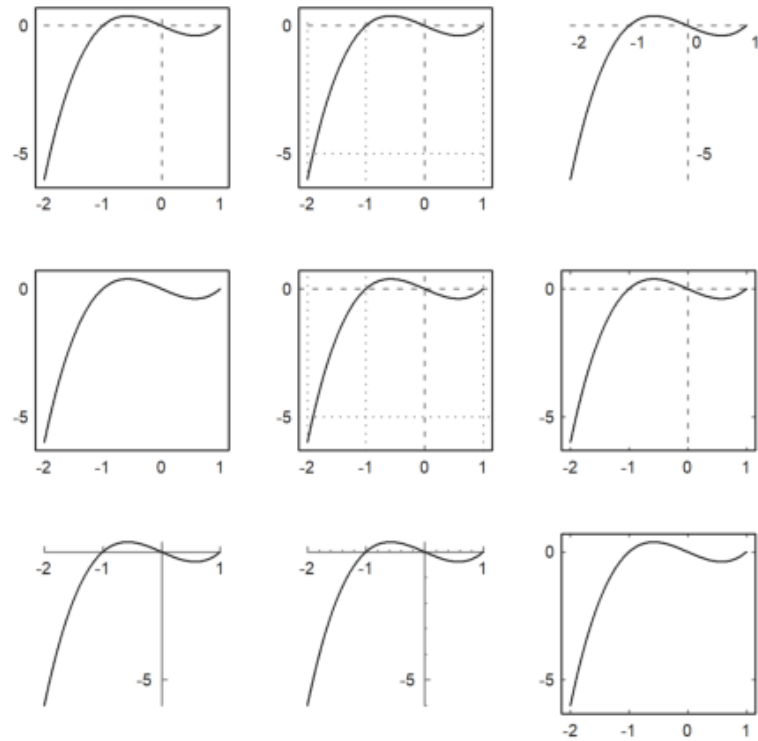
Untuk membagi jendela menjadi beberapa plot, gunakan perintah 'figure()'. Dalam contoh, kami memplot x^1 hingga x^4 menjadi 4 bagian jendela. 'figure(0)' mengatur ulang jendela default.

```
>reset;  
>figure(2,2); ...  
>for n=1 to 4; figure(n); plot2d("x^"+n); end; ...  
>figure(0):
```



Dalam 'plot2d()', terdapat gaya alternatif yang tersedia dengan 'grid=x'. Untuk gambaran umum, kami menunjukkan berbagai gaya grid dalam satu gambar (lihat di bawah untuk perintah 'figure()'). Gaya 'grid=0' tidak termasuk. Ini tidak menunjukkan grid atau bingkai.

```
>figure(3,3);...  
>for k=1:9; figure(k); plot2d("x^3-x",-2,1,grid=k); end; ...  
>figure(0):
```

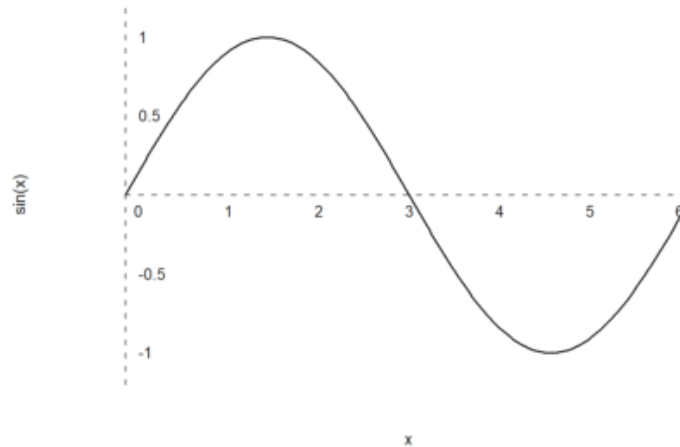


Jika argumen untuk 'plot2d()' adalah sebuah ekspresi diikuti oleh empat angka, angka-angka ini adalah rentang x dan y untuk plot.

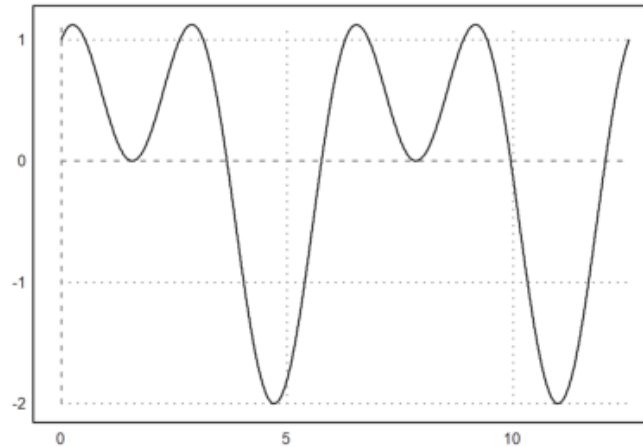
Alternatifnya, a, b, c, d dapat ditentukan sebagai parameter yang ditetapkan sebagai a=... dll.

Dalam contoh berikut, kami mengubah gaya grid, menambahkan label, dan menggunakan label vertikal untuk sumbu y.

```
>aspect(1.5); plot2d("sin(x)",0,2pi,-1.2,1.2,grid=3,xl="x",yl="sin(x)"):
```



```
>plot2d("sin(x)+cos(2*x)",0,4pi):
```

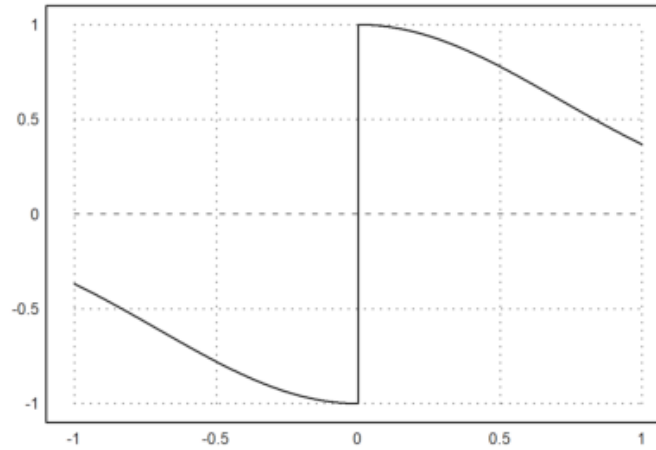



Gambar yang dihasilkan dengan menyisipkan plot ke dalam jendela teks disimpan di direktori yang sama dengan notebook, secara default dalam subdirektori bernama "images". Gambar ini juga digunakan oleh ekspor HTML.

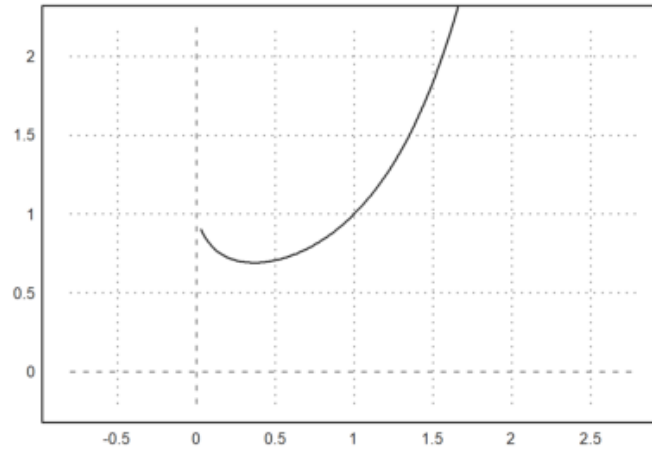
Anda dapat dengan mudah menandai gambar apa pun dan menyalinnya ke clipboard dengan Ctrl-C. Tentu saja, Anda juga dapat mengekspor grafik saat ini dengan fungsi-fungsi di menu File.

Fungsi atau ekspresi dalam 'plot2d' dievaluasi secara adaptif. Untuk kecepatan yang lebih tinggi, matikan plot adaptif dengan '<adaptive' dan tentukan jumlah subinterval dengan 'n=...'. Ini seharusnya hanya diperlukan dalam kasus-kasus langka.

```
>plot2d("sign(x)*exp(-x^2)",-1,1,<adaptive,n=10000):
```

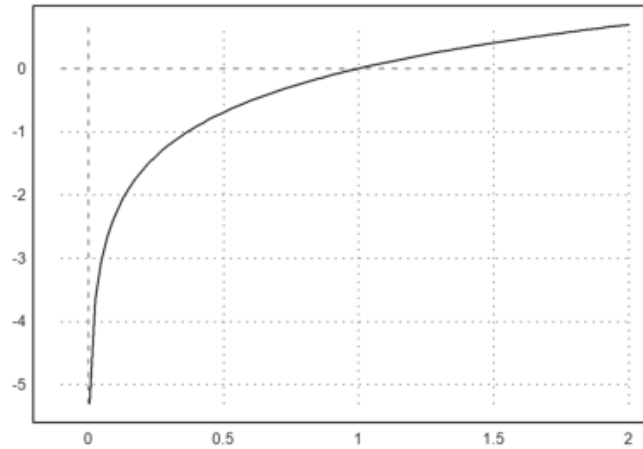


```
>plot2d("x^x",r=1.2,cx=1,cy=1):
```



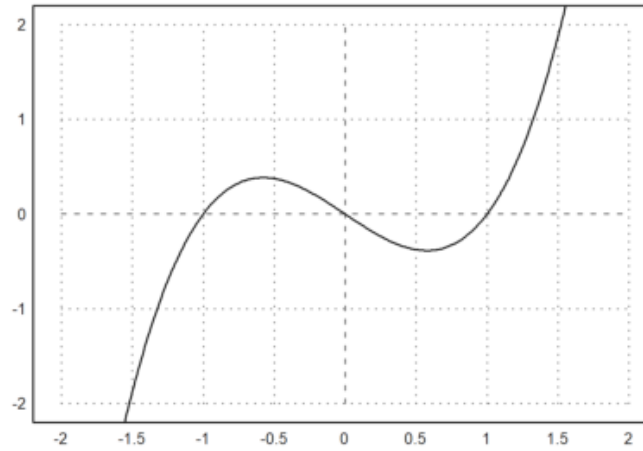
Perlu diperhatikan bahwa x^x tidak didefinisikan untuk $x \leq 0$. Fungsi `plot2d` menangkap kesalahan ini dan mulai memplot begitu fungsi tersebut didefinisikan. Hal ini berlaku untuk semua fungsi yang mengembalikan `'NAN'` di luar rentang definisinya.

```
>plot2d("log(x)",-0.1,2):
```

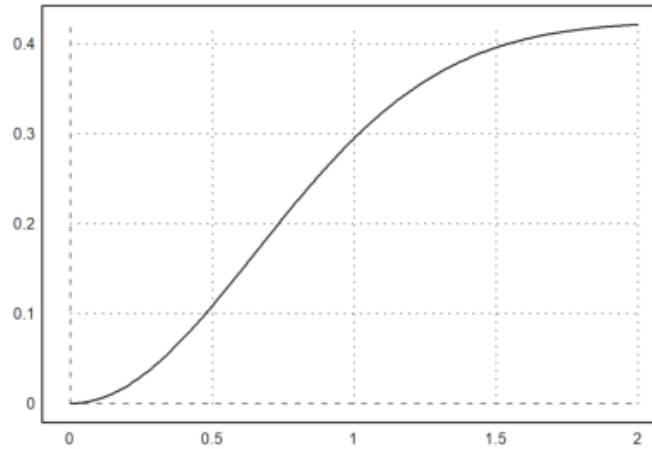


Parameter 'square=true' (atau '>square') secara otomatis memilih rentang y sehingga menghasilkan jendela plot yang persegi. Perhatikan bahwa secara default, Euler menggunakan ruang persegi di dalam jendela plot.

```
>plot2d("x^3-x",>square):
```

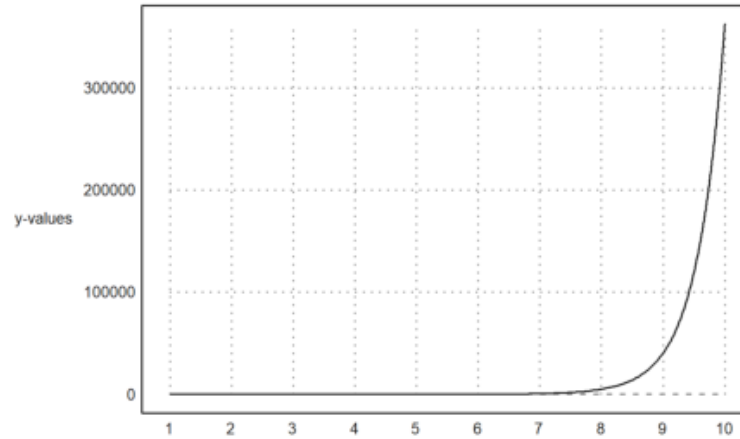


```
>plot2d('integrate("sin(x)*exp(-x^2)",0,x)',0,2): // plot integral
```



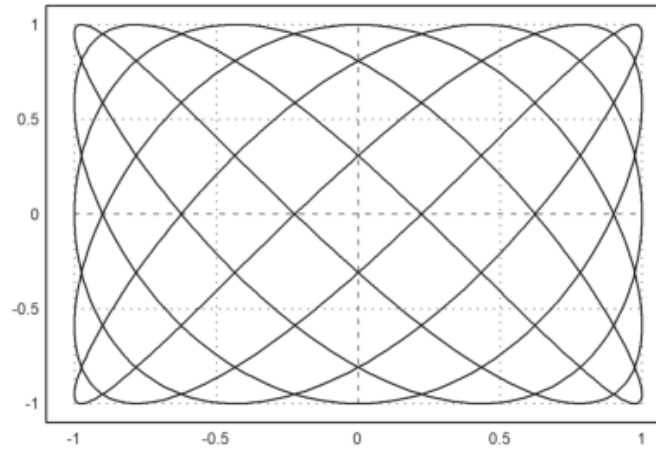
Jika Anda membutuhkan lebih banyak ruang untuk label y, panggil 'shrinkwindow()' dengan parameter yang lebih kecil, atau atur nilai positif untuk "smaller" dalam 'plot2d()'.

```
>plot2d("gamma(x)",1,10,y1="y-values",smaller=6,<vertical):
```

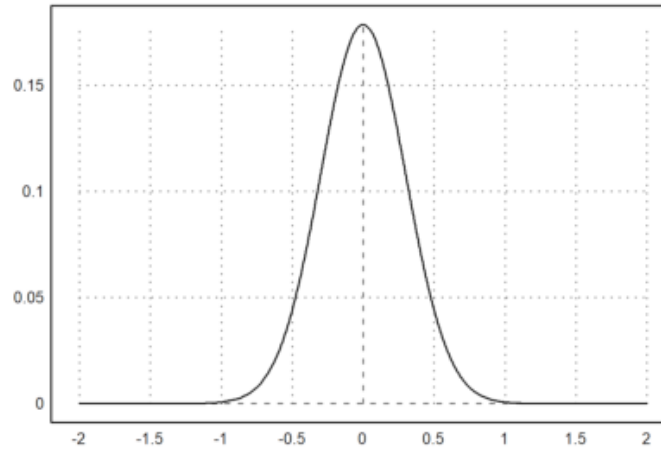


Simbol ekspresi juga dapat digunakan, karena mereka disimpan sebagai ekspresi string sederhana.

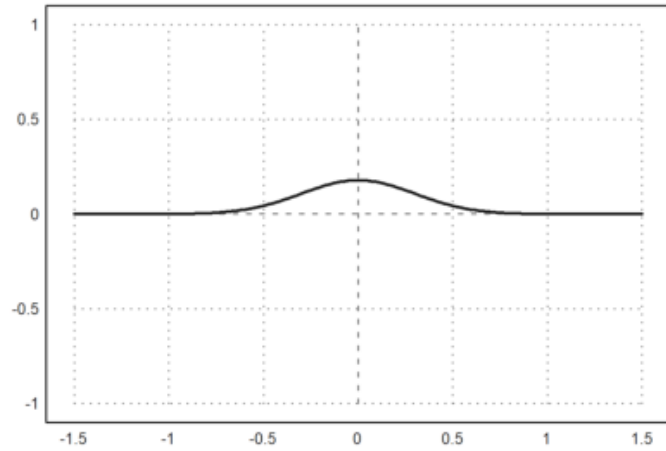
```
>x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(5x),cos(7x)):
```



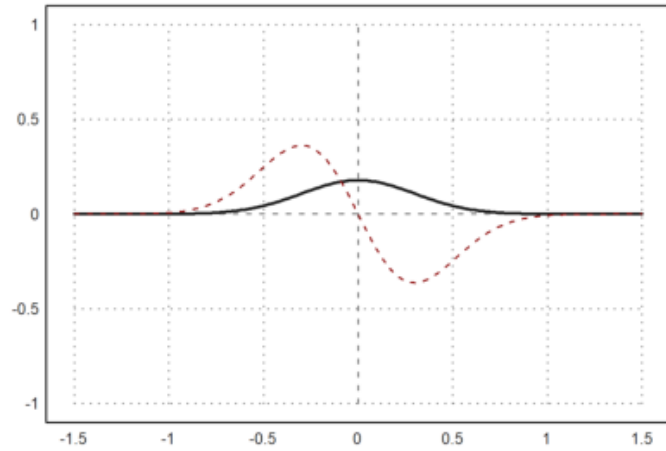
```
>a:=5.6; expr &= exp(-a*x^2)/a; // define expression  
>plot2d(expr,-2,2): // plot from -2 to 2
```

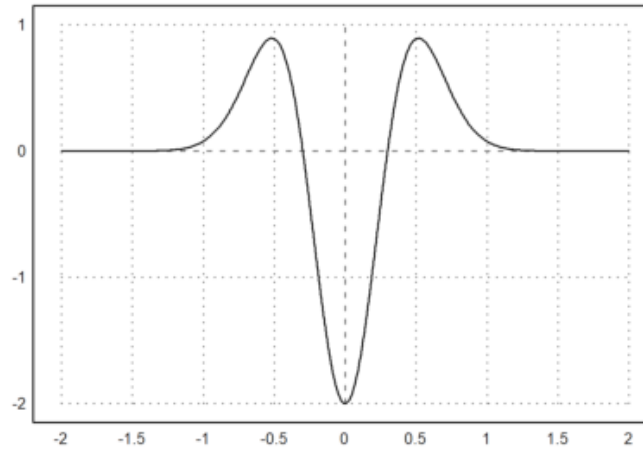
```
>plot2d(expr,r=1,thickness=2): // plot in a square around (0,0)
```



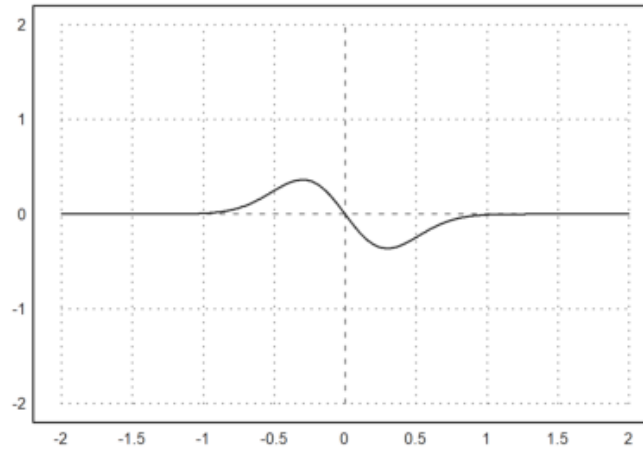
```
>plot2d(&diff(expr,x),>add,style="--",color=red): // add another plot
```



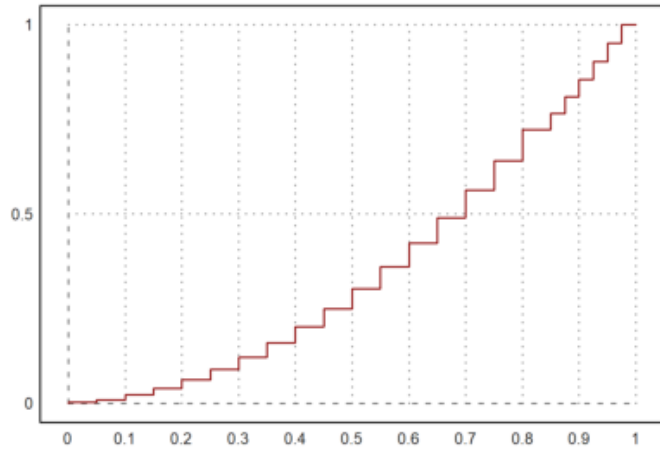
```
>plot2d(&diff(expr,x,2),a=-2,b=2,c=-2,d=1): // plot in rectangle
```



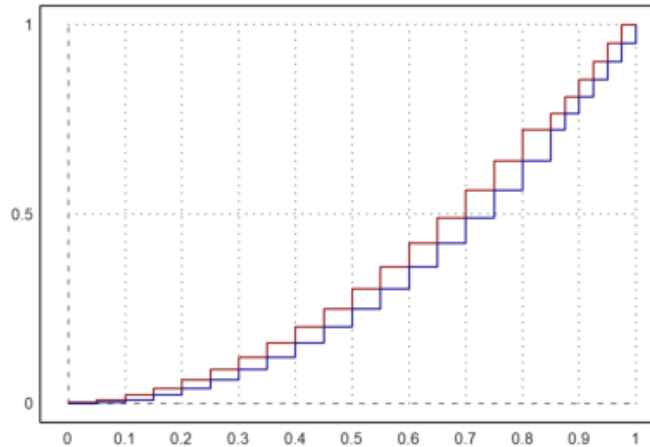
```
>plot2d(&diff(expr,x),a=-2,b=2,>square): // keep plot square
```



```
>plot2d("x^2",0,1,steps=1,color=red,n=10):
```



```
>plot2d("x^2",>add,steps=2,color=blue,n=10):
```

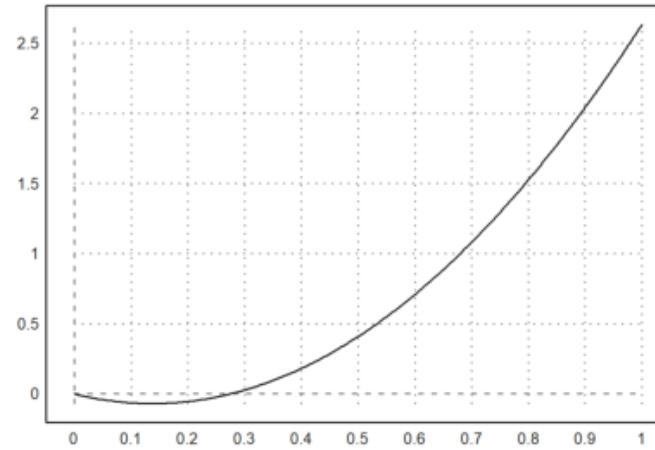


Fungsi dalam Satu Parameter

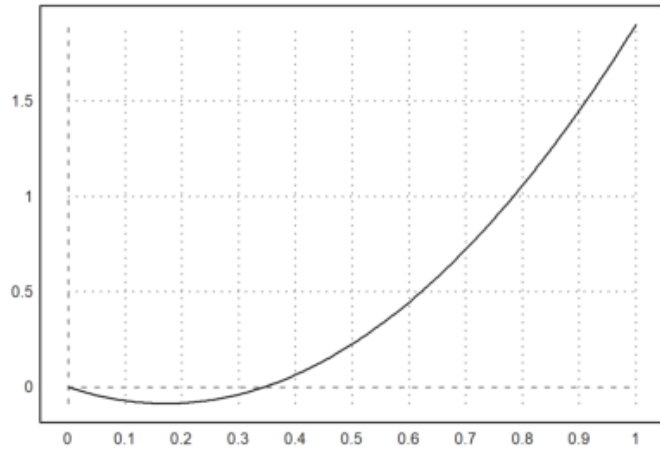
Fungsi plot yang paling penting untuk plot planar adalah 'plot2d()'. Fungsi ini diimplementasikan dalam bahasa Euler dalam file "plot.e", yang dimuat pada awal program.

Berikut adalah beberapa contoh menggunakan fungsi. Seperti biasa di EMT, fungsi yang berfungsi untuk fungsi atau ekspresi lainnya, Anda dapat meneruskan parameter tambahan (selain x) yang bukan variabel global ke fungsi dengan parameter titik koma atau dengan kumpulan panggilan.

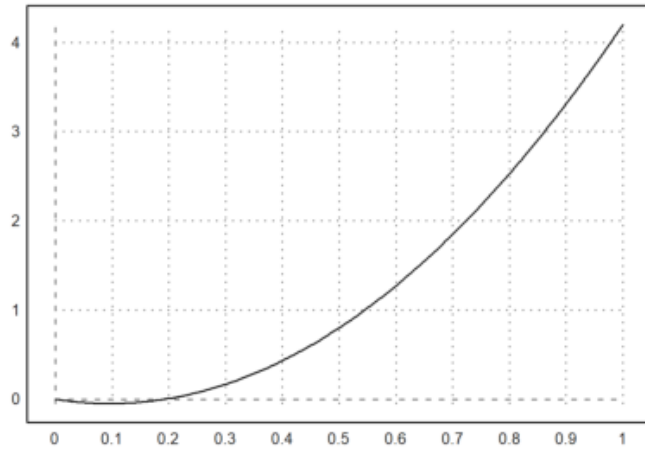
```
>function f(x,a) := x^2/a+a*x^2-x; // define a function  
>a=0.3; plot2d("f",0,1;a): // plot with a=0.3
```



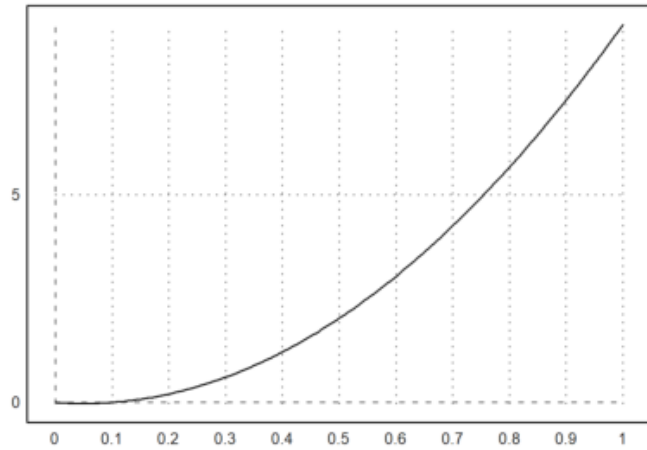
```
>plot2d("f",0,1;0.4): // plot with a=0.4
```

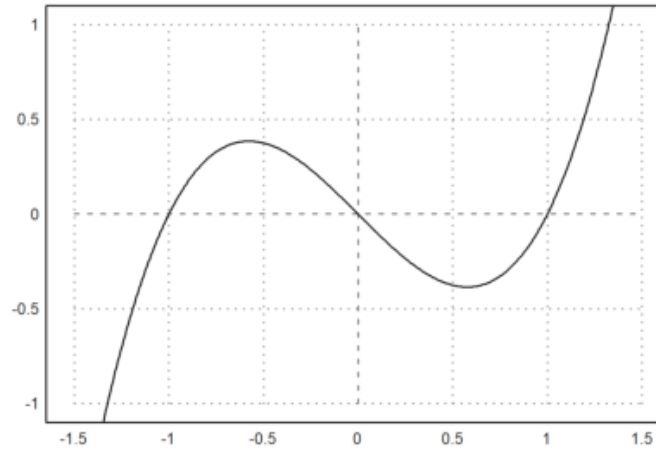
```
>plot2d({"f",0.2},0,1): // plot with a=0.2
```



```
>plot2d({"f(x,b)",b=0.1},0,1): // plot with 0.1
```



```
>function f(x) := x^3-x; ...  
>plot2d("f",r=1):
```



Ringkasan Fungsi yang Diterima

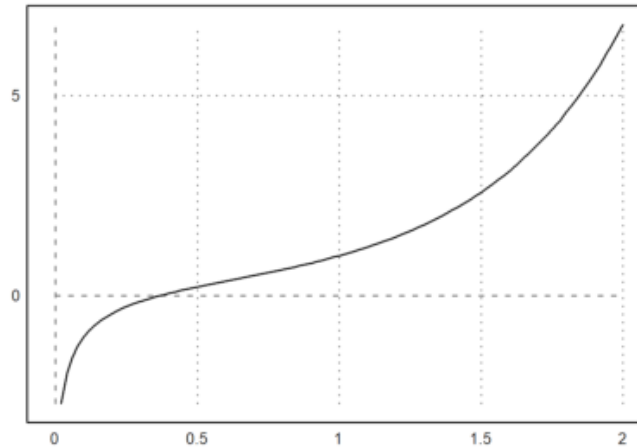
- ekspresi atau ekspresi simbolik dalam x
- fungsi atau fungsi simbolik dengan nama seperti "f"
- fungsi simbolik hanya dengan nama f

Fungsi 'plot2d()' juga menerima fungsi simbolik. Untuk fungsi simbolik, hanya nama saja yang berfungsi.

```
>function f(x) &= diff(x^x,x)
```

$$x^x (\log(x) + 1)$$

```
>plot2d(f,0,2):
```

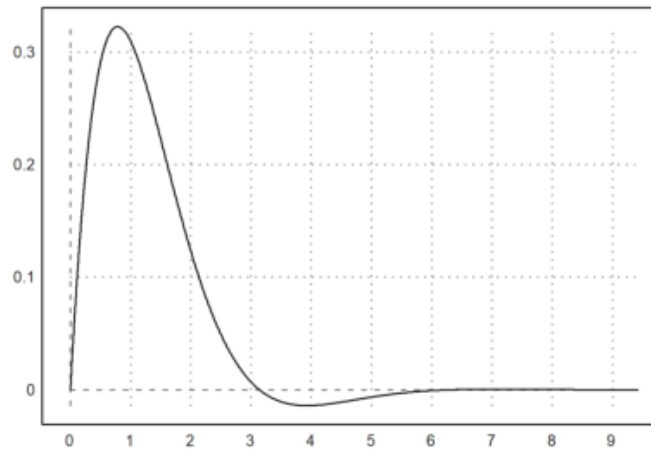


Tentu saja, untuk ekspresi atau ekspresi simbolik, cukup menyebutkan nama variabelnya untuk memplotnya.

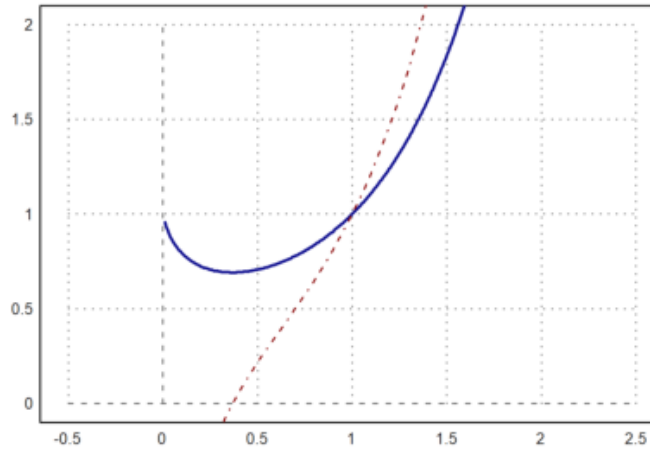
```
>expr &= sin(x)*exp(-x)
```

$$E \quad \sin(x) e^{-x}$$

```
>plot2d(expr,0,3pi):
```



```
>function f(x) &= x^x;  
>plot2d(f,r=1,cx=1,cy=1,color=blue,thickness=2);  
>plot2d(&diff(f(x),x),>add,color=red,style="-.-"):
```



Gaya Garis

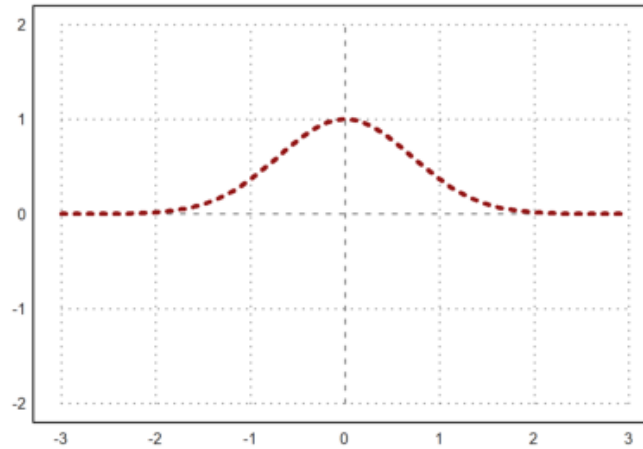
Untuk gaya garis, tersedia berbagai opsi:

- 'style="..."': Pilih dari "-", "_", "-.", ".", ".-", "-.-".
- 'color': Lihat di bawah untuk warna.
- 'thickness': Default adalah 1.

Warna dapat dipilih sebagai salah satu warna default atau sebagai warna RGB.

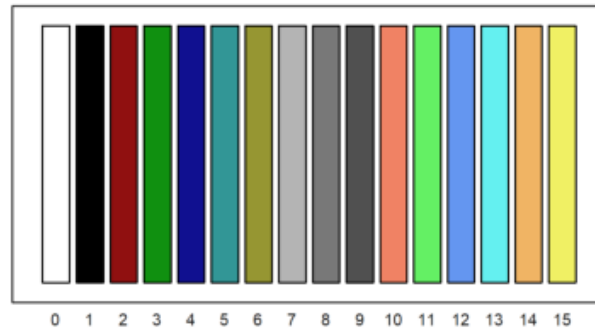
- 0..15: indeks warna default.
- konstanta warna: white, black, red, green, blue, cyan, olive, lightgray, gray, darkgray, orange, lightgreen, turquoise, lightblue, lightorange, yellow
- 'rgb(red,green,blue)': parameter adalah bilangan real dalam [0,1].

```
>plot2d("exp(-x^2)",r=2,color=red,thickness=3,style="--"):
```



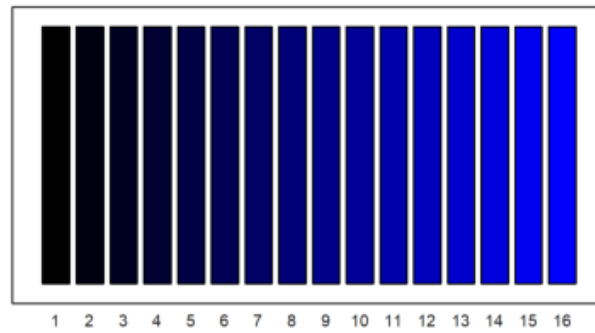
Berikut adalah tampilan warna EMT yang telah ditentukan sebelumnya.

```
>aspect(2); columnsplot(ones(1,16),lab=0:15,grid=0,color=0:15):
```

Tapi Anda bisa menggunakan warna apa saja.

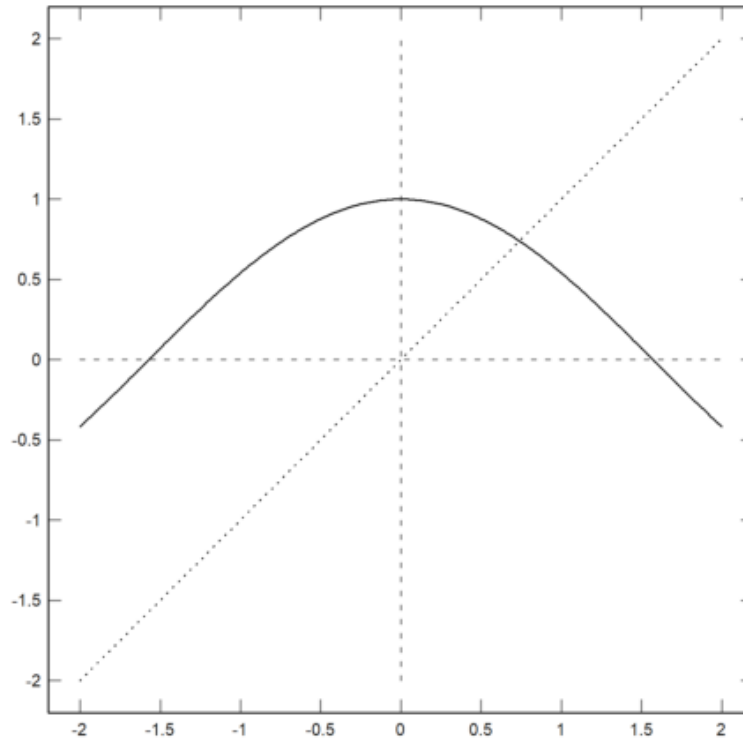
```
>columnsplot(ones(1,16),grid=0,color=rgb(0,0,linspace(0,1,15))):
```



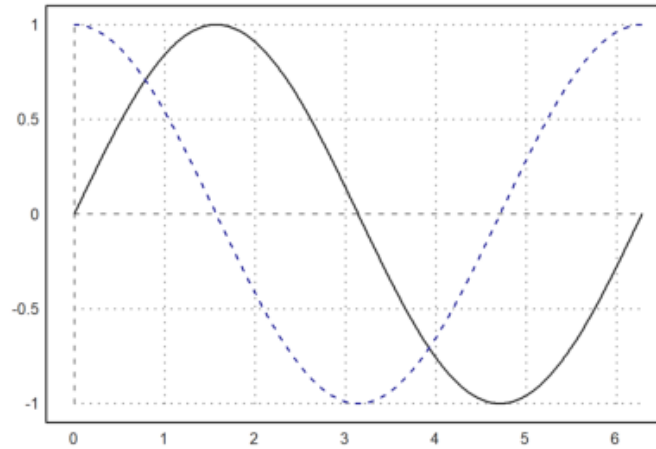
Menggambar Beberapa Kurva pada bidang koordinat yang sama

Plot lebih dari satu fungsi (multiple function) ke dalam satu jendela dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu metodenya adalah menggunakan `>add` untuk beberapa panggilan ke `plot2d` secara keseluruhan, kecuali panggilan pertama. Kami telah menggunakan fitur ini pada contoh di atas.

```
>aspect(); plot2d("cos(x)",r=2,grid=6); plot2d("x",style=".",>add):
```

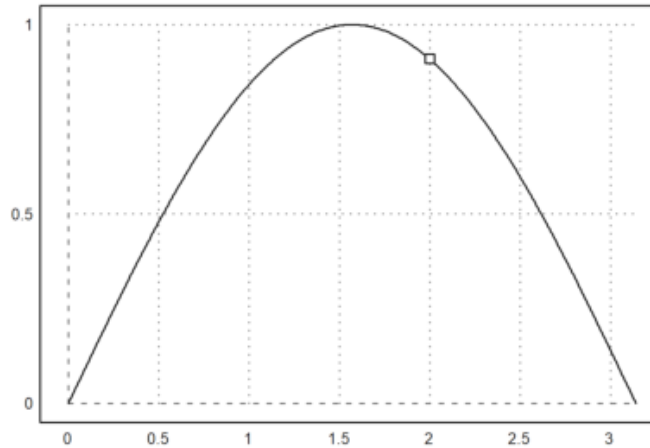


```
>aspect(1.5); plot2d("sin(x)",0,2pi); plot2d("cos(x)",color=blue,style="--",>add):
```



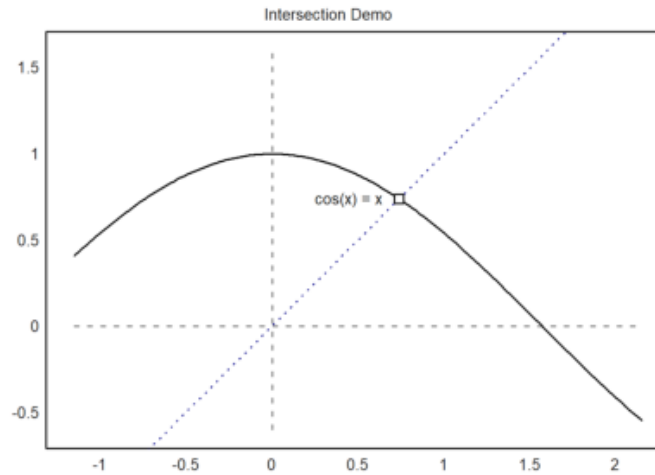
Salah satu kegunaan `>add` adalah untuk menambahkan titik pada kurva.

```
>plot2d("sin(x)",0,pi); plot2d(2,sin(2),>points,>add):
```



Kita tambahkan titik perpotongan dengan label (pada posisi "cl" untuk kiri tengah), dan masukkan hasilnya ke dalam buku catatan. Kami juga menambahkan judul pada plot.

```
>plot2d(["cos(x)","x"],r=1.1,cx=0.5,cy=0.5, ...
>color=[black,blue],style=["-","."], ...
>grid=1);
>x0=solve("cos(x)-x",1); ...
>plot2d(x0,x0,>points,>add,title="Intersection Demo"); ...
>label("cos(x) = x",x0,x0,pos="cl",offset=20):
```



Dalam demo berikut, kita memplot fungsi $\sin(x)=\sin(x)/x$ dan ekspansi Taylor ke-8 dan ke-16. Kami menghitung perluasan ini menggunakan Maxima melalui ekspresi simbolik. Plot ini dilakukan dalam perintah multi-baris berikut dengan tiga panggilan ke `plot2d()`. Yang kedua dan ketiga memiliki kumpulan tanda `>add`, yang membuat plot menggunakan rentang sebelumnya. Kami menambahkan kotak label yang menjelaskan fungsinya.

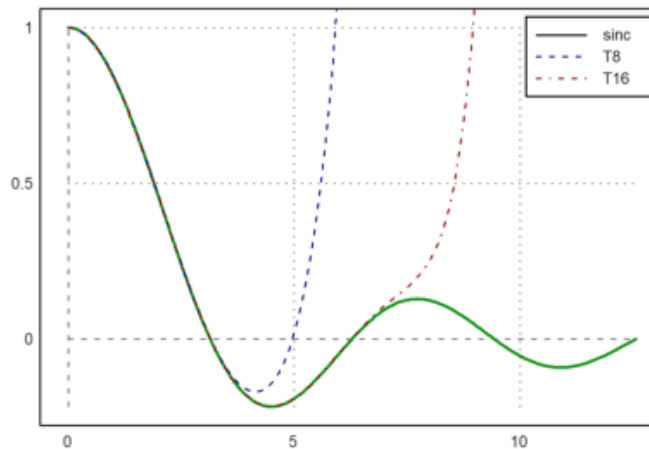
```
>$taylor(sin(x)/x,x,0,4)
```

$$\frac{x^4}{120} - \frac{x^2}{6} + 1$$

```

>plot2d("sinc(x)",0,4pi,color=green,thickness=2); ...
>plot2d(&taylor(sin(x)/x,x,0,8),>add,color=blue,style="--"); ...
>plot2d(&taylor(sin(x)/x,x,0,16),>add,color=red,style="-.-"); ...
>labelbox(["sinc","T8","T16"],styles=["-","--","-.-"], ...
>color=[black,blue,red]):

```



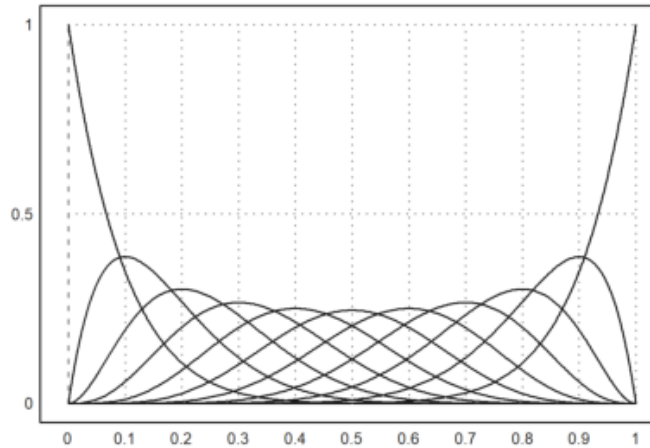
Dalam contoh berikut, kami menghasilkan Polinomial Bernstein.

$$B_i(x) = \binom{n}{i} x^i (1-x)^{n-i}$$

```

>plot2d("(1-x)^10",0,1); // plot first function
>for i=1 to 10; plot2d("bin(10,i)*x^i*(1-x)^(10-i)",>add); end;
>insimg;

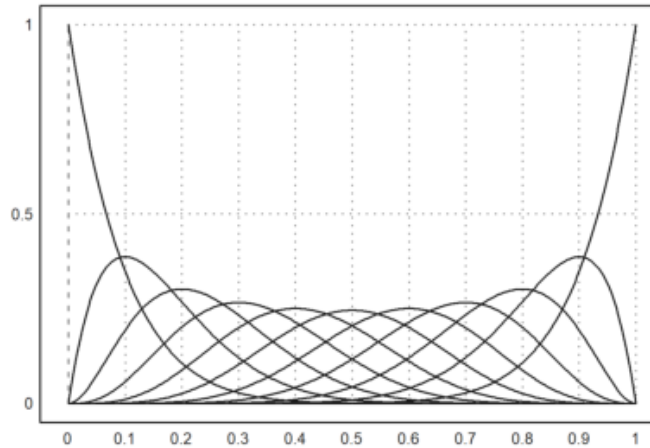
```



Cara kedua adalah dengan menggunakan pasangan matriks bernilai x dan matriks bernilai y yang berukuran sama.

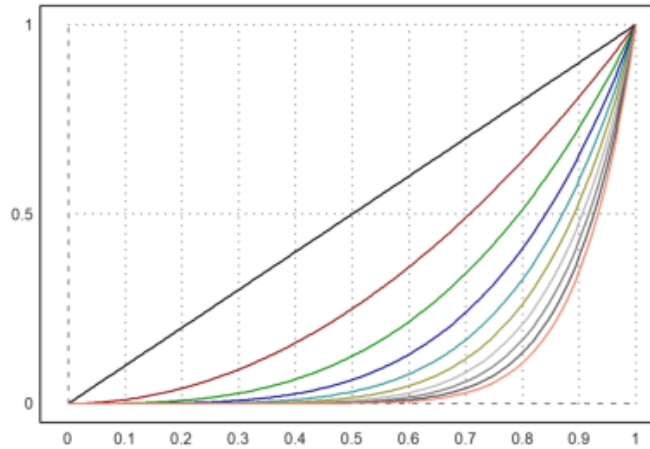
Kami menghasilkan matriks nilai dengan satu Polinomial Bernstein di setiap baris. Untuk ini, kita cukup menggunakan vektor kolom i . Lihat pendahuluan tentang bahasa matriks untuk mempelajari lebih detail.

```
>x=linspace(0,1,500);
>n=10; k=(0:n)'; // n is row vector, k is column vector
>y=bin(n,k)*x^k*(1-x)^(n-k); // y is a matrix then
>plot2d(x,y):
```

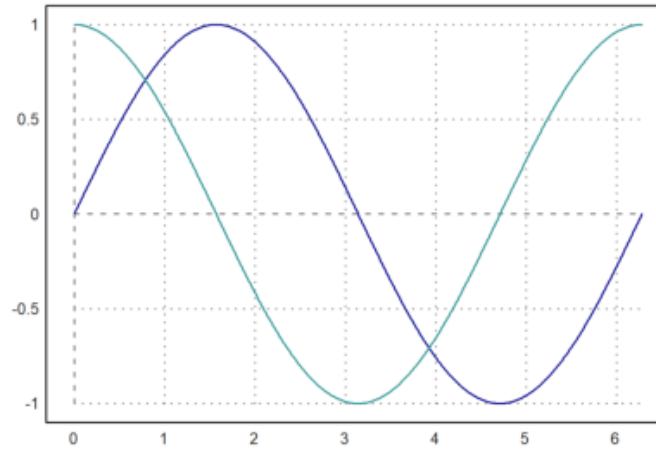
Perhatikan bahwa parameter warna dapat berupa vektor. Kemudian setiap warna digunakan untuk setiap baris matriks.

```
>x=linspace(0,1,200); y=x^(1:10)'; plot2d(x,y,color=1:10):
```

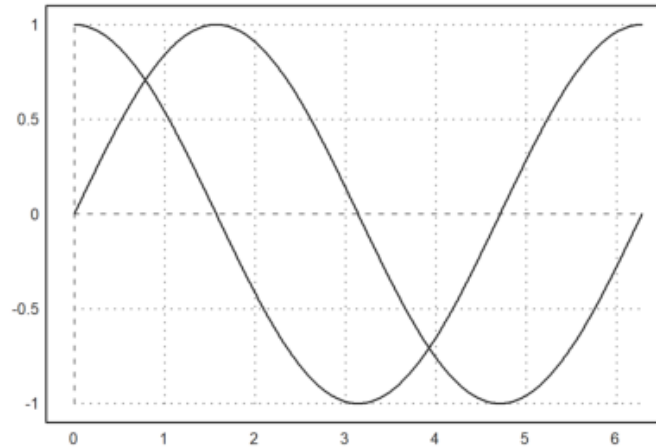


Metode lain adalah menggunakan vektor ekspresi (string). Anda kemudian dapat menggunakan susunan warna, susunan gaya, dan susunan ketebalan dengan panjang yang sama.

```
>plot2d(["sin(x)","cos(x)"],0,2pi,color=4:5):
```



```
>plot2d(["sin(x)","cos(x)"],0,2pi): // plot vector of expressions
```



Kita bisa mendapatkan vektor seperti itu dari Maxima menggunakan makelist() dan mxm2str().

```
>v &= makelist(binomial(10,i)*x^i*(1-x)^(10-i),i,0,10) // make list
```

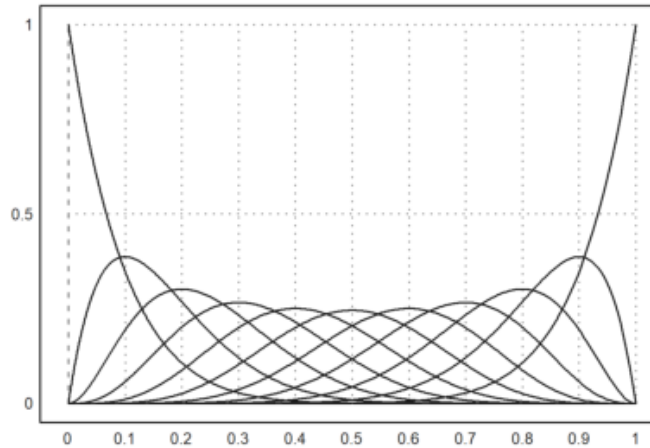
```

          10          9          8 2          7 3
      [(1 - x) , 10 (1 - x) x, 45 (1 - x) x , 120 (1 - x) x ,
        6 4          5 5          4 6          3 7
210 (1 - x) x , 252 (1 - x) x , 210 (1 - x) x , 120 (1 - x) x ,
        2 8          9 10
45 (1 - x) x , 10 (1 - x) x , x ]
```

```
>mxm2str(v) // get a vector of strings from the symbolic vector
```

```
(1-x)^10  
10*(1-x)^9*x  
45*(1-x)^8*x^2  
120*(1-x)^7*x^3  
210*(1-x)^6*x^4  
252*(1-x)^5*x^5  
210*(1-x)^4*x^6  
120*(1-x)^3*x^7  
45*(1-x)^2*x^8  
10*(1-x)*x^9  
x^10
```

```
>plot2d(mxm2str(v),0,1): // plot functions
```

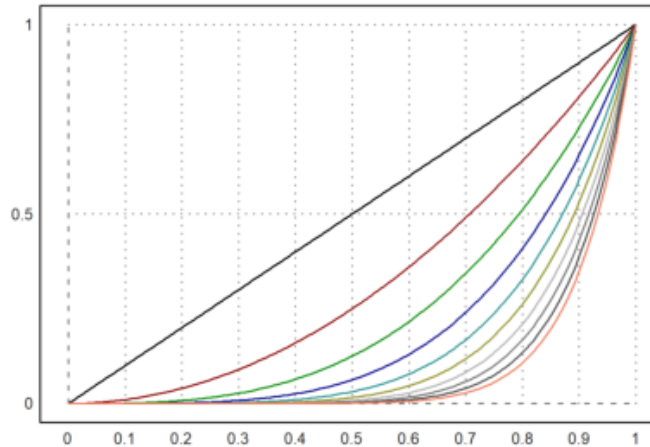


Alternatif lain adalah dengan menggunakan bahasa matriks Euler.

Jika suatu ekspresi menghasilkan matriks fungsi, dengan satu fungsi di setiap baris, semua fungsi tersebut akan diplot ke dalam satu plot.

Untuk ini, gunakan vektor parameter dalam bentuk vektor kolom. Jika array warna ditambahkan maka akan digunakan untuk setiap baris plot.

```
>n=(1:10)'; plot2d("x^n",0,1,color=1:10):
```

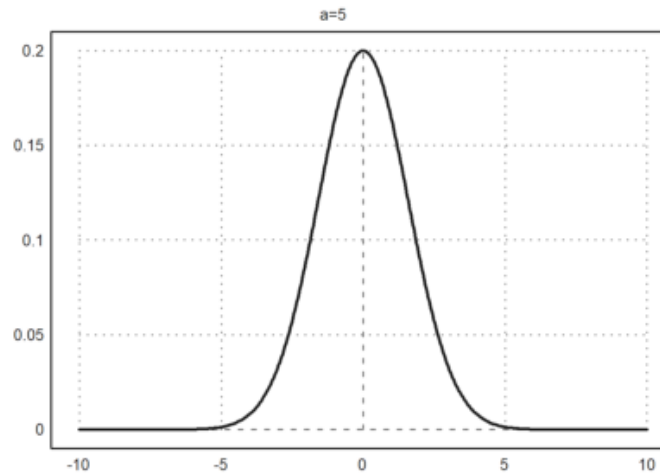


Ekspresi dan fungsi satu baris dapat melihat variabel global.

Jika Anda tidak dapat menggunakan variabel global, Anda perlu menggunakan fungsi dengan parameter tambahan, dan meneruskan parameter ini sebagai parameter titik koma.

Berhati-hatilah, untuk meletakkan semua parameter yang ditetapkan di akhir perintah plot2d. Dalam contoh ini kita meneruskan $a=5$ ke fungsi f , yang kita plot dari -10 hingga 10.

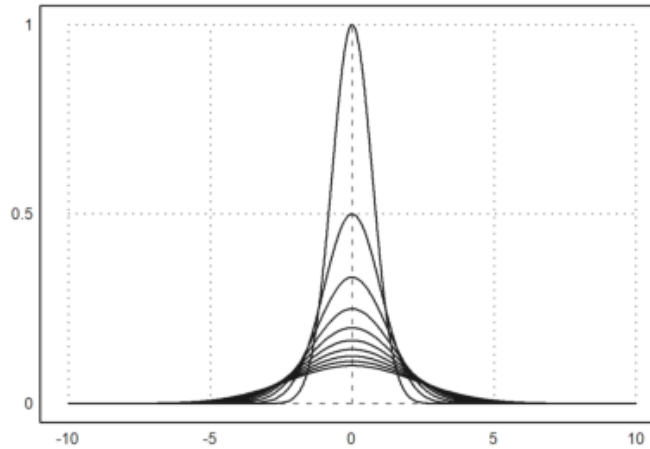
```
>function f(x,a) := 1/a*exp(-x^2/a); ...  
>plot2d("f",-10,10;5,thickness=2,title="a=5"):
```



Alternatifnya, gunakan koleksi dengan nama fungsi dan semua parameter tambahan. Daftar khusus ini disebut kumpulan panggilan, dan ini adalah cara yang lebih disukai untuk meneruskan argumen ke suatu fungsi yang kemudian diteruskan sebagai argumen ke fungsi lain.

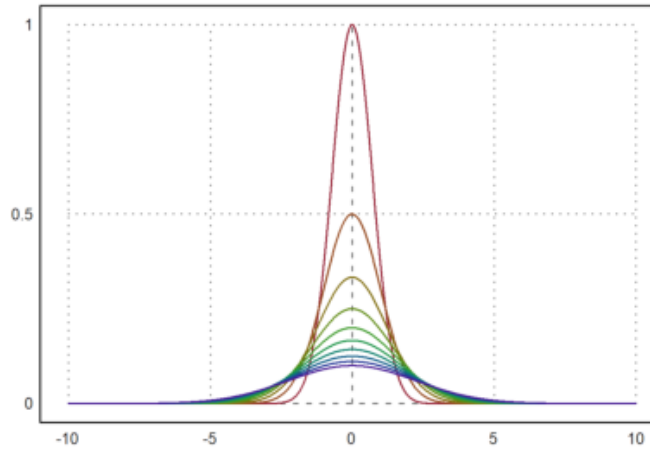
Pada contoh berikut, kita menggunakan loop untuk memplot beberapa fungsi (lihat tutorial tentang pemrograman loop).

```
>plot2d({"f",1},-10,10); ...  
>for a=2:10; plot2d({"f",a},>add); end:
```

Kita dapat mencapai hasil yang sama dengan cara berikut menggunakan bahasa matriks EMT. Setiap baris matriks $f(x,a)$ merupakan satu fungsi. Selain itu, kita dapat mengatur warna untuk setiap baris matriks. Klik dua kali pada fungsi `getspectral()` untuk penjelasannya.

```
>x=-10:0.01:10; a=(1:10)'; plot2d(x,f(x,a),color=getspectral(a/10)):
```



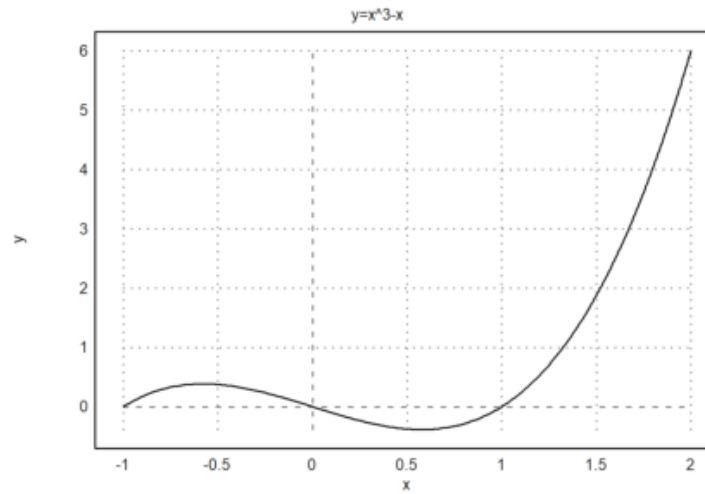
Label Teks

Dekorasi sederhana pun bisa

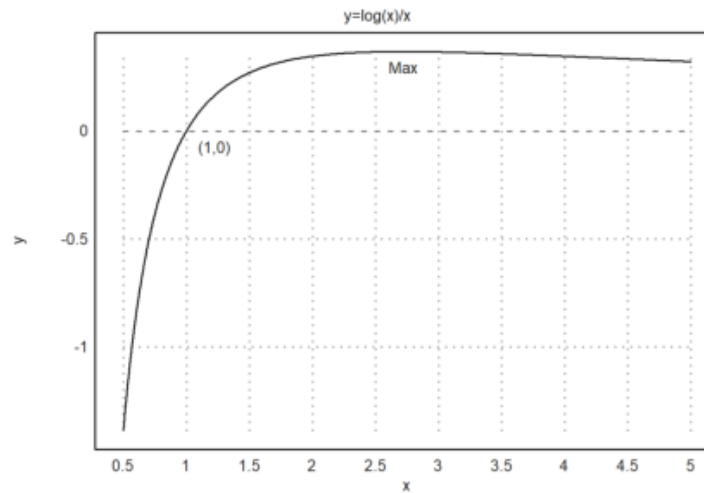
- judul dengan judul = "..."
- label x dan y dengan xl="...", yl="..."
- label teks lain dengan label("...",x,y)

Perintah label akan memplot ke plot saat ini pada koordinat plot (x,y). Hal ini memerlukan argumen posisional.

```
>plot2d("x^3-x",-1,2,title="y=x^3-x",yl="y",xl="x"):
```



```
>expr := "log(x)/x"; ...  
>plot2d(expr,0.5,5,title="y="+expr,xl="x",yl="y"); ...  
>label("(1,0)",1,0); label("Max",E,expr(E),pos="lc"):
```



Ada juga fungsi `labelbox()`, yang dapat menampilkan fungsi dan teks. Dibutuhkan vektor string dan warna, satu item untuk setiap fungsi.

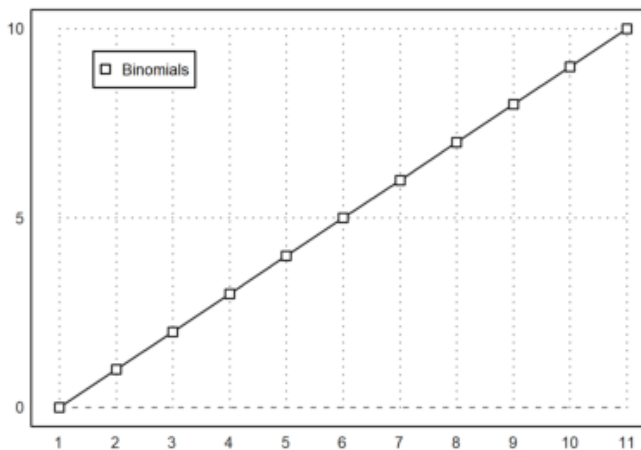
```
>function f(x) &= x^2*exp(-x^2); ...
>plot2d(&f(x),a=-3,b=3,c=-1,d=1); ...
>plabelbox(["function","derivative"],styles=["-","--"], ...lot2d(&diff(f(x),x),>add,color=blue,style
>colors=[black,blue],w=0.4):
```

Kotak ini berlabuh di kanan atas secara default, tetapi >kiri berlabuh di kiri atas. Anda dapat memindahkannya ke tempat mana pun yang Anda sukai. Posisi jangkar berada di pojok kanan atas kotak, dan angkanya merupakan pecahan dari ukuran jendela grafis. Lebarinya otomatis.

Untuk plot titik, kotak label juga berfungsi. Tambahkan parameter >points, atau vektor bendera, satu untuk setiap label.

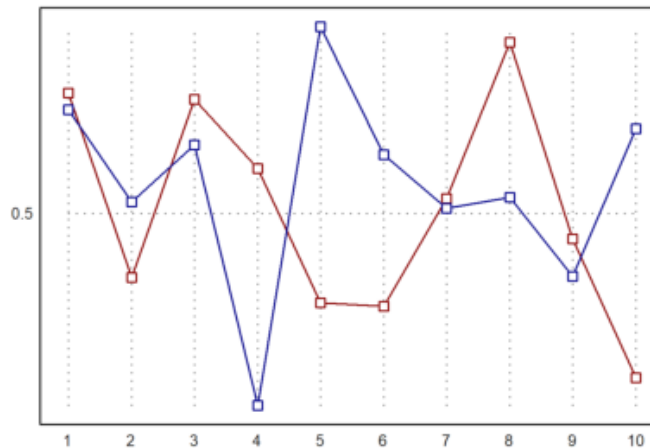
Pada contoh berikut, hanya ada satu fungsi. Jadi kita bisa menggunakan string sebagai pengganti vektor string. Kami mengatur warna teks menjadi hitam untuk contoh ini.

```
>n=10; plot2d(0:n;bin(n,0:n),>addpoints); ...  
>labelbox("Binomials",styles="[]",>points,x=0.1,y=0.1, ...  
>tcolor=black,>left):
```



Gaya plot ini juga tersedia di `statplot()`. Seperti di `plot2d()` warna dapat diatur untuk setiap baris plot. Masih banyak lagi plot khusus untuk keperluan statistik (lihat tutorial tentang statistik).

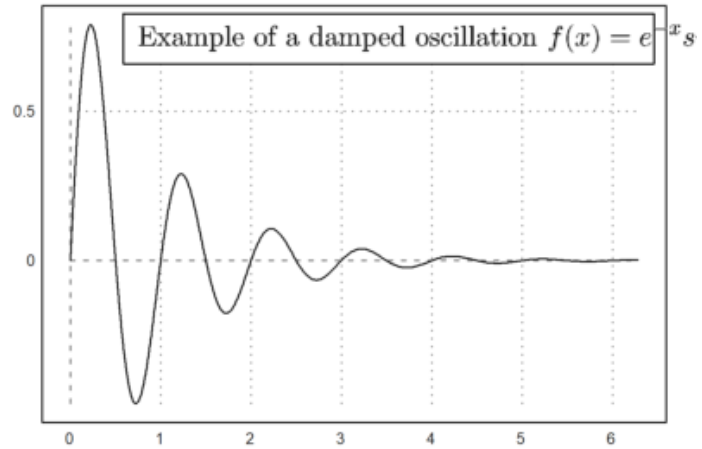
```
>statplot(1:10,random(2,10),color=[red,blue]):
```



Fitur serupa adalah fungsi `textbox()`.

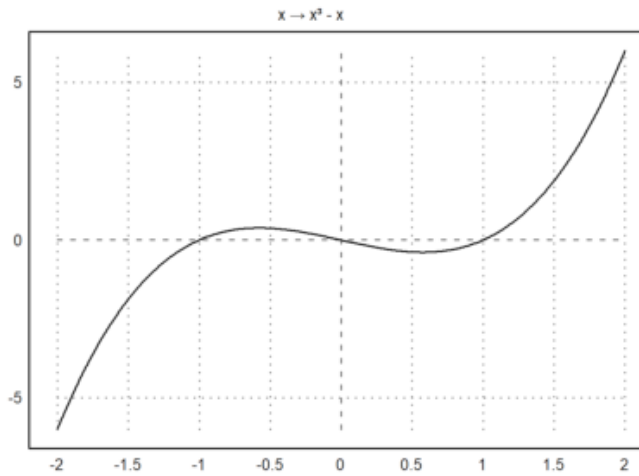
Lebarinya secara default adalah lebar maksimal baris teks. Tapi itu bisa diatur oleh pengguna juga.

```
>function f(x) &= exp(-x)*sin(2*pi*x); ...  
>plot2d("f(x)",0,2pi); ...  
>textbox(latex("\text{Example of a damped oscillation}\ f(x)=e^{-x}\sin(2\pi x)"),w=0.85):
```



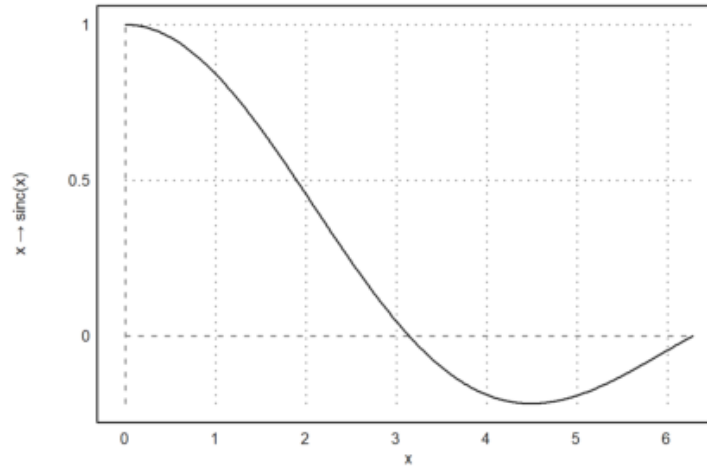
Label teks, judul, kotak label, dan teks lainnya dapat berisi string Unicode (lihat sintaks EMT untuk mengetahui lebih lanjut tentang string Unicode).

```
>plot2d("x^3-x",title="x \rarr; x&sup3; - x"):
```



Label pada sumbu x dan y bisa vertikal, begitu juga dengan sumbunya.

```
>plot2d("sinc(x)",0,2pi,xl="x",yl="u" &rarr; sinc(x)",>vertical):
```

LaTeX

Anda juga dapat memplot rumus LaTeX jika Anda telah menginstal sistem LaTeX. Saya merekomendasikan MiKTeX. Jalur ke biner "latex" dan "dvi2ps" harus berada di jalur sistem, atau Anda harus mengatur LaTeX di menu opsi.

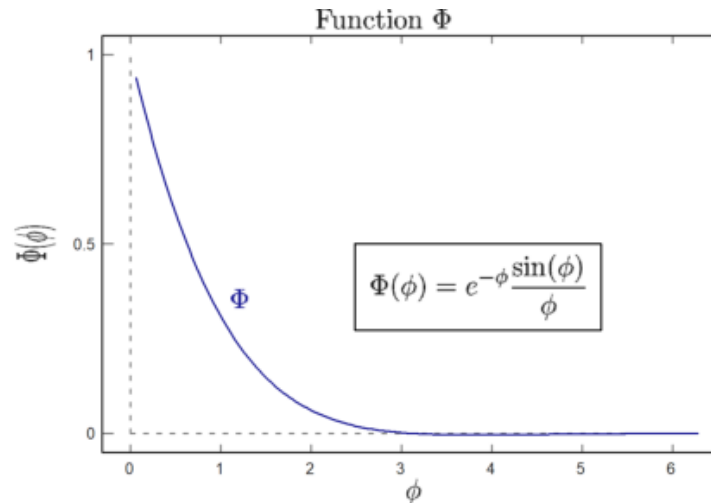
Perhatikan, penguraian LaTeX lambat. Jika Anda ingin menggunakan LaTeX dalam plot animasi, Anda harus memanggil latex() sebelum loop satu kali dan menggunakan hasilnya (gambar dalam matriks RGB).

Pada plot berikut, kami menggunakan LaTeX untuk label x dan y, label, kotak label, dan judul plot.

```

>plot2d("exp(-x)*sin(x)/x",a=0,b=2pi,c=0,d=1,grid=6,color=blue, ...
>title=latex("\text{Function }\Phi$"), ...
>xl=latex("\phi"),yl=latex("\Phi(\phi)")); ...
>textbox( ...
>latex("\Phi(\phi) = e^{-\phi} \frac{\sin(\phi)}{\phi}"),x=0.8,y=0.5); ...
>label(latex("\Phi",color=blue),1,0.4):

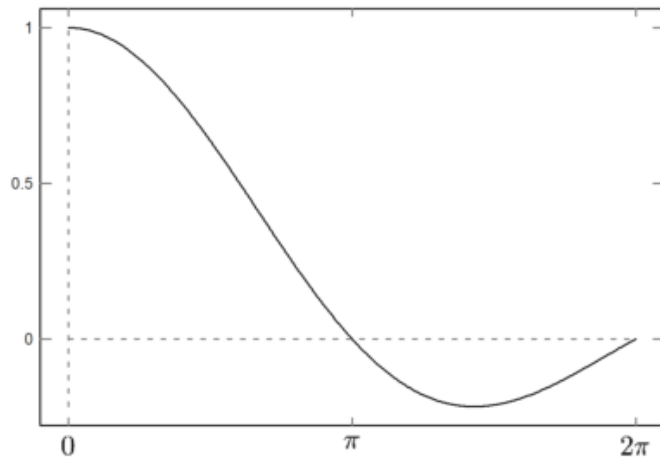
```



Seringkali, kita menginginkan spasi dan label teks yang tidak konformal pada sumbu x. Kita bisa menggunakan `xaxis()` dan `yaxis()` seperti yang akan kita tunjukkan nanti.

Cara termudah adalah membuat plot kosong dengan bingkai menggunakan `grid=4`, lalu menambahkan grid dengan `ygrid()` dan `xgrid()`. Pada contoh berikut, kami menggunakan tiga string LaTeX untuk label pada sumbu x dengan `xtick()`.

```
>plot2d("sinc(x)",0,2pi,grid=4,<ticks); ...  
>ygrid(-2:0.5:2,grid=6); ...  
>xgrid([0:2]*pi,<ticks,grid=6); ...  
>xtick([0,pi,2pi],["0","\pi","2\pi"],>latex):
```



Tentu saja fungsinya juga bisa digunakan.

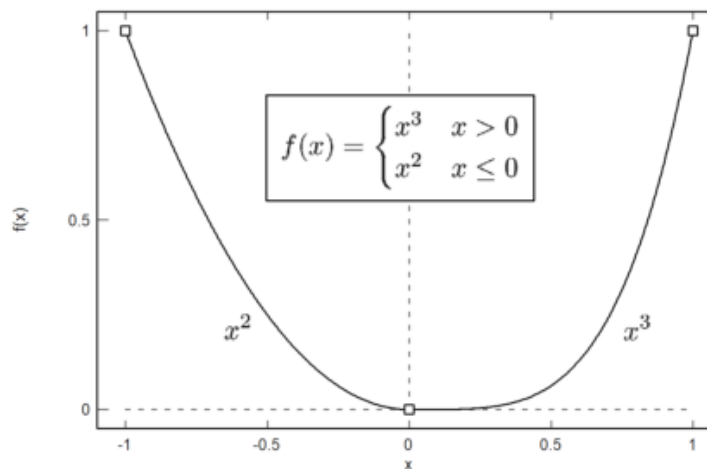
```
>function map f(x) ...
```

```
  if x>0 then return x^4  
  else return x^2  
  endif  
endfunction
```

Parameter "peta" membantu menggunakan fungsi untuk vektor. Untuk plot, itu tidak perlu. Tapi untuk menunjukkan vektorisasi itu berguna, kita menambahkan beberapa poin penting ke plot di $x=-1$, $x=0$ dan $x=1$.

Pada plot berikut, kami juga memasukkan beberapa kode LaTeX. Kami menggunakannya untuk dua label dan kotak teks. Tentu saja, Anda hanya bisa menggunakannya LaTeX jika Anda telah menginstal LaTeX dengan benar.

```
>plot2d("f",-1,1,xl="x",yl="f(x)",grid=6); ...  
>plot2d([-1,0,1],f([-1,0,1]),>points,>add); ...  
>label(latex("x^3"),0.72,f(0.72)); ...  
>label(latex("x^2"),-0.52,f(-0.52),pos="ll"); ...  
>textbox( ...  
>latex("f(x)=\begin{cases} x^3 & x > 0 \\ x^2 & x \le 0 \end{cases}"), ...  
>x=0.7,y=0.2):
```



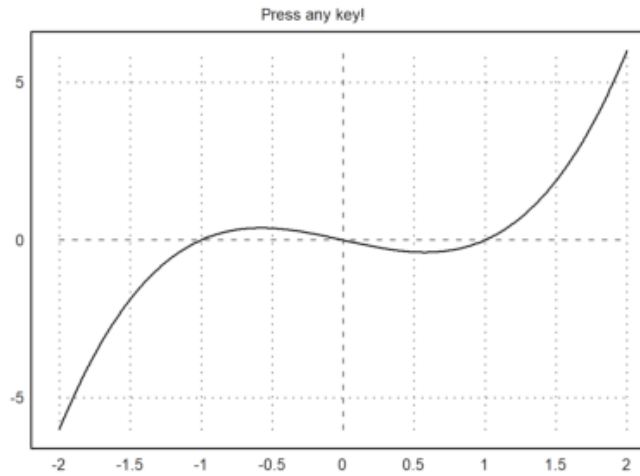
Saat memplot suatu fungsi atau ekspresi, parameter `>pengguna` memungkinkan pengguna untuk memperbesar dan menggeser plot dengan tombol kursor atau mouse. Pengguna bisa

- perbesar dengan `+` atau `-`
- pindahkan plot dengan tombol kursor
- pilih jendela plot dengan mouse
- atur ulang tampilan dengan spasi
- keluar dengan `kembali`

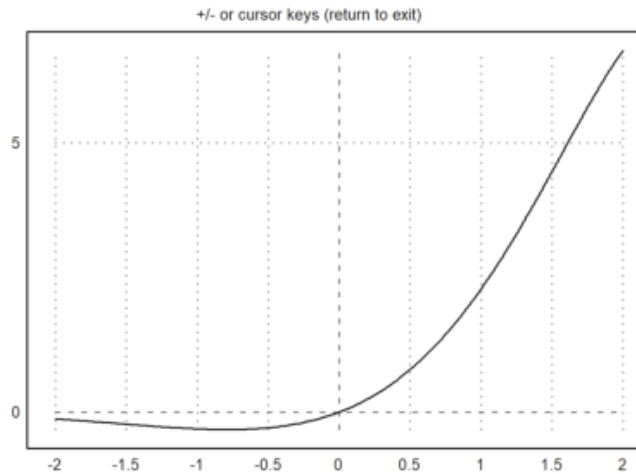
Tombol spasi akan mengatur ulang plot ke jendela plot aslinya.

Saat memplot data, flag `>user` hanya akan menunggu penekanan tombol.

```
>plot2d({{"x^3-a*x",a=1}},>user,title="Press any key!"): 
```



```
>plot2d("exp(x)*sin(x)",user=true, ...  
>title="+/- or cursor keys (return to exit)":
```



Berikut ini menunjukkan cara interaksi pengguna tingkat lanjut (lihat tutorial tentang pemrograman untuk detailnya).

Fungsi bawaan `mousedrag()` menunggu aktivitas mouse atau keyboard. Ini melaporkan mouse ke bawah, gerakan mouse atau mouse ke atas, dan penekanan tombol. Fungsi `dragpoints()` memanfaatkan ini, dan memungkinkan pengguna menyeret titik mana pun dalam plot.

Kita membutuhkan fungsi plot terlebih dahulu. Misalnya, kita melakukan interpolasi pada 5 titik dengan polinomial. Fungsi tersebut harus diplot ke dalam area plot yang tetap.

```
>function plotf(xp,yp,select) ...
```

```

d=interp(xp,yp);
plot2d("interpval(xp,d,x)";d,xp,r=2);
plot2d(xp,yp,>points,>add);
if select>0 then

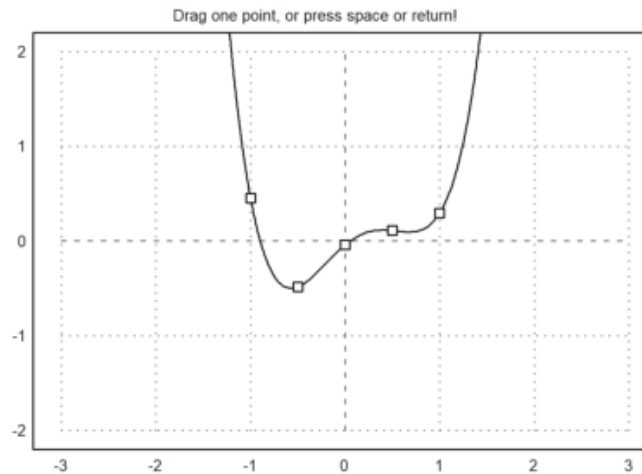
```

```
plot2d(xp[select],yp[select],color=red,>points,>add);
endif;
title("Drag one point, or press space or return!");
endfunction
```

Perhatikan parameter titik koma di plot2d (d dan xp), yang diteruskan ke evaluasi fungsi interp(). Tanpa ini, kita harus menulis fungsi plotinterp() terlebih dahulu, mengakses nilainya secara global.

Sekarang kita menghasilkan beberapa nilai acak, dan membiarkan pengguna menyeret titiknya.

```
>t=-1:0.5:1; dragpoints("plotf",t,random(size(t))-0.5):
```



Ada juga fungsi yang memplot fungsi lain bergantung pada vektor parameter, dan memungkinkan pengguna menyesuaikan parameter ini.

Pertama kita membutuhkan fungsi plot.

```
>function plotf([a,b]) := plot2d("exp(a*x)*cos(2pi*b*x)",0,2pi;a,b):
```

Kemudian kita memerlukan nama untuk parameter, nilai awal dan matriks rentang nx2, opsional garis judul.

Ada penggeser interaktif, yang dapat menetapkan nilai oleh pengguna. Fungsi dragvalues() menyediakan ini.

```
>dragvalues("plotf",["a","b"],[-1,2],[[-2,2];[1,10]], ...  
>heading="Drag these values:",hcolor=black):
```

```
Error in return result.
```

```
plotf:
```

```
  useglobal; return plot2d("exp(a*x)*cos(2pi*b*x)",0,2pi;a,b): ...
```

```
Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
```

```
dragvalues:
```

```
  f$(vv,args());
```

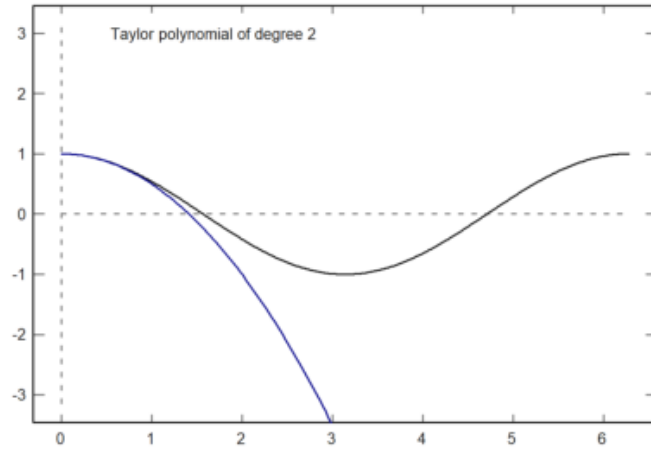
Dimungkinkan untuk membatasi nilai yang diseret menjadi bilangan bulat. Sebagai contoh, kita menulis fungsi plot, yang memplot polinomial Taylor berderajat n ke fungsi kosinus.

```
>function plotf(n) ...
```

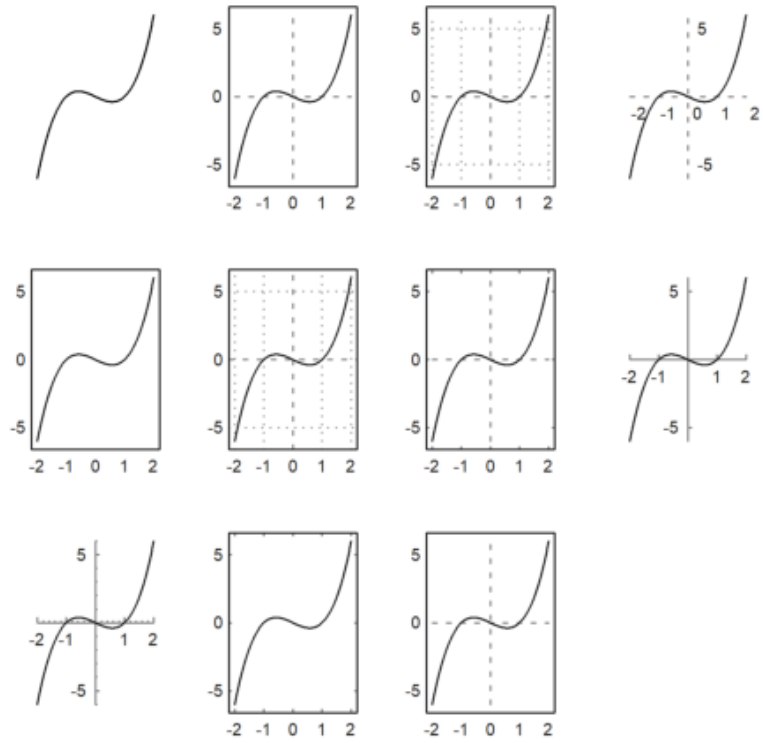
```
    plot2d("cos(x)",0,2pi,>square,grid=6);  
    plot2d(&"taylor(cos(x),x,0,@n)",color=blue,>add);  
    textbox("Taylor polynomial of degree "+n,0.1,0.02,style="t",>left);  
endfunction
```

Sekarang kita izinkan derajat n bervariasi dari 0 hingga 20 dalam 20 perhentian. Hasil `dragvalues()` digunakan untuk memplot sketsa dengan n ini, dan untuk memasukkan plot ke dalam buku catatan.

```
>nd=dragvalues("plotf","degree",2,[0,20],20,y=0.8, ...  
>heading="Drag the value:"); ...  
>plotf(nd):
```



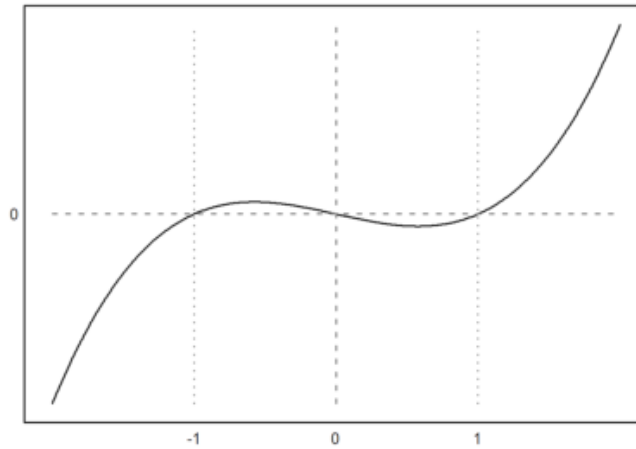
```
>aspect(); figure(3,4); figure(1); plot2d("x^3-x",grid=0); ... // no grid, frame or axis figure(2);
```



Parameter `<frame` mematikan frame, dan `framecolor=blue` mengatur frame menjadi warna biru.

Jika Anda menginginkan tanda centang Anda sendiri, Anda dapat menggunakan `style=0`, dan menambahkan semuanya nanti.

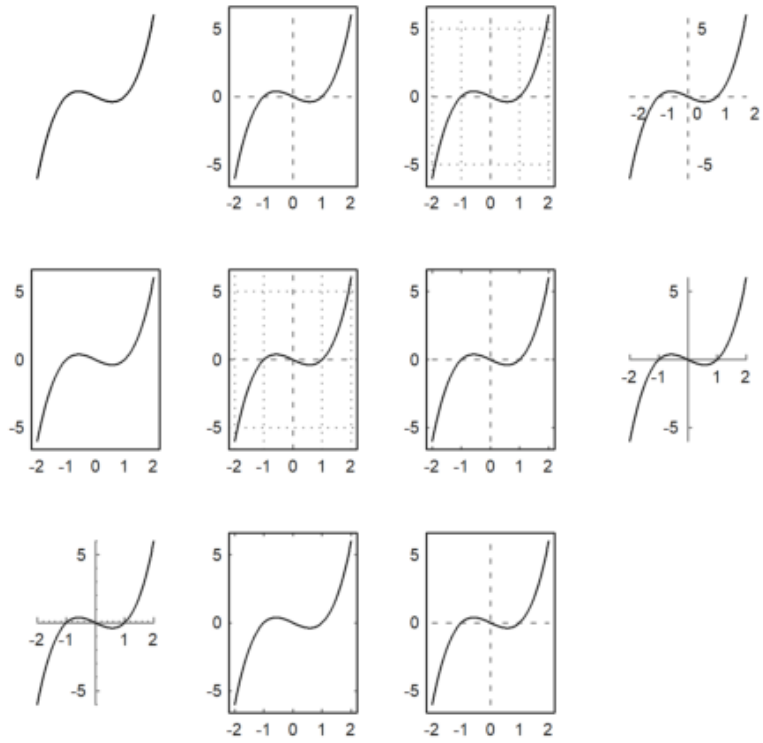
```
>aspect(1.5);  
>plot2d("x^3-x",grid=0); // plot  
>frame; xgrid([-1,0,1]); ygrid(0): // add frame and grid
```



>

Secara default, EMT menghitung tick sumbu otomatis dan menambahkan label ke setiap tick. Ini dapat diubah dengan parameter grid. Gaya default sumbu dan label dapat diubah. Selain itu, label dan judul dapat ditambahkan secara manual. Untuk menyetel ulang ke gaya default, gunakan reset().

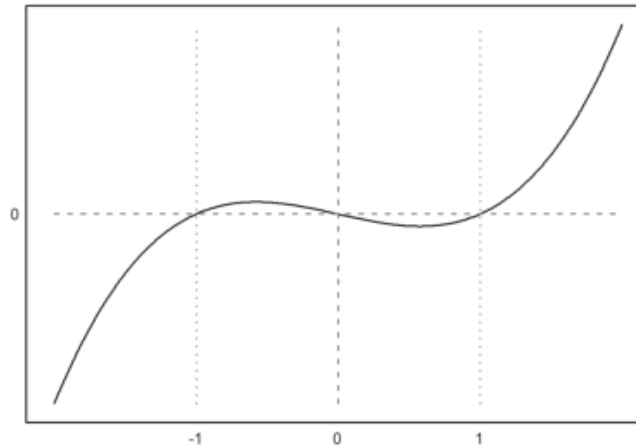
```
>aspect();
>figure(3,4); ...
>figure(1); plot2d("x^3-x",grid=0); ... // no grid, frame or axis
>figure(2); plot2d("x^3-x",grid=1); ... // x-y-axis
>figure(3); plot2d("x^3-x",grid=2); ... // default ticks
>figure(4); plot2d("x^3-x",grid=3); ... // x-y- axis with labels inside
>figure(5); plot2d("x^3-x",grid=4); ... // no ticks, only labels
>figure(6); plot2d("x^3-x",grid=5); ... // default, but no margin
>figure(7); plot2d("x^3-x",grid=6); ... // axes only
>figure(8); plot2d("x^3-x",grid=7); ... // axes only, ticks at axis
>figure(9); plot2d("x^3-x",grid=8); ... // axes only, finer ticks at axis
>figure(10); plot2d("x^3-x",grid=9); ... // default, small ticks inside
>figure(11); plot2d("x^3-x",grid=10); ...// no ticks, axes only
>figure(0):
```



Parameter `<frame` mematikan frame, dan `framecolor=blue` mengatur frame menjadi warna biru.

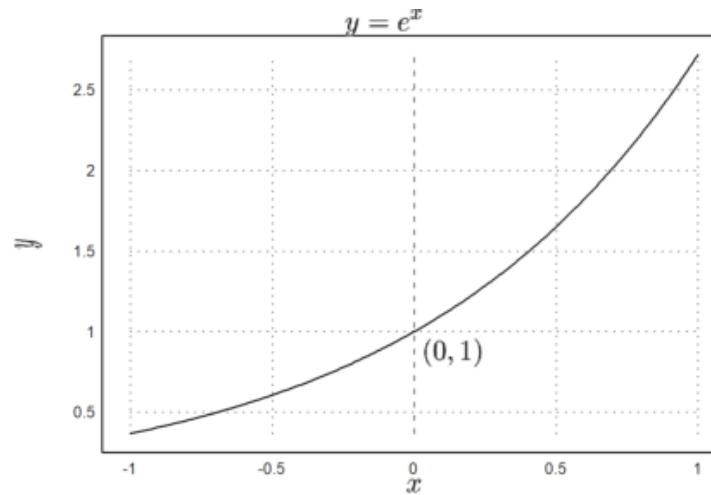
Jika Anda menginginkan tanda centang Anda sendiri, Anda dapat menggunakan `style=0`, dan menambahkan semuanya nanti.

```
>aspect(1.5);  
>plot2d("x^3-x",grid=0); // plot  
>frame; xgrid([-1,0,1]); ygrid(0): // add frame and grid
```



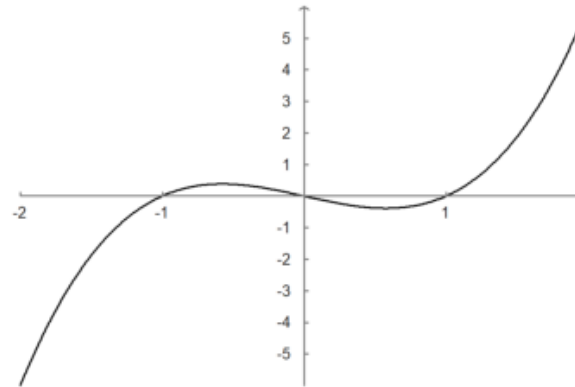
Untuk judul plot dan label sumbu, lihat contoh berikut.

```
>plot2d("exp(x)",-1,1);  
>textcolor(black); // set the text color to black  
>title(latex("y=e^x")); // title above the plot  
>xlabel(latex("x")); // "x" for x-axis  
>ylabel(latex("y"),>vertical); // vertical "y" for y-axis  
>label(latex("(0,1)"),0,1,color=blue): // label a point
```

Sumbu dapat digambar secara terpisah dengan `xaxis()` dan `yaxis()`.

```
>plot2d("x^3-x",<grid,<frame);  
>xaxis(0,xx=-2:1,style="->"); yaxis(0,yy=-5:5,style="->");
```

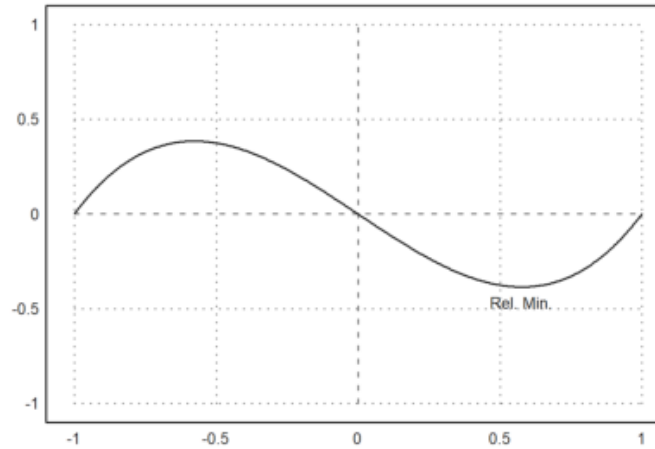


Teks pada plot dapat diatur dengan `label()`. Dalam contoh berikut, "lc" berarti bagian tengah bawah. Ini menetapkan posisi label relatif terhadap koordinat plot.

```
>function f(x) &= x^3-x
```

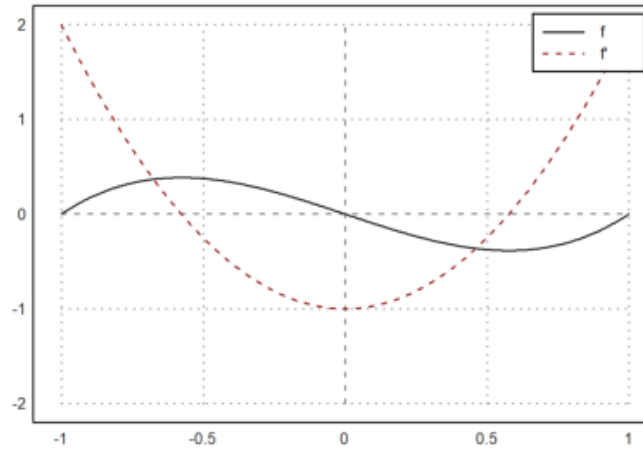
```
3  
x - x
```

```
>plot2d(f,-1,1,>square);  
>x0=fmin(f,0,1); // compute point of minimum  
>label("Rel. Min.",x0,f(x0),pos="lc"): // add a label there
```

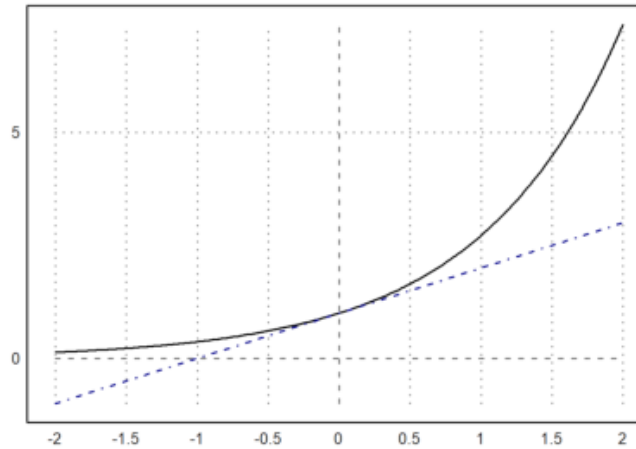


Ada juga kotak teks.

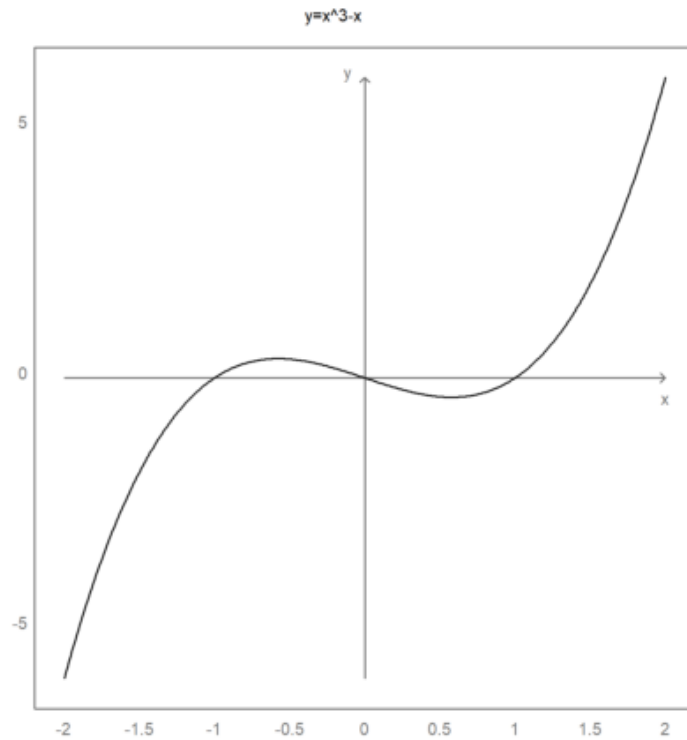
```
>plot2d(&f(x),-1,1,-2,2); // function  
>plot2d(&diff(f(x),x),>add,style="--",color=red); // derivative  
>labelbox(["f","f'"],["-","--"],[black,red]): // label box
```



```
>plot2d(["exp(x)", "1+x"], color=[black,blue], style=["-", "-.-"]):
```



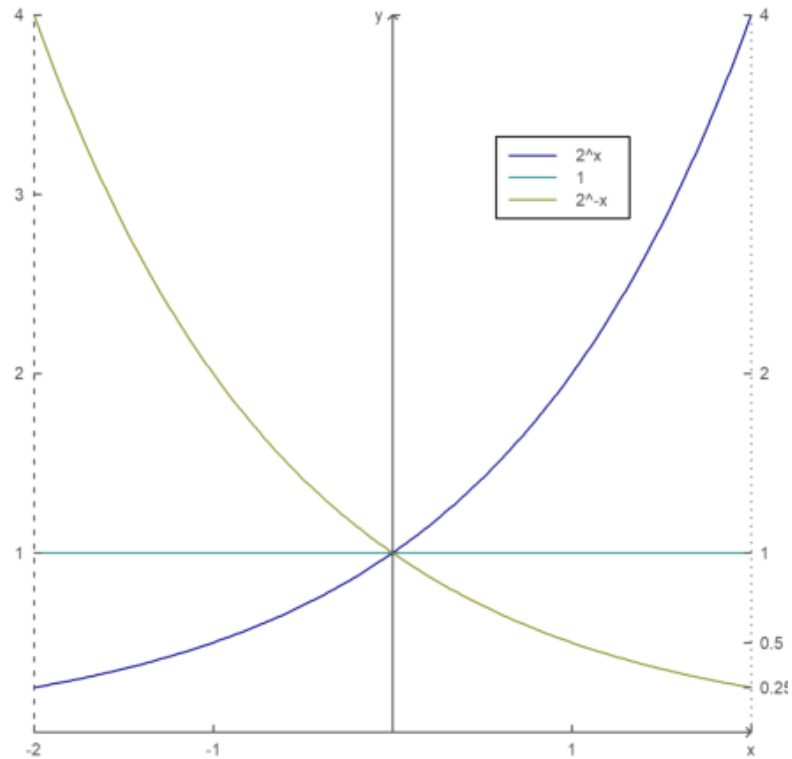
```
>gridstyle("->",color=gray,textcolor=gray,framecolor=gray); ...  
>plot2d("x^3-x",grid=1); ...  
>settitle("y=x^3-x",color=black); ...  
>label("x",2,0,pos="bc",color=gray); ...  
>label("y",0,6,pos="cl",color=gray); ...  
> reset():
```



Untuk kontrol lebih lanjut, sumbu x dan sumbu y dapat dilakukan secara manual.

Perintah `fullwindow()` memperluas jendela plot karena kita tidak lagi memerlukan tempat untuk label di luar jendela plot. Gunakan `shrinkwindow()` atau `reset()` untuk menyetel ulang ke default.

```
>fullwindow; ...
>gridstyle(color=darkgray,textcolor=darkgray); ...
>plot2d(["2^x","1","2^(-x)"],a=-2,b=2,c=0,d=4,<grid,color=4:6,<frame); ...
>xaxis(0,-2:1,style="->"); xaxis(0,2,"x",<axis); ...
>yaxis(0,4,"y",style="->"); ...
>yaxis(-2,1:4,>left); ...
>yaxis(2,2^(-2:2),style=".",<left); ...
>labelbox(["2^x","1","2^-x"],colors=4:6,x=0.8,y=0.2); ...
>reset:
```

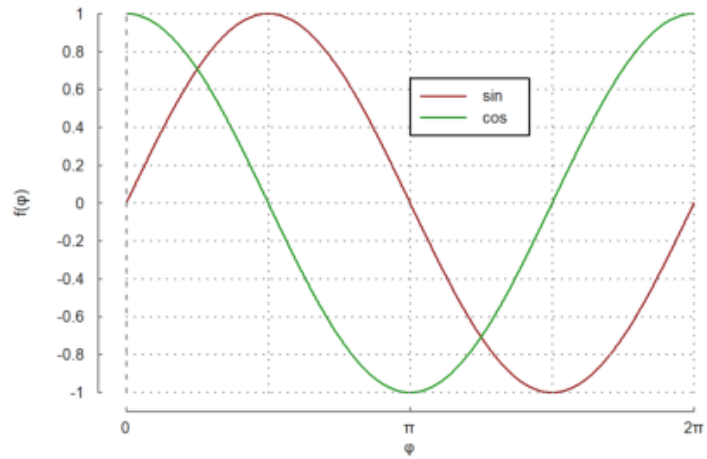


Berikut adalah contoh lain, di mana string Unicode digunakan dan sumbunya berada di luar area plot.

```
>aspect(1.5);
>plot2d(["sin(x)", "cos(x)"], 0, 2pi, color=[red, green], <grid, <frame); ...
>xaxis(-1.1, (0:2)*pi, xt=["0", u"&pi;", u"2&pi;"], style="-", >ticks, >zero); ...
>xgrid((0:0.5:2)*pi, <ticks); ...
```



```
>yaxis(-0.1*pi,-1:0.2:1,style="-",>zero,>grid); ...  
>labelbox(["sin","cos"],colors=[red,green],x=0.5,y=0.2,>left); ...  
>xlabel(u"&phi;"); ylabel(u"f(&phi;)"):
```



Plotting Data 2D

Jika x dan y adalah vektor data, maka data tersebut akan digunakan sebagai koordinat x dan y pada suatu kurva. Dalam hal ini, a , b , c , dan d , atau radius r dapat ditentukan, atau jendela plot akan menyesuaikan secara otomatis dengan data. Alternatifnya, `>persegi` dapat diatur untuk mempertahankan rasio aspek persegi.

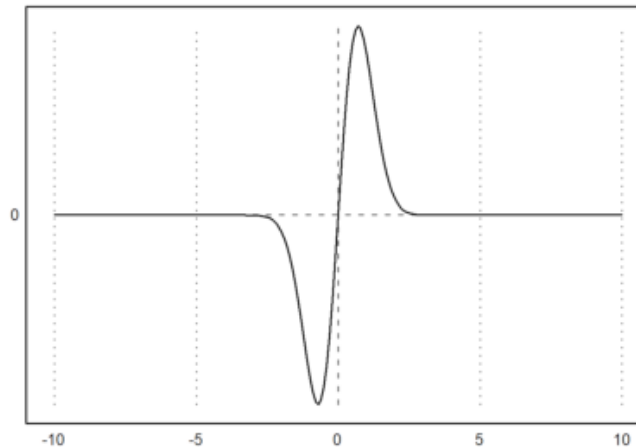
Merencanakan ekspresi hanyalah singkatan dari plot data. Untuk plot data, Anda memerlukan satu atau beberapa baris nilai x , dan satu atau beberapa baris nilai y . Dari rentang dan nilai x , fungsi `plot2d` akan menghitung data yang akan diplot, secara default dengan evaluasi fungsi yang adaptif. Untuk plot titik gunakan `>titik`, untuk garis dan titik campuran gunakan `>addpoints`.

Tapi Anda bisa memasukkan data secara langsung.

- Gunakan vektor baris untuk x dan y untuk satu fungsi.
- Matriks untuk x dan y diplot baris demi baris.

Berikut adalah contoh dengan satu baris untuk x dan y .

```
>x=-10:0.1:10; y=exp(-x^2)*x; plot2d(x,y):
```



Data juga dapat diplot sebagai poin. Gunakan `points=true` untuk ini. Plotnya berfungsi seperti poligon, tetapi hanya menggambar sudutnya saja.

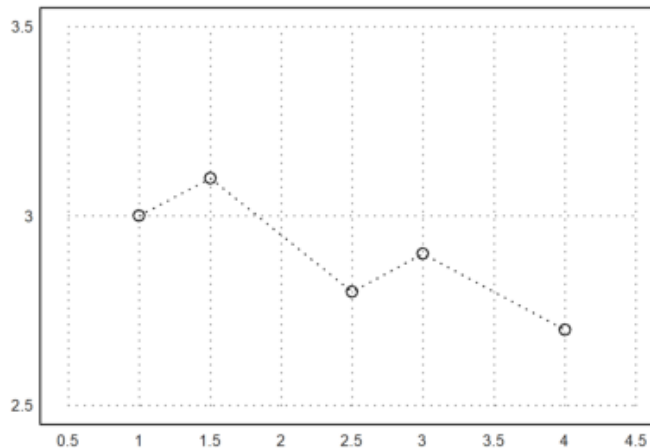
- `style="..."`: Pilih dari "`[]`", "`<>`", "`o`", "`.`", "`..`", "`+`", "`*`", "`[]`", "`< >`", "`o`", "`..`", "`''`", "`|`".

Untuk memplot kumpulan titik, gunakan `>titik`. Jika warna merupakan vektor warna, masing-masing titik

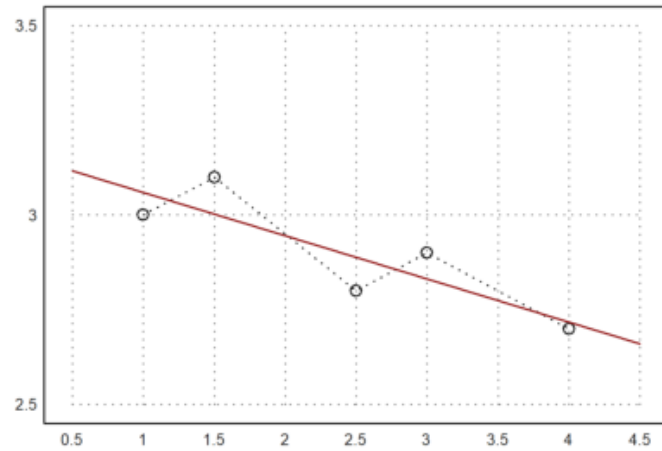
mendapat warna berbeda. Untuk matriks koordinat dan vektor kolom, warna diterapkan pada baris matriks.

Parameter `>addpoints` menambahkan titik ke segmen garis untuk plot data.

```
>xdata=[1,1.5,2.5,3,4]; ydata=[3,3.1,2.8,2.9,2.7]; // data
>plot2d(xdata,ydata,a=0.5,b=4.5,c=2.5,d=3.5,style="."); // lines
>plot2d(xdata,ydata,>points,>add,style="o"): // add points
```



```
>p=polyfit(xdata,ydata,1); // get regression line  
>plot2d("polyval(p,x)",>add,color=red): // add plot of line
```



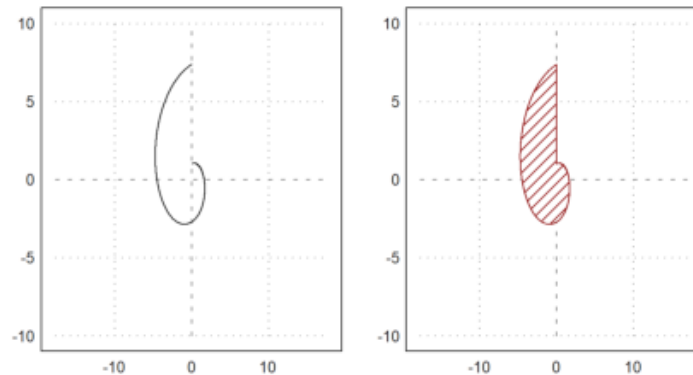
Menggambar Daerah Yang Dibatasi Kurva

Plot data sebenarnya berbentuk poligon. Kita juga dapat memplot kurva atau kurva terisi.

- terisi=benar mengisi plot.
- style="...": Pilih dari "r", "b", "g", "k", "m", "c", "y", "r", "g", "b", "k", "m", "c", "y".
- Fillcolor : Lihat di atas untuk mengetahui warna yang tersedia.

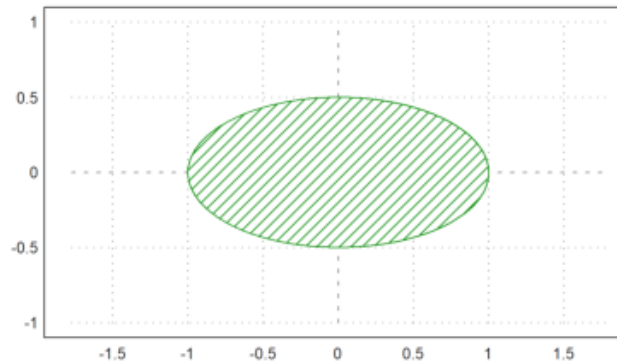
Warna isian ditentukan oleh argumen "fillcolor", dan pada <outline opsional, mencegah menggambar batas untuk semua gaya kecuali gaya default.

```
>t=linspace(0,2pi,1000); // parameter for curve
>x=sin(t)*exp(t/pi); y=cos(t)*exp(t/pi); // x(t) and y(t)
>figure(1,2); aspect(16/9)
>figure(1); plot2d(x,y,r=10); // plot curve
>figure(2); plot2d(x,y,r=10,>filled,style="/",fillcolor=red); // fill curve
>figure(0):
```

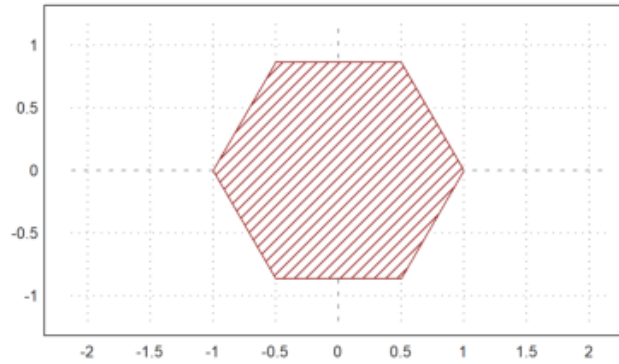


Dalam contoh berikut kita memplot elips terisi dan dua segi enam terisi menggunakan kurva tertutup dengan 6 titik dengan gaya isian berbeda.

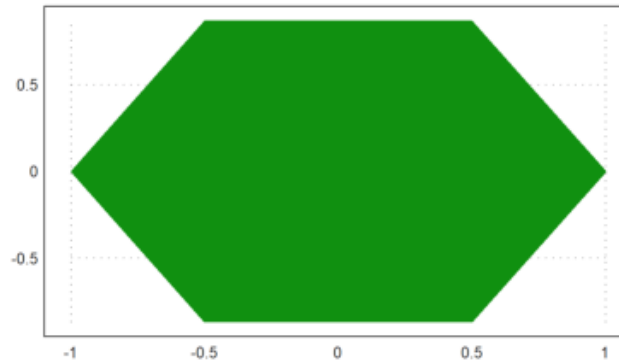
```
>x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(x),cos(x)*0.5,r=1,>filled,style="/"):
```



```
>t=linspace(0,2pi,6); ...  
>plot2d(cos(t),sin(t),>filled,style="/",fillcolor=red,r=1.2):
```

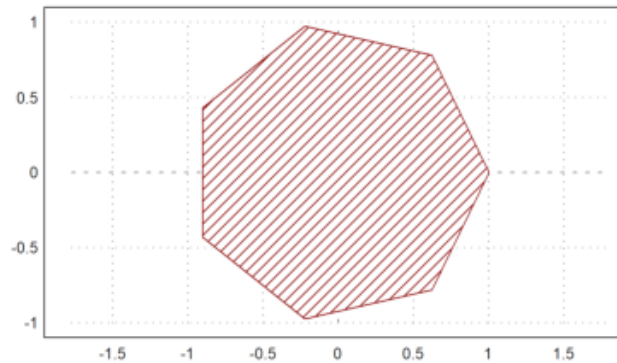


```
>t=linspace(0,2pi,6); plot2d(cos(t),sin(t),>filled,style="#"):
```



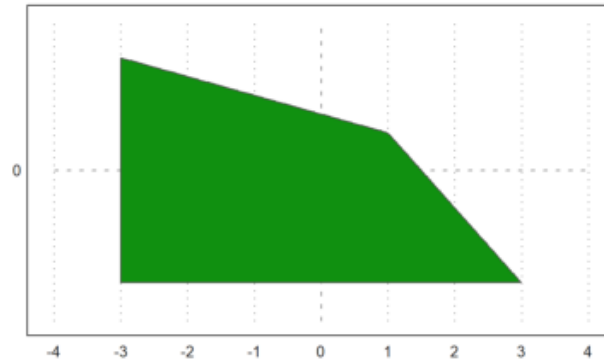
Contoh lainnya adalah septagon yang kita buat dengan 7 titik pada lingkaran satuan.

```
>t=linspace(0,2pi,7); ...  
> plot2d(cos(t),sin(t),r=1,>filled,style="/",fillcolor=red):
```



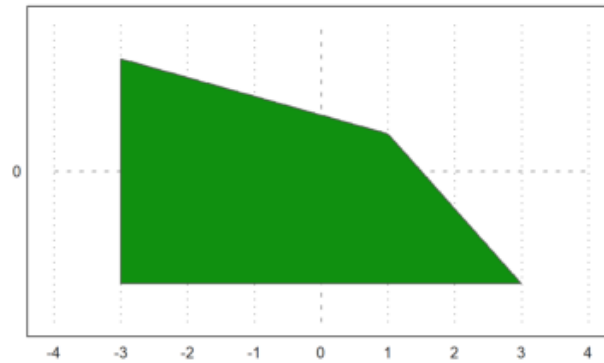
Berikut adalah himpunan nilai maksimal dari empat kondisi linier yang kurang dari atau sama dengan 3. Ini adalah $A[k].v \leq 3$ untuk semua baris A . Untuk mendapatkan sudut yang bagus, kita menggunakan n yang relatif besar.

```
>A=[2,1;1,2;-1,0;0,-1];  
>function f(x,y) := max([x,y].A');  
>plot2d("f",r=4,level=[0;3],color=green,n=111):
```

Poin utama dari bahasa matriks adalah memungkinkan pembuatan tabel fungsi dengan mudah.

```
>t=linspace(0,2pi,1000); x=cos(3*t); y=sin(4*t):
```



Kami sekarang memiliki nilai vektor x dan y . `plot2d()` dapat memplot nilai-nilai ini sebagai kurva yang menghubungkan titik-titik tersebut. Plotnya bisa diisi. Dalam hal ini ini menghasilkan hasil yang bagus karena aturan belitan, yang digunakan untuk isi.

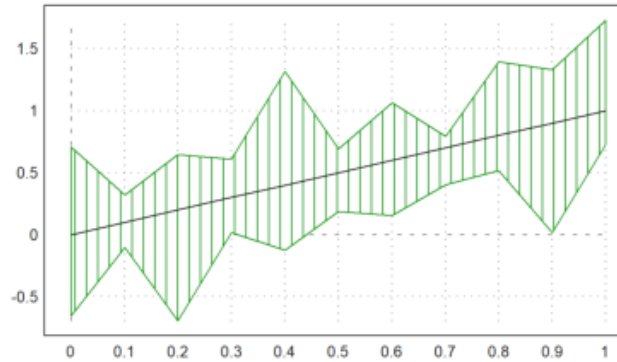
```
>plot2d(x,y,<grid,<frame,>filled):
```



Vektor interval diplot terhadap nilai x sebagai wilayah terisi antara nilai interval yang lebih rendah dan lebih tinggi.

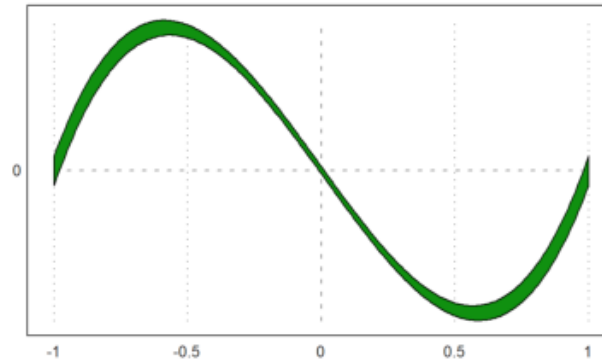
Hal ini dapat berguna untuk memplot kesalahan perhitungan. Tapi itu bisa juga dapat digunakan untuk memplot kesalahan statistik.

```
>t=0:0.1:1; ...  
>plot2d(t,interval(t-random(size(t)),t+random(size(t))),style="|"); ...  
>plot2d(t,t,add=true):
```



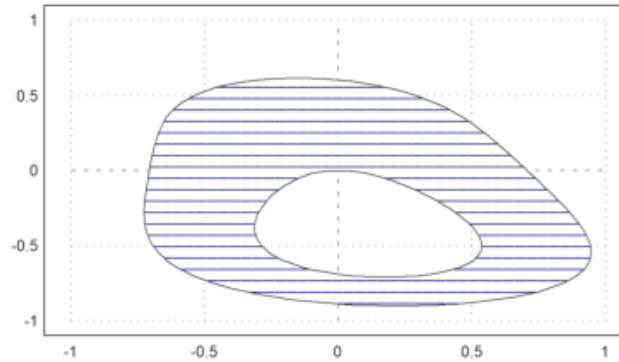
Jika x adalah vektor yang diurutkan, dan y adalah vektor interval, maka `plot2d` akan memplot rentang interval yang terisi pada bidang. Gaya isianya sama dengan gaya poligon.

```
>t=-1:0.01:1; x=~t-0.01,t+0.01~; y=x^3-x;
>plot2d(t,y):
```



Dimungkinkan untuk mengisi wilayah nilai untuk fungsi tertentu. Untuk ini, level harus berupa matriks $2 \times n$. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

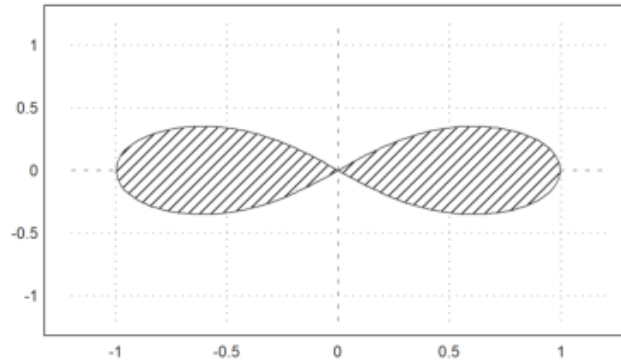
```
>expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)
>plot2d(expr,level=[0;1],style="-",color=blue): // 0 <= f(x,y) <= 1
```



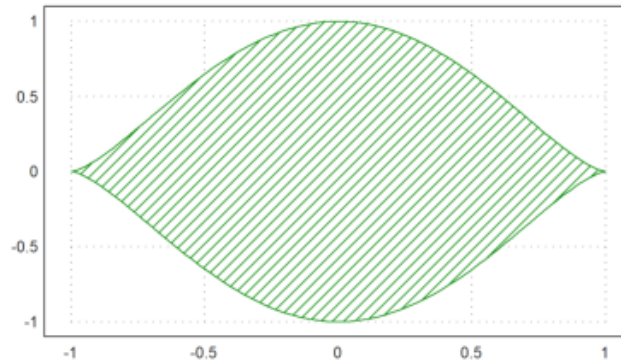
Kita juga dapat mengisi rentang nilai seperti

$$-1 \leq (x^2 + y^2)^2 - x^2 + y^2 \leq 0.$$

```
>plot2d("(x^2+y^2)^2-x^2+y^2",r=1.2,level=[-1;0],style="/"):
```



```
>plot2d("cos(x)", "sin(x)^3", xmin=0, xmax=2pi, >filled, style="/"):
```



Grafik Fungsi Parametrik

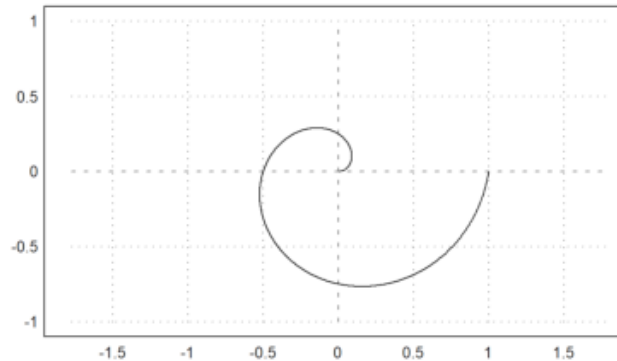
Nilai x tidak perlu diurutkan. (x,y) hanya menggambarkan sebuah kurva. Jika x diurutkan, kurva tersebut merupakan grafik suatu fungsi.

Dalam contoh berikut, kita memplot spiral

lateks: $\gamma(t) = t \cdot (\cos(2\pi t), \sin(2\pi t))$

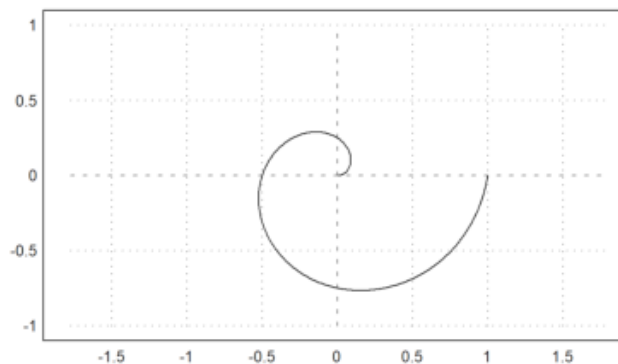
Kita perlu menggunakan banyak titik untuk tampilan yang halus atau fungsi `adaptive()` untuk mengevaluasi ekspresi (lihat fungsi `adaptive()` untuk lebih jelasnya).

```
>t=linspace(0,1,1000); ...  
>plot2d(t*cos(2*pi*t),t*sin(2*pi*t),r=1):
```

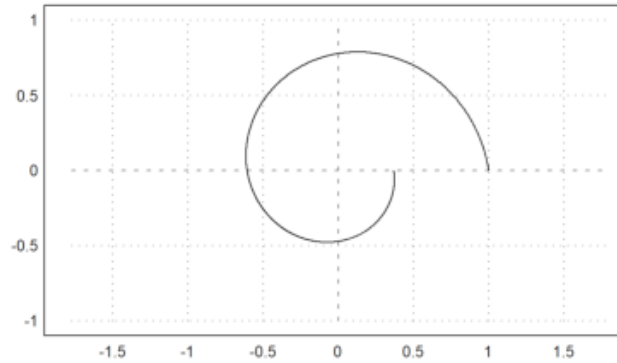


Sebagai alternatif, dimungkinkan untuk menggunakan dua ekspresi untuk kurva. Berikut ini plot kurva yang sama seperti di atas.

```
>plot2d("x*cos(2*pi*x)", "x*sin(2*pi*x)", xmin=0, xmax=1, r=1):
```



```
>t=linspace(0,1,1000); r=exp(-t); x=r*cos(2pi*t); y=r*sin(2pi*t);  
>plot2d(x,y,r=1):
```

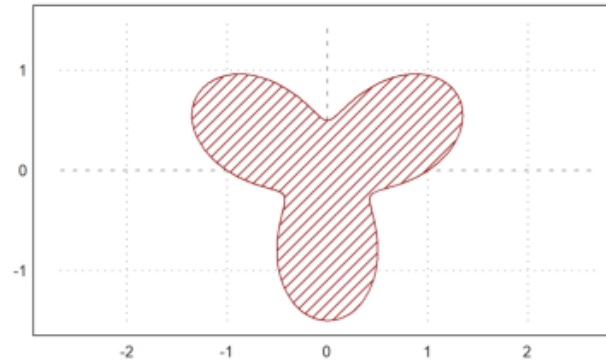
Pada contoh berikutnya, kita memplot kurvanya

$$\gamma(t) = (r(t) \cos(t), r(t) \sin(t))$$

dengan

$$r(t) = 1 + \frac{\sin(3t)}{2}.$$

```
>t=linspace(0,2pi,1000); r=1+sin(3*t)/2; x=r*cos(t); y=r*sin(t); ...  
>plot2d(x,y,>filled,fillcolor=red,style="/",r=1.5):
```



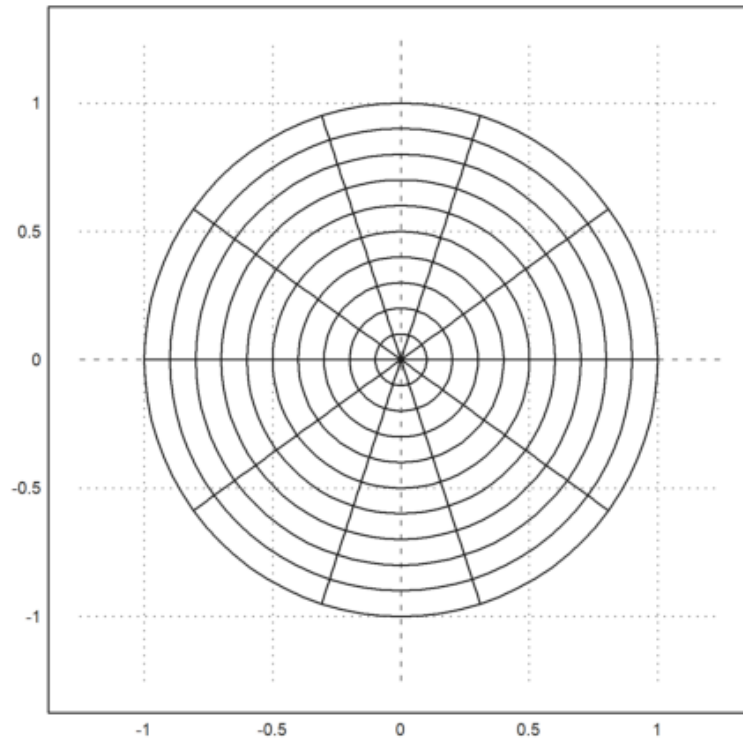
Menggambar Grafik Bilangan Kompleks

Serangkaian bilangan kompleks juga dapat diplot. Kemudian titik-titik grid akan dihubungkan. Jika sejumlah garis kisi ditentukan (atau vektor garis kisi 1×2) dalam argumen `cgrid`, hanya garis kisi tersebut yang terlihat.

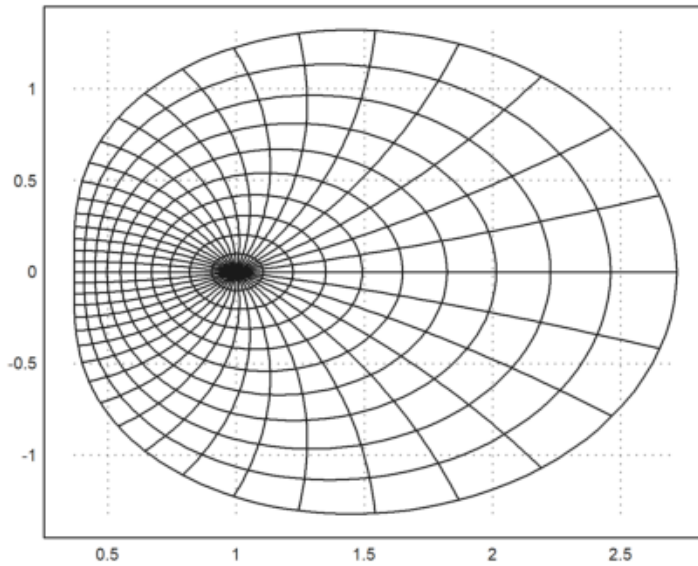
Matriks bilangan kompleks secara otomatis akan diplot sebagai kisi-kisi pada bidang kompleks.

Pada contoh berikut, kita memplot gambar lingkaran satuan di bawah fungsi eksponensial. Parameter `cgrid` menyembunyikan beberapa kurva grid.

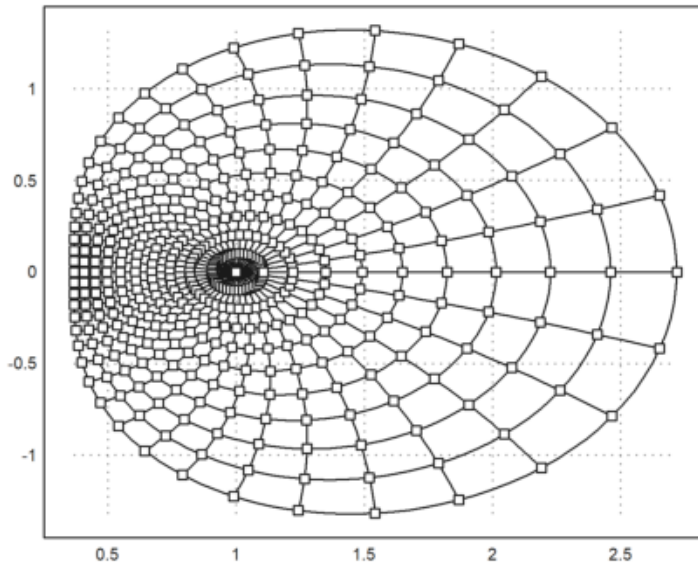
```
>aspect(); r=linspace(0,1,50); a=linspace(0,2pi,80)'; z=r*exp(I*a);...  
>plot2d(z,a=-1.25,b=1.25,c=-1.25,d=1.25,cgrid=10):
```



```
>aspect(1.25); r=linspace(0,1,50); a=linspace(0,2pi,200)'; z=r*exp(I*a);  
>plot2d(exp(z),cgrid=[40,10]):
```



```
>r=linspace(0,1,10); a=linspace(0,2pi,40)'; z=r*exp(I*a);  
>plot2d(exp(z),>points,>add):
```

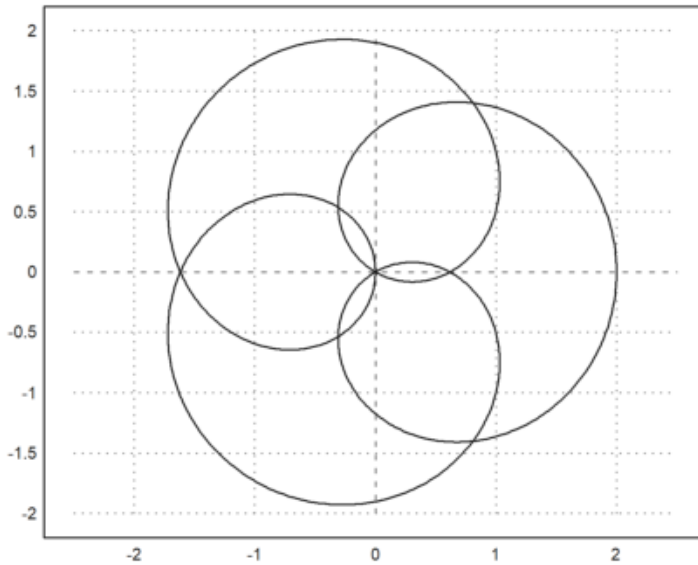


Vektor bilangan kompleks secara otomatis diplot sebagai kurva pada bidang kompleks dengan bagian nyata dan bagian imajiner.

Dalam contoh, kita memplot lingkaran satuan dengan

$$\gamma(t) = e^{it}$$

```
>t=linspace(0,2pi,1000); ...
>plot2d(exp(I*t)+exp(4*I*t),r=2):
```



Plot Statistik

Ada banyak fungsi yang dikhususkan pada plot statistik. Salah satu plot yang sering digunakan adalah plot kolom.

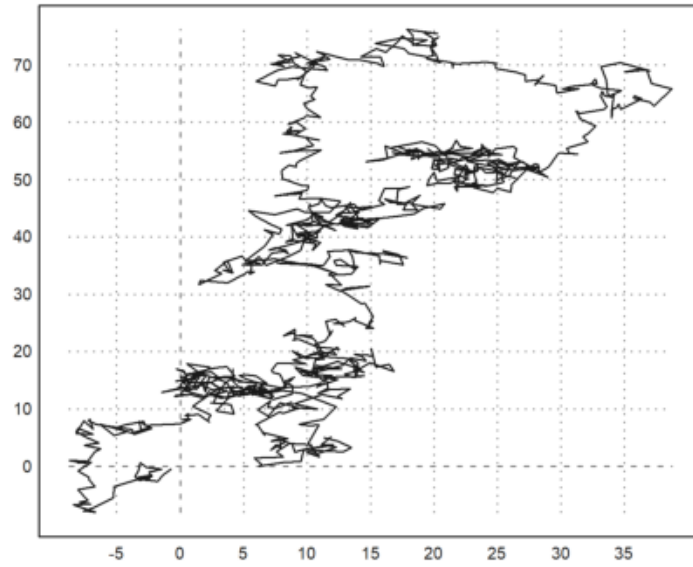
Jumlah kumulatif dari nilai terdistribusi normal 0-1 menghasilkan jalan acak.

```
>plot2d(cumsum(randnormal(1,1000))):
```

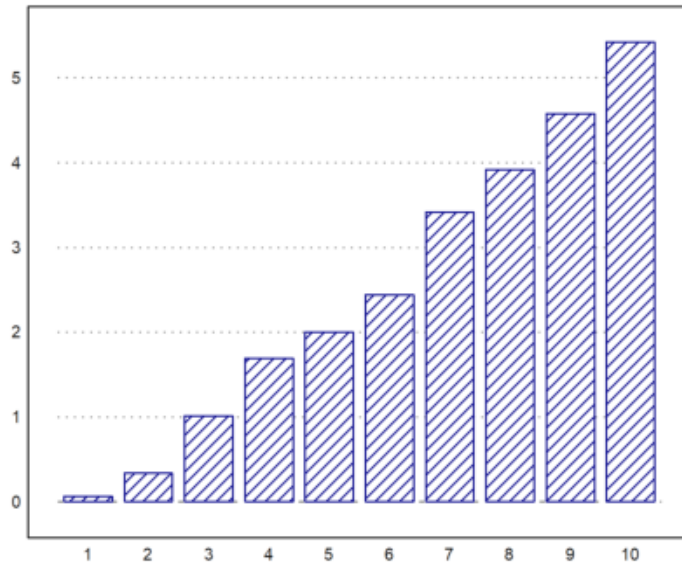


Penggunaan dua baris menunjukkan jalan dalam dua dimensi.

```
>X=cumsum(randnormal(2,1000)); plot2d(X[1],X[2]):
```

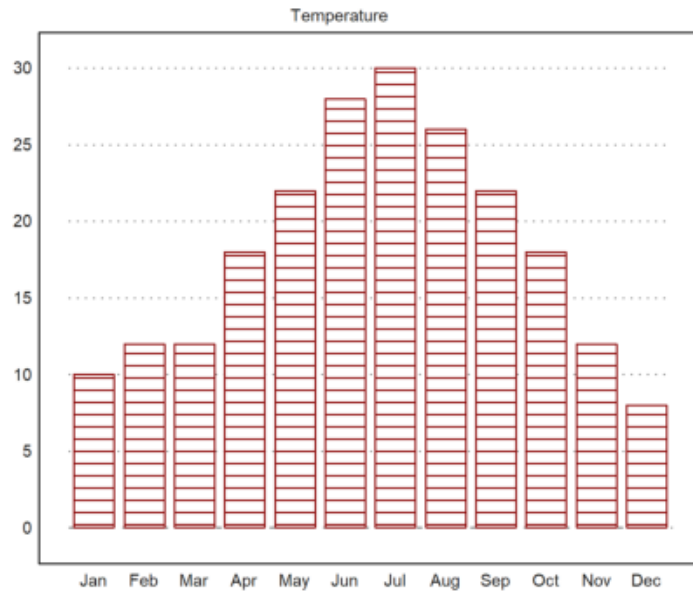


```
>columnplot(cumsum(random(10)),style="/",color=blue):
```

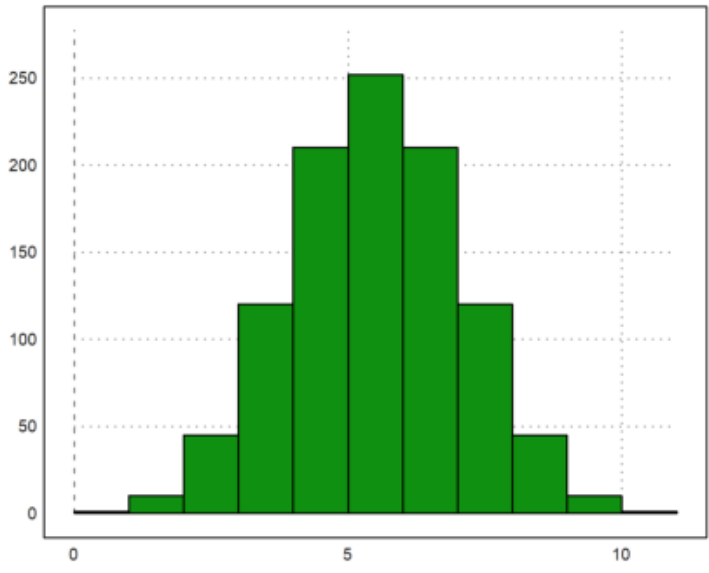



Itu juga dapat menampilkan string sebagai label.

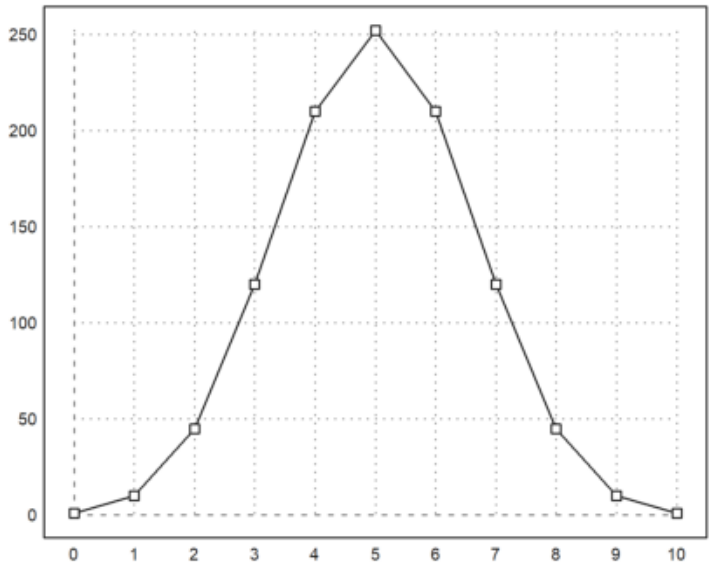
```
>months=["Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun", ...  
> "Jul", "Aug", "Sep", "Oct", "Nov", "Dec"];  
>values=[10, 12, 12, 18, 22, 28, 30, 26, 22, 18, 12, 8];  
>columnplot(values, lab=months, color=red, style="-");  
>title("Temperature"):
```



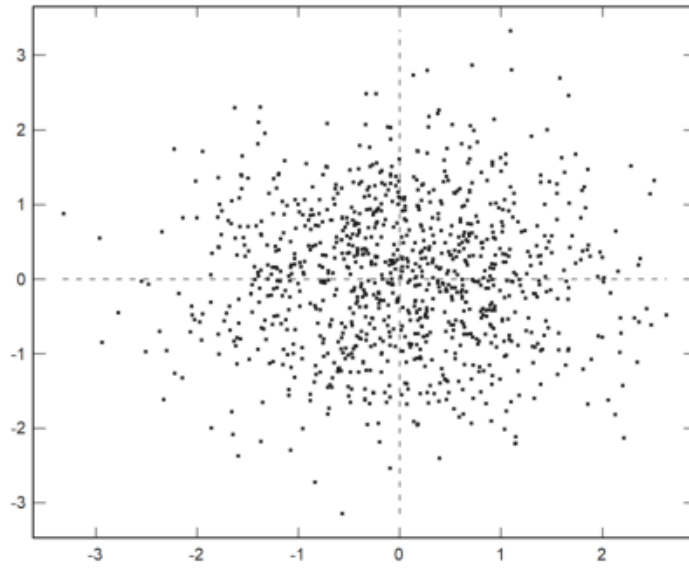
```
>k=0:10;  
>plot2d(k,bin(10,k),>bar):
```



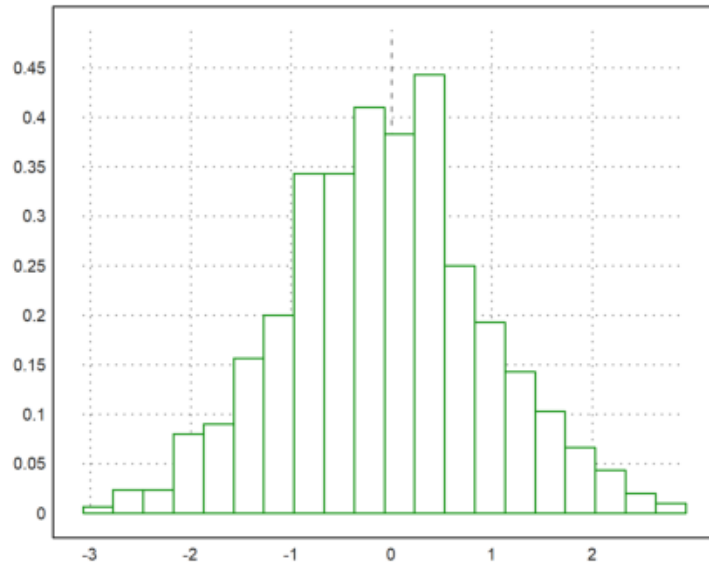
```
>plot2d(k,bin(10,k)); plot2d(k,bin(10,k),>points,>add):
```



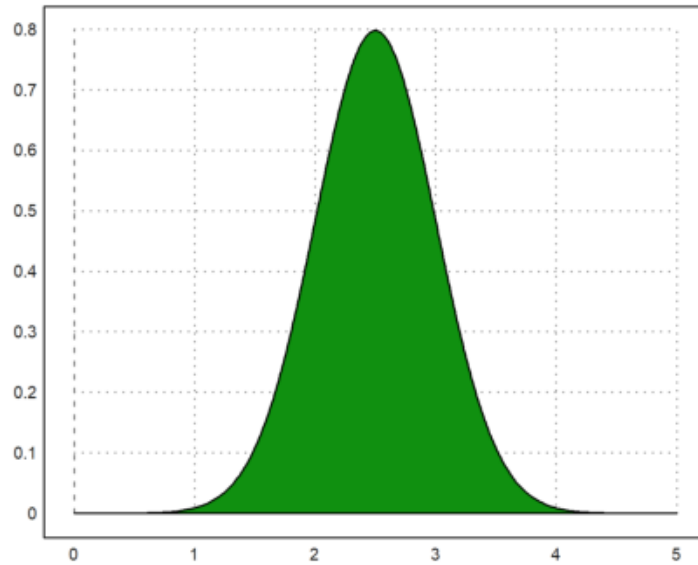
```
>plot2d(normal(1000),normal(1000),>points,grid=6,style=".."):
```



```
>plot2d(normal(1,1000),>distribution,style="0"):
```

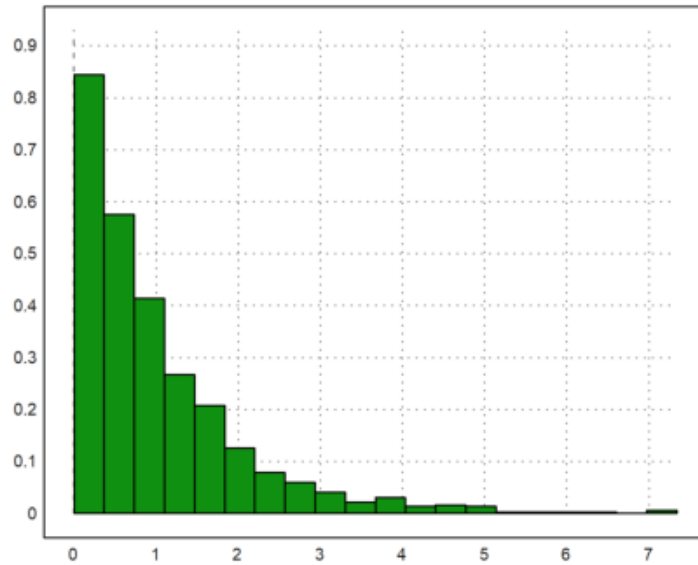


```
>plot2d("qnormal",0,5;2.5,0.5,>filled):
```



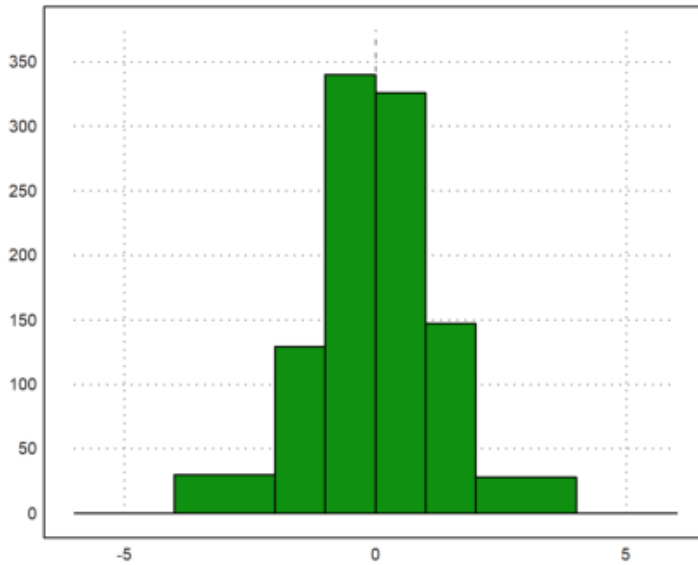
Untuk memplot distribusi statistik eksperimental, Anda dapat menggunakan `distribution=n` dengan `plot2d`.

```
>w=randexponential(1,1000); // exponential distribution  
>plot2d(w,>distribution): // or distribution=n with n intervals
```



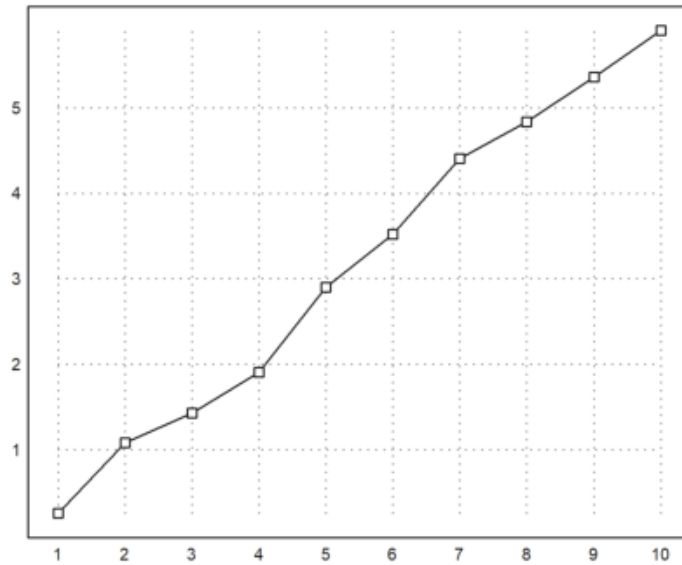
Atau Anda dapat menghitung distribusi dari data dan memplot hasilnya dengan `>bar` di `plot3d`, atau dengan `plot kolom`.

```
>w=normal(1000); // 0-1-normal distribution  
>{x,y}=histo(w,10,v=[-6,-4,-2,-1,0,1,2,4,6]); // interval bounds v  
>plot2d(x,y,>bar):
```

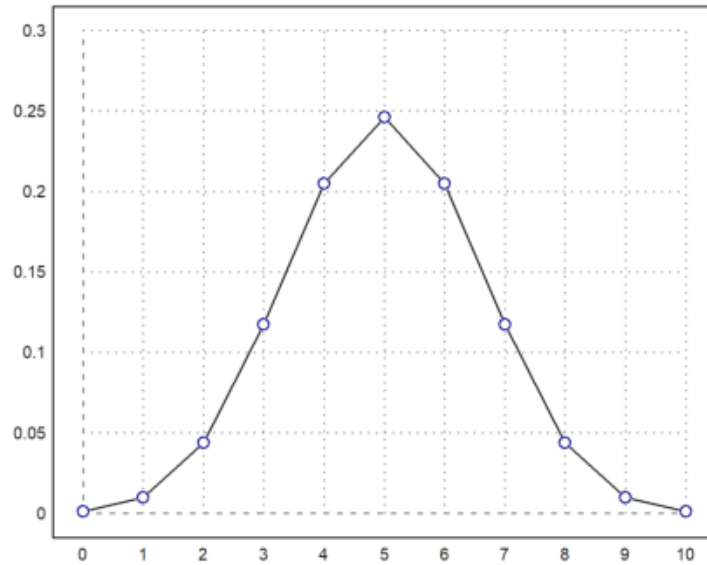



Fungsi `statplot()` mengatur gaya dengan string sederhana.

```
>statplot(1:10,cumsum(random(10)),"b"):
```



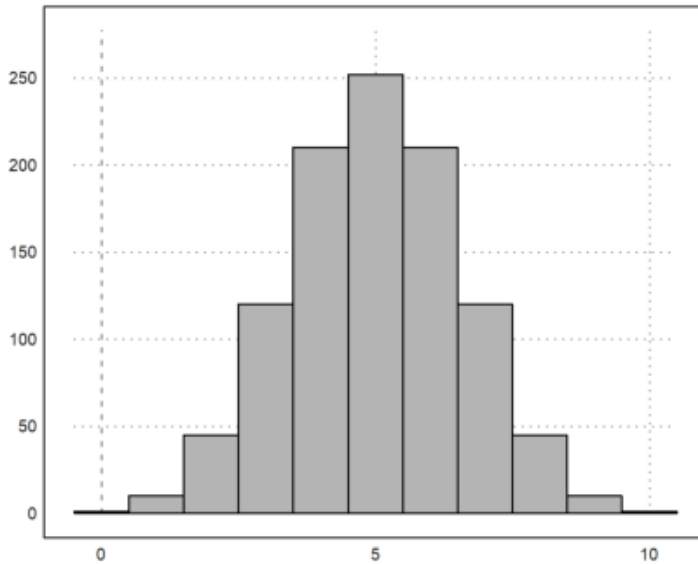
```
>n=10; i=0:n; ...  
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,a=0,b=10,c=0,d=0.3); ...  
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,points=true,style="ow",add=true,color=blue):
```



Selain itu, data dapat diplot sebagai batang. Dalam hal ini, x harus diurutkan dan satu elemen lebih panjang dari y. Batangnya akan memanjang dari $x[i]$ hingga $x[i+1]$ dengan nilai $y[i]$. Jika x berukuran sama dengan y, maka x akan diperpanjang satu elemen dengan spasi terakhir.

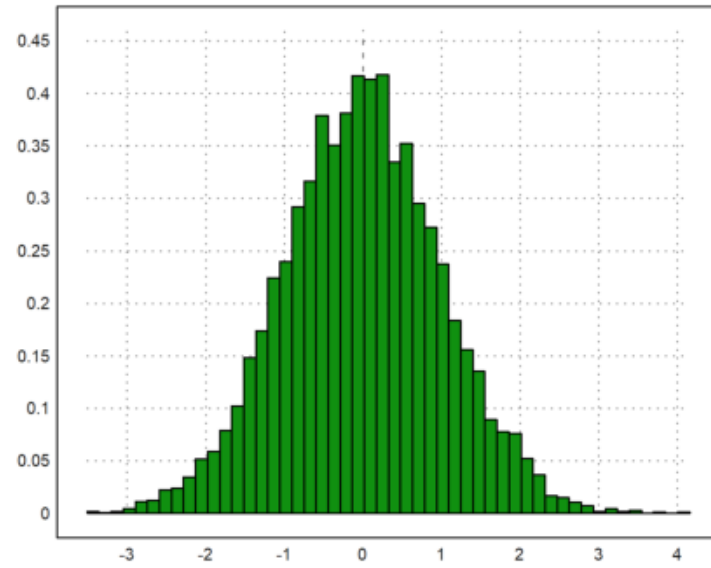
Gaya isian dapat digunakan seperti di atas.

```
>n=10; k=bin(n,0:n); ...  
>plot2d(-0.5:n+0.5,k,bar=true,fillcolor=lightgray):
```

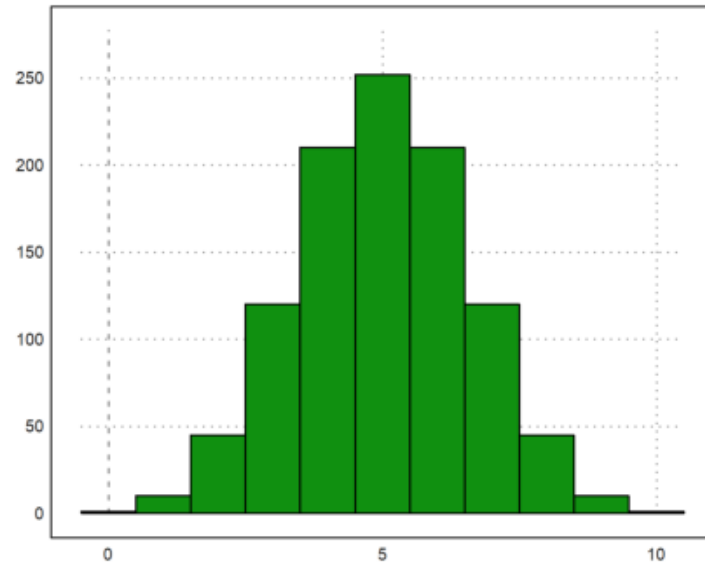


Data untuk plot batang (`batang=1`) dan histogram (`histogram=1`) dapat diberikan secara eksplisit dalam `xv` dan `yv`, atau dapat dihitung dari distribusi empiris dalam `xv` dengan `>distribusi` (atau `distribusi=n`). Histogram nilai `xv` akan dihitung secara otomatis dengan `>histogram`. Jika `>even` ditentukan, nilai `xv` akan dihitung dalam interval bilangan bulat.

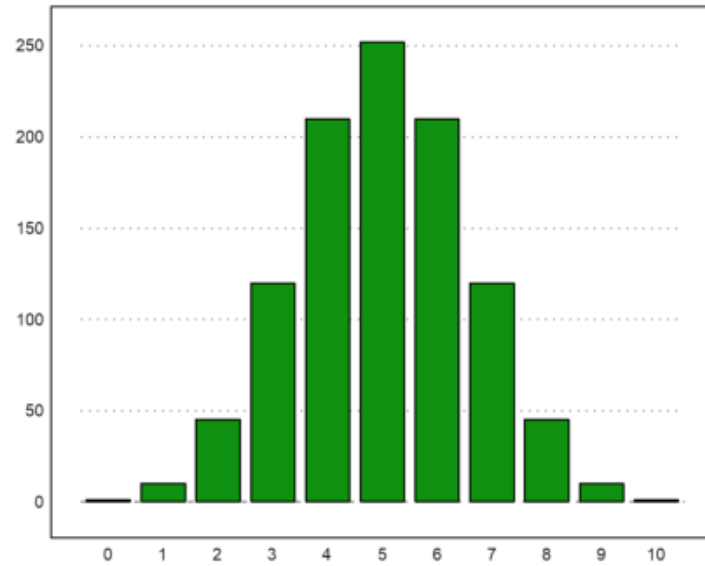
```
>plot2d(normal(10000),distribution=50):
```



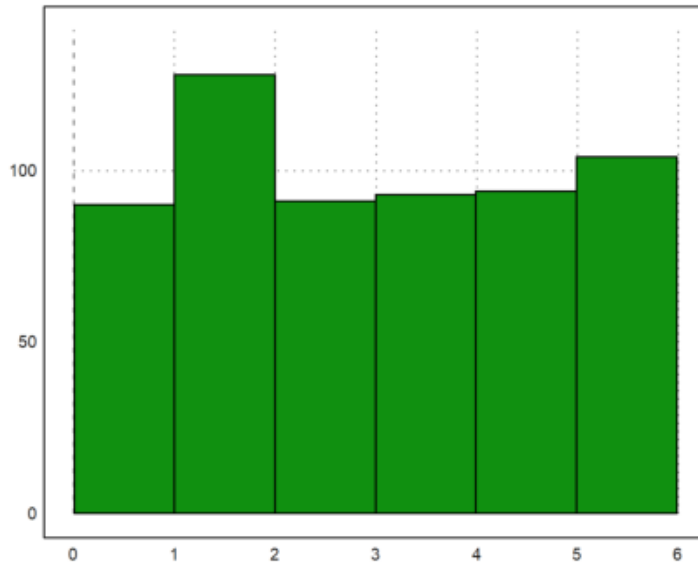
```
>k=0:10; m=bin(10,k); x=(0:11)-0.5; plot2d(x,m,>bar):
```



```
>columnsplo(m,k):
```

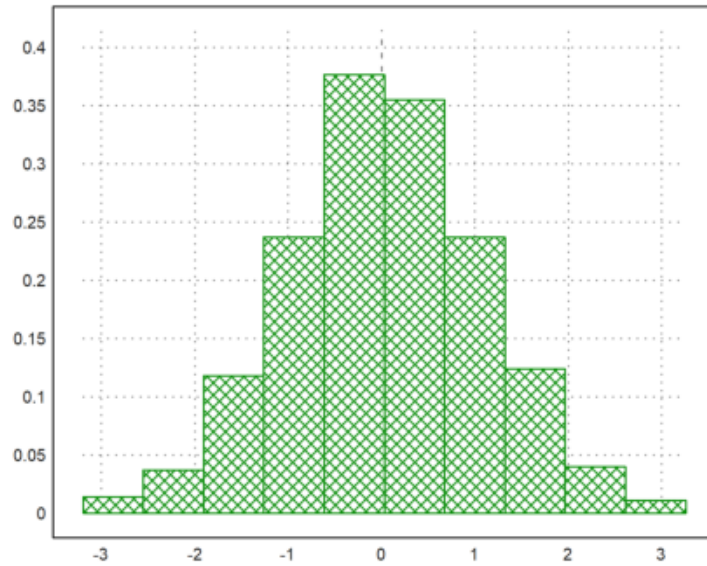


```
>plot2d(random(600)*6,histogram=6):
```



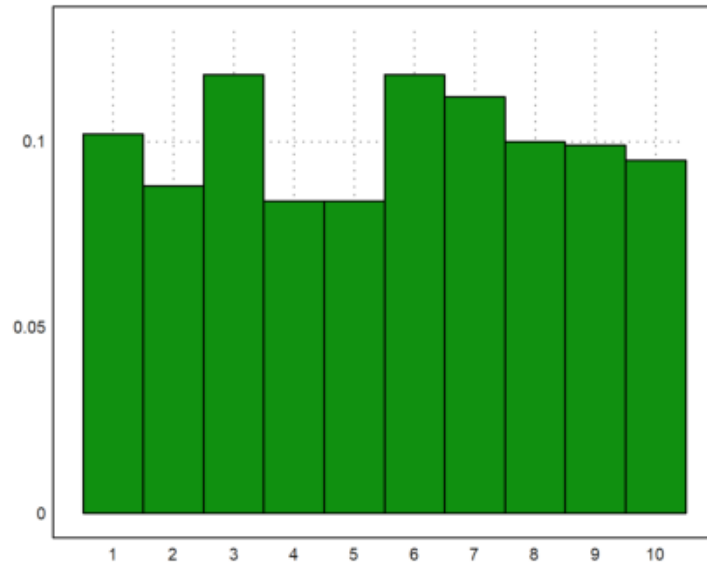
Untuk distribusi, terdapat parameter `distribution=n`, yang menghitung nilai secara otomatis dan mencetak distribusi relatif dengan `n` sub-interval.

```
>plot2d(normal(1,1000),distribution=10,style="\/"):
```

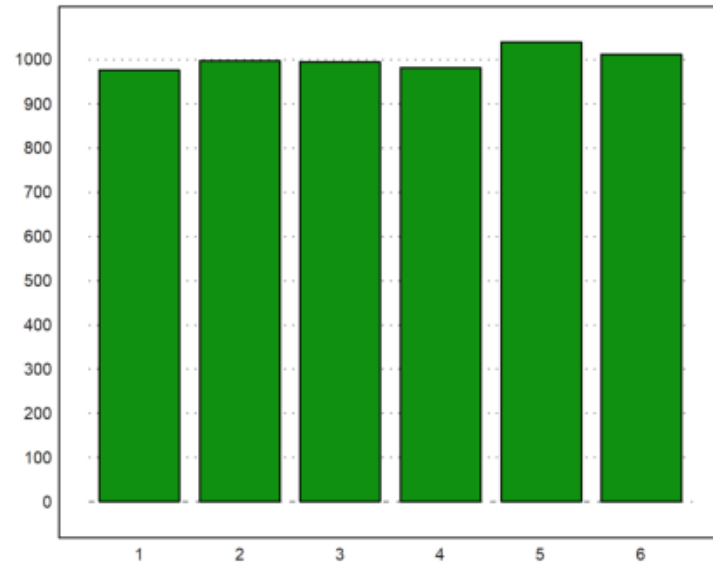
Dengan parameter `even=true`, ini akan menggunakan interval bilangan bulat.

```
>plot2d(inrandom(1,1000,10),distribution=10,even=true):
```

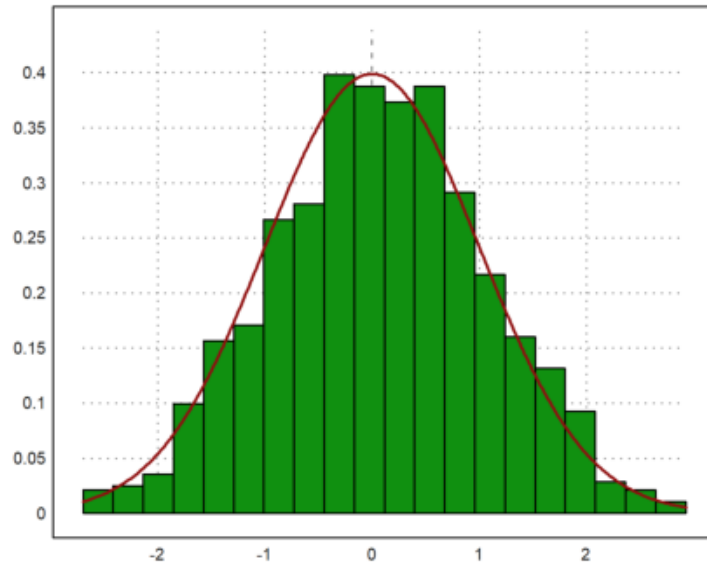


Perhatikan bahwa ada banyak plot statistik yang mungkin berguna. Silahkan lihat tutorial tentang statistik.

```
>columnplot(getmultiplicities(1:6,intrandom(1,6000,6))):
```

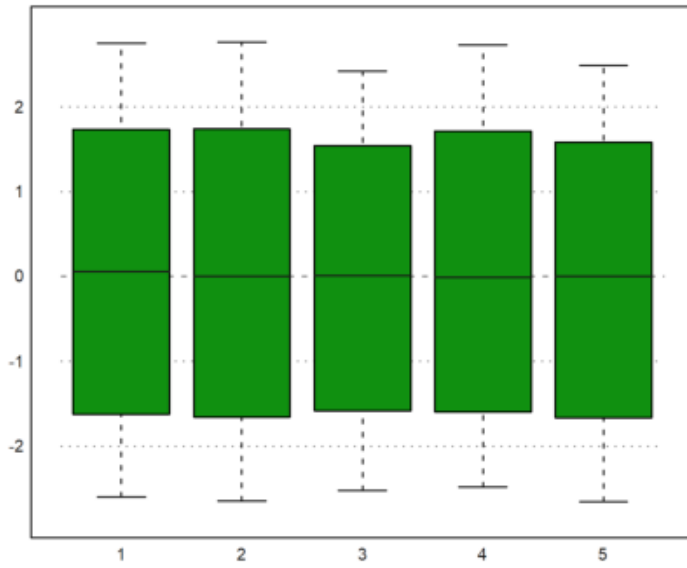


```
>plot2d(normal(1,1000),>distribution); ...  
>plot2d("qnormal(x)",color=red,thickness=2,>add):
```



Ada juga banyak plot khusus untuk statistik. Plot kotak menunjukkan kuartil distribusi ini dan banyak outlier. Menurut definisinya, outlier dalam plot kotak adalah data yang melebihi 1,5 kali rentang 50% tengah plot.

```
>M=normal(5,1000); boxplot(quantiles(M)):
```



Fungsi Implisit

Plot implisit menunjukkan penyelesaian garis level $f(x,y)=\text{level}$, dengan "level" dapat berupa nilai tunggal atau vektor nilai. Jika $\text{level} = \text{"auto"}$, akan ada garis level n_c , yang akan tersebar antara fungsi minimum dan maksimum secara merata. Warna yang lebih gelap atau lebih terang dapat ditambahkan dengan $>\text{hue}$ untuk menunjukkan nilai fungsi. Untuk fungsi implisit, xv harus berupa fungsi atau ekspresi parameter x dan y , atau alternatifnya, xv dapat berupa matriks nilai.

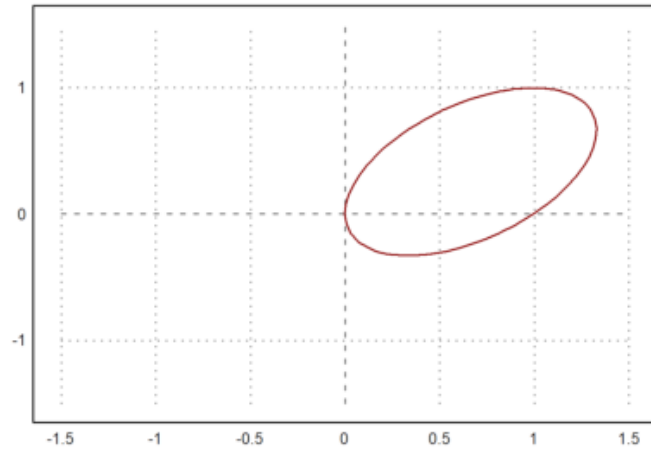
Euler dapat menandai garis level

$$f(x, y) = c$$

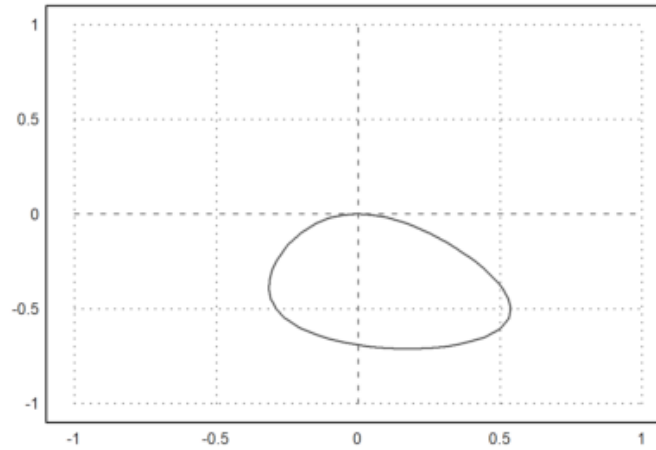
dari fungsi apa pun.

Untuk menggambar himpunan $f(x,y)=c$ untuk satu atau lebih konstanta c , Anda dapat menggunakan `plot2d()` dengan plot implisitnya pada bidang. Parameter c adalah $\text{level}=c$, dimana c dapat berupa vektor garis level. Selain itu, skema warna dapat digambar di latar belakang untuk menunjukkan nilai fungsi setiap titik dalam plot. Parameter "n" menentukan kehalusan plot.

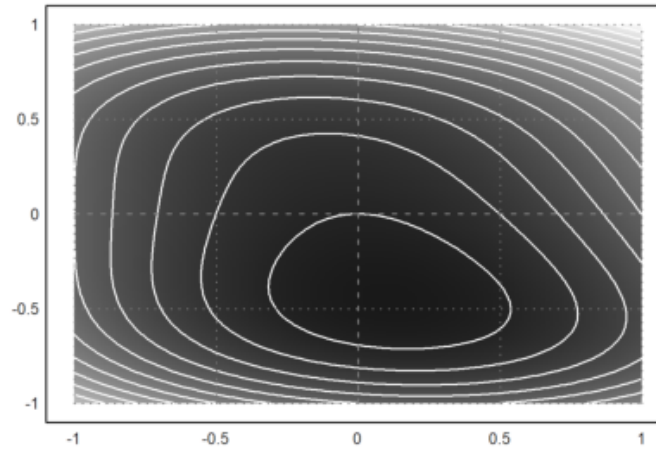
```
>aspect(1.5);  
>plot2d("x^2+y^2-x*y-x",r=1.5,level=0,contourcolor=red):
```



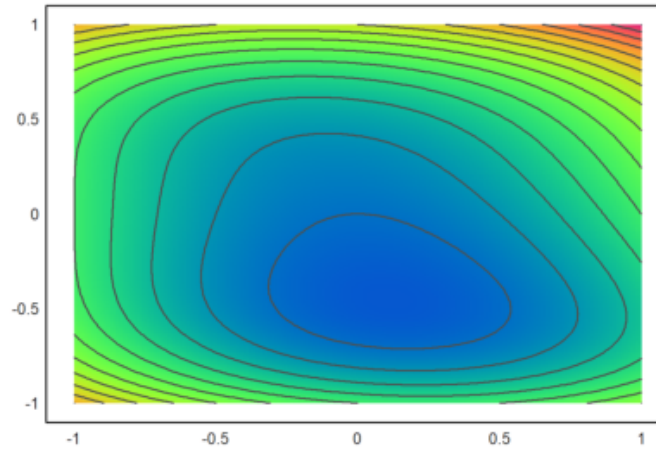
```
>expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)  
>plot2d(expr,level=0): // Solutions of f(x,y)=0
```



```
>plot2d(expr,level=0:0.5:20,>hue,contourcolor=white,n=200): // nice
```

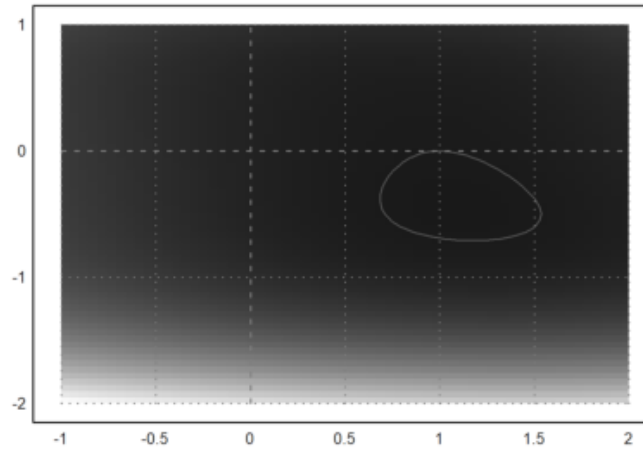



```
>plot2d(expr,level=0:0.5:20,>hue,>spectral,n=200,grid=4): // nicer
```

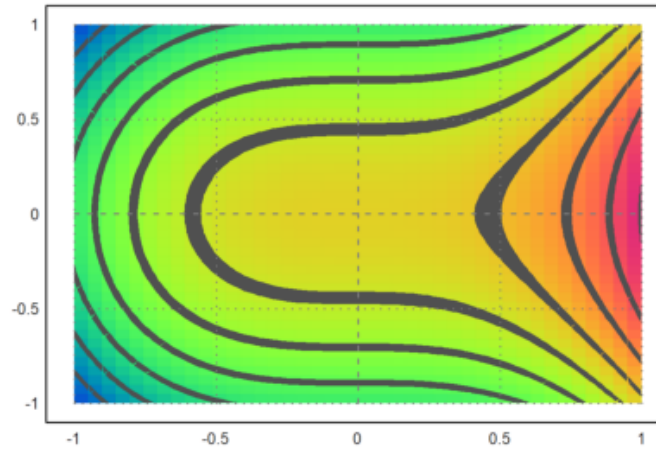


Ini juga berfungsi untuk plot data. Namun Anda harus menentukan rentangnya untuk label sumbu.

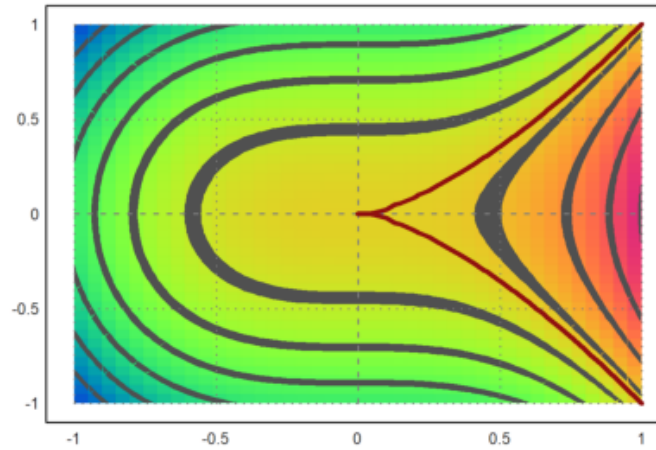
```
>x=-2:0.05:1; y=x'; z=expr(x,y);  
>plot2d(z,level=0,a=-1,b=2,c=-2,d=1,>hue):
```



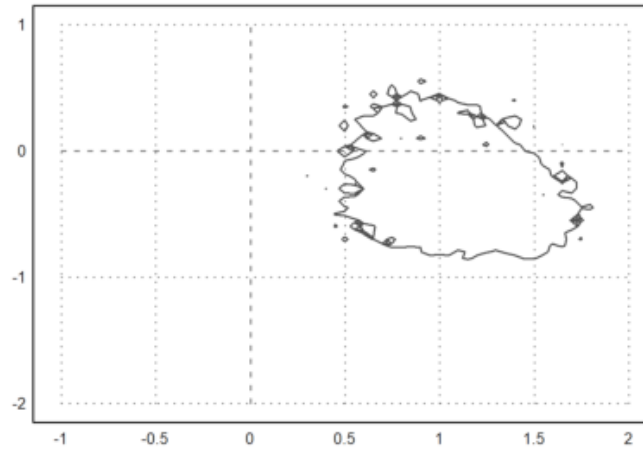
```
>plot2d("x^3-y^2",>contour,>hue,>spectral):
```



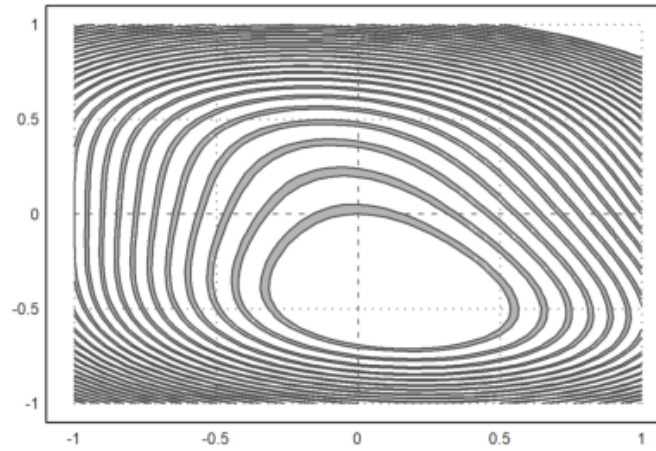
```
>plot2d("x^3-y^2",level=0,contourwidth=3,>add,contourcolor=red):
```



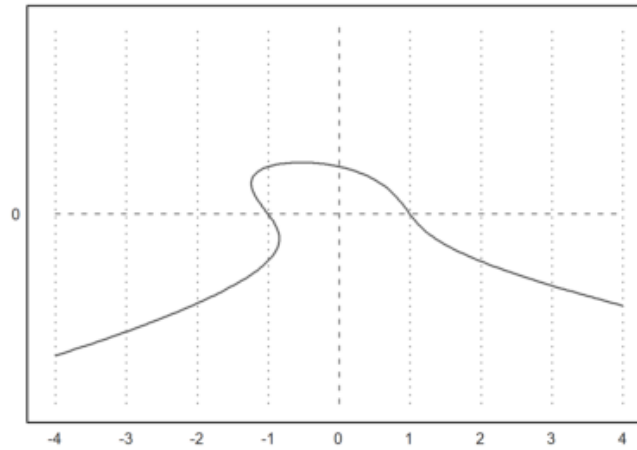
```
>z=z+normal(size(z))*0.2;  
>plot2d(z,level=0.5,a=-1,b=2,c=-2,d=1):
```



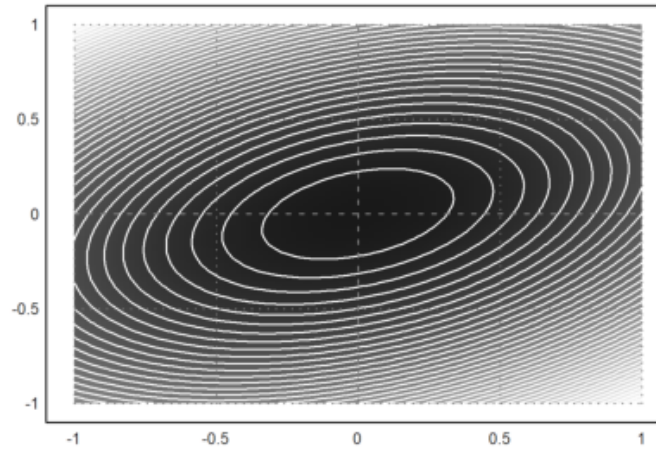
```
>plot2d(expr,level=[0:0.2:5;0.05:0.2:5.05],color=lightgray):
```



```
>plot2d("x^2+y^3+x*y",level=1,r=4,n=100):
```



```
>plot2d("x^2+2*y^2-x*y",level=0:0.1:10,n=100,contourcolor=white,>hue):
```

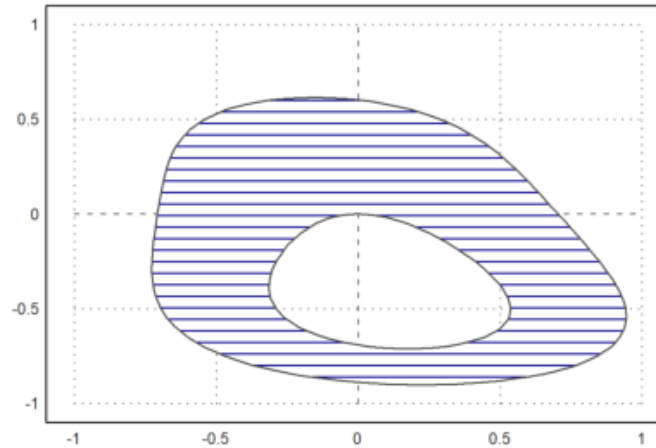
Dimungkinkan juga untuk mengisi set

$$a \leq f(x, y) \leq b$$

dengan rentang level.

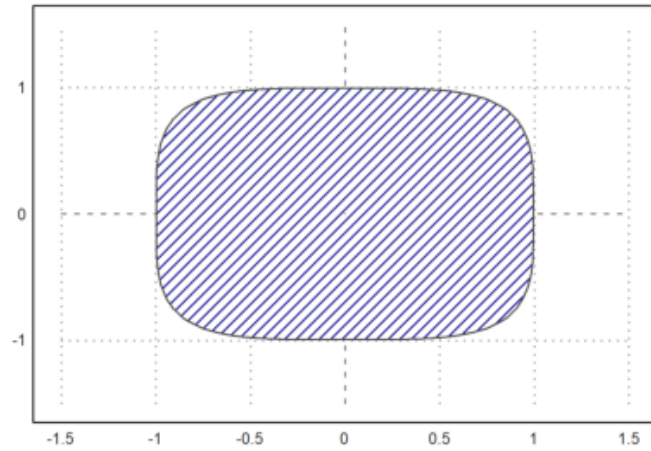
Dimungkinkan untuk mengisi wilayah nilai untuk fungsi tertentu. Untuk ini, level harus berupa matriks $2 \times n$. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

```
>plot2d(expr,level=[0;1],style="-",color=blue): // 0 <= f(x,y) <= 1
```

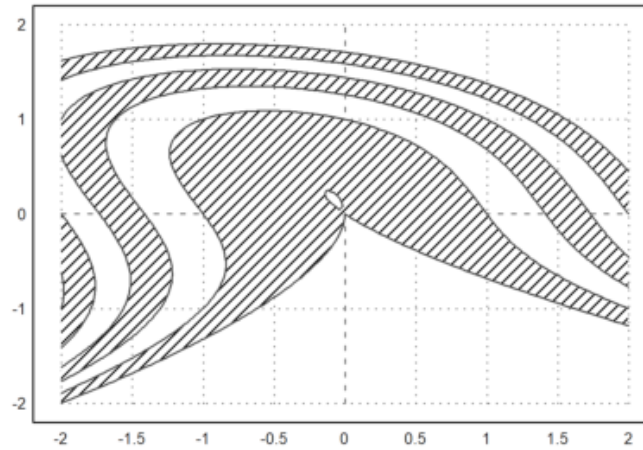


Plot implisit juga dapat menunjukkan rentang level. Maka level harus berupa matriks interval level $2 \times n$, di mana baris pertama berisi awal dan baris kedua berisi akhir setiap interval. Alternatifnya, vektor baris sederhana dapat digunakan untuk level, dan parameter `dl` memperluas nilai level ke interval.

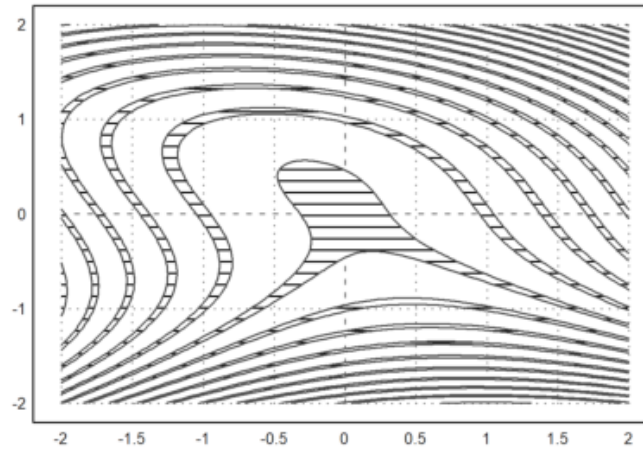
```
>plot2d("x^4+y^4",r=1.5,level=[0;1],color=blue,style="/"):
```



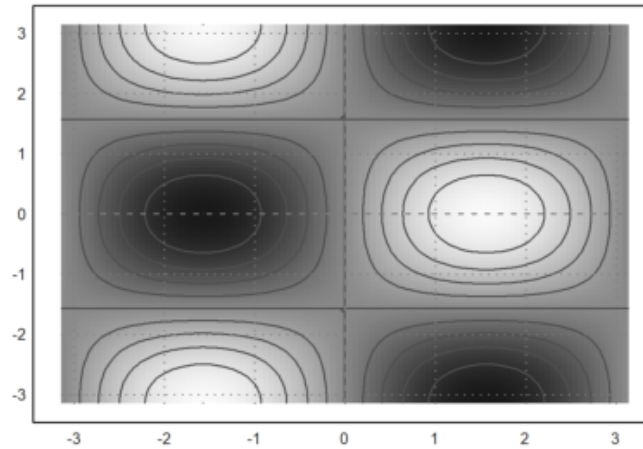
```
>plot2d("x^2+y^3+x*y",level=[0,2,4;1,3,5],style="/",r=2,n=100):
```



```
>plot2d("x^2+y^3+x*y",level=-10:20,r=2,style="-",dl=0.1,n=100):
```



```
>plot2d("sin(x)*cos(y)",r=pi,>hue,>levels,n=100):
```

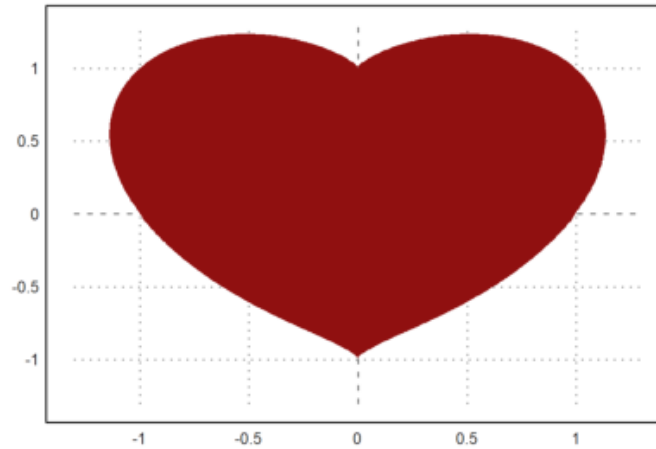


Dimungkinkan juga untuk menandai suatu wilayah

$$a \leq f(x, y) \leq b.$$

Hal ini dilakukan dengan menambahkan level dengan dua baris.

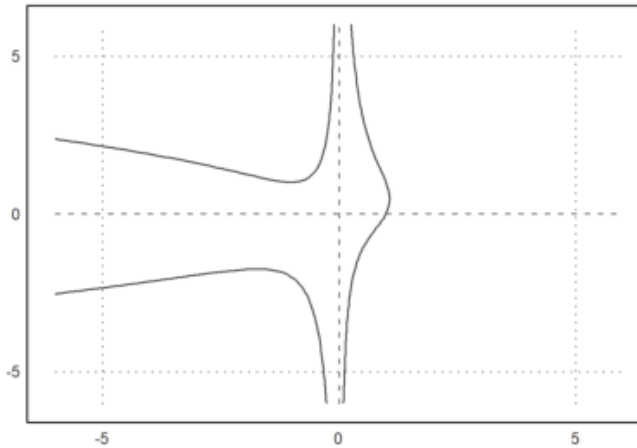
```
>plot2d("(x^2+y^2-1)^3-x^2*y^3",r=1.3, ...
>style="#",color=red,<outline, ...
>level=[-2;0],n=100):
```



Dimungkinkan untuk menentukan level tertentu. Misalnya, kita dapat memplot solusi persamaan seperti

$$x^3 - xy + x^2y^2 = 6$$

```
>plot2d("x^3-x*y+x^2*y^2",r=6,level=1,n=100):
```



```
>function starplot1 (v, style="/", color=green, lab=none) ...
```

```

if !holding() then clg; endif;
w=window(); window(0,0,1024,1024);
h=holding(1);
r=max(abs(v))*1.2;
setplot(-r,r,-r,r);
n=cols(v); t=linspace(0,2pi,n);
v=v|v[1]; c=v*cos(t); s=v*sin(t);
cl=barcolor(color); st=barstyle(style);
loop 1 to n
  polygon([0,c[#],c[#+1]], [0,s[#],s[#+1]],1);
  if lab!=none then
    rlab=v[#]+r*0.1;
    {col,row}=toscreen(cos(t[#])*rlab,sin(t[#])*rlab);
    ctext(""+lab[#],col,row-textheight()/2);
  end
end

```

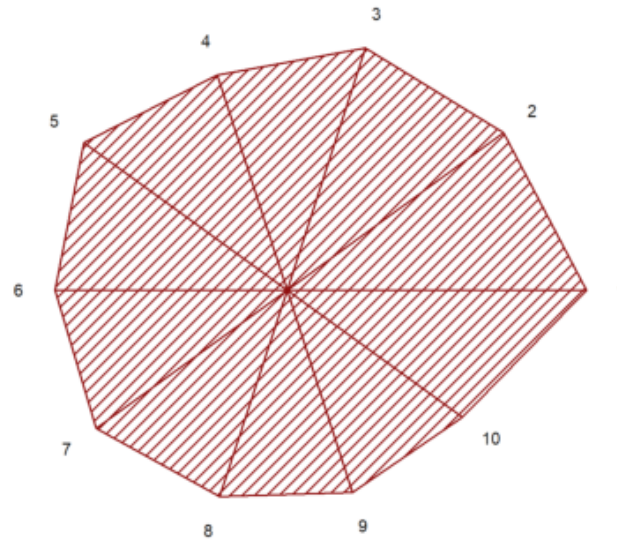


```
    endif;  
end;  
barcolor(cl); barstyle(st);  
holding(h);  
window(w);  
endfunction
```

Tidak ada tanda centang kotak atau sumbu di sini. Selain itu, kami menggunakan jendela penuh untuk plotnya.

Kami memanggil reset sebelum kami menguji plot ini untuk mengembalikan default grafis. Ini tidak perlu dilakukan jika Anda yakin plot Anda berhasil.

```
>reset; starplot1(normal(1,10)+5,color=red,lab=1:10):
```



Terkadang, Anda mungkin ingin merencanakan sesuatu yang plot2d tidak bisa lakukan, tapi hampir.

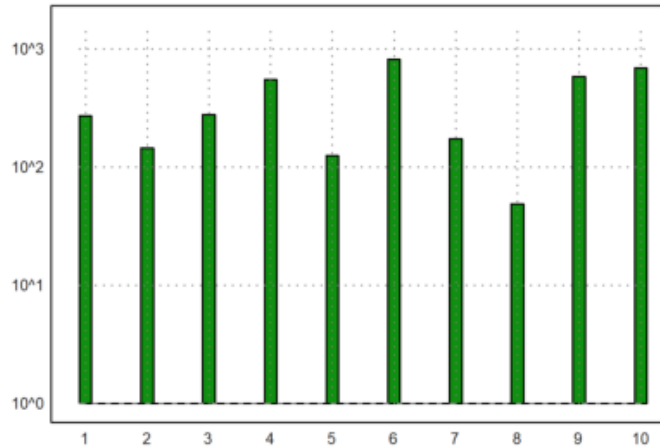
Dalam fungsi berikut, kita membuat plot impuls logaritmik. plot2d dapat melakukan plot logaritmik, tetapi tidak untuk batang impuls.

```
>function logimpulseplot1 (x,y) ...
```

```
{x0,y0}=makeimpulse(x,log(y)/log(10));  
plot2d(x0,y0,>bar,grid=0);  
h=holding(1);  
frame();  
xgrid(ticks(x));  
  p=plot();  
  for i=-10 to 10;  
  if i<=p[4] and i>=p[3] then  
  ygrid(i,yt="10^"+i);  
  endif;  
  end;  
  holding(h);  
endfunction
```

Mari kita uji dengan nilai yang terdistribusi secara eksponensial.

```
>aspect(1.5); x=1:10; y=-log(random(size(x)))*200; ...  
>logimpulseplot1(x,y):
```



Mari kita menganimasikan kurva 2D menggunakan plot langsung. Perintah `plot(x,y)` hanya memplot kurva ke dalam jendela plot. `setplot(a,b,c,d)` menyetel jendela ini.

Fungsi `wait(0)` memaksa plot muncul di jendela grafis. Jika tidak, pengundian ulang akan dilakukan dalam interval waktu yang jarang.

```
>function animliss (n,m) ...
```

```
t=linspace(0,2pi,500);  
f=0;  
c=framecolor(0);  
l=linewidth(2);  
setplot(-1,1,-1,1);  
repeat  
    clg;
```

```
plot(sin(n*t),cos(m*t+f));  
wait(0);  
if testkey() then break; endif;  
f=f+0.02;  
end;  
framecolor(c);  
linewidth(1);  
endfunction
```

Tekan tombol apa saja untuk menghentikan animasi ini.

```
>animliss(2,3); // lihat hasilnya, jika sudah puas, tekan ENTER
```

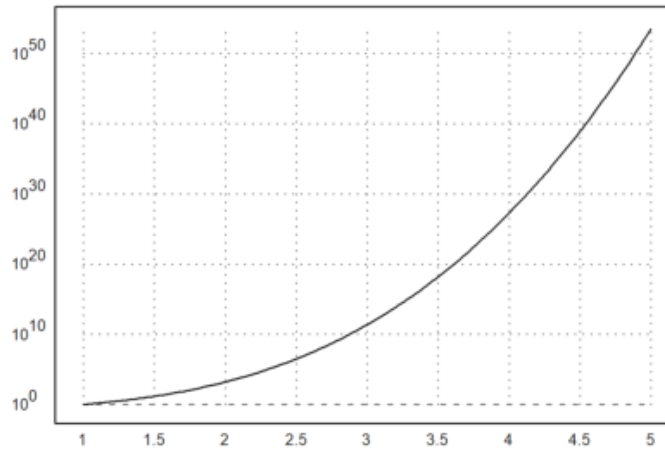
Plot Logaritmik

EMT menggunakan parameter "logplot" untuk skala logaritmik.

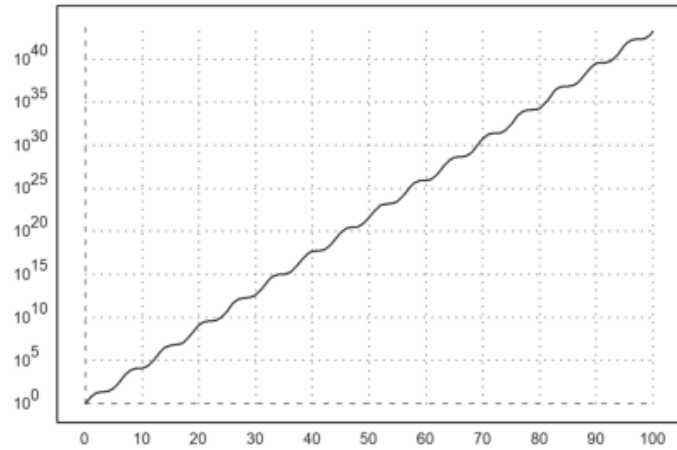
Plot logaritma dapat diplot menggunakan skala logaritma di y dengan logplot=1, atau menggunakan skala logaritma di x dan y dengan logplot=2, atau di x dengan logplot=3.

- logplot=1: y-logaritma
- logplot=2: x-y-logaritma
- logplot=3: x-logaritma

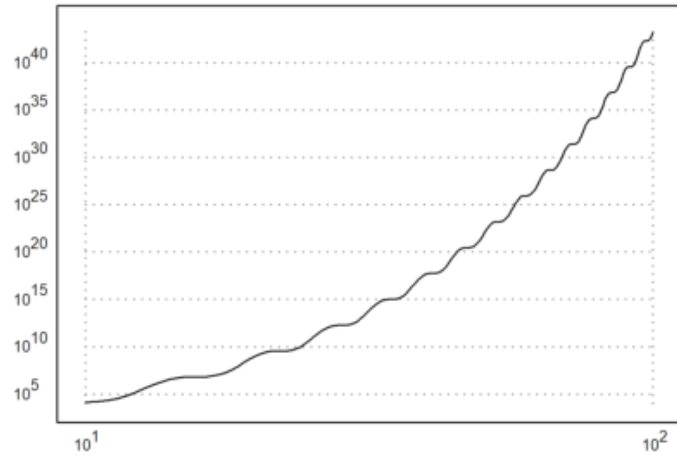
```
>plot2d("exp(x^3-x)*x^2",1,5,logplot=1):
```



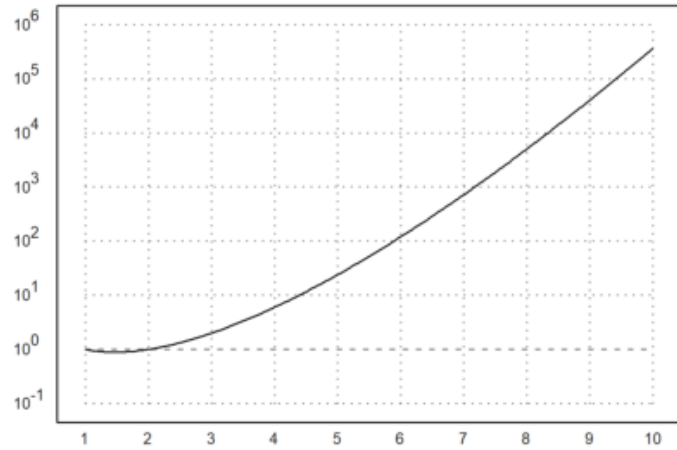
```
>plot2d("exp(x+sin(x))",0,100,logplot=1):
```



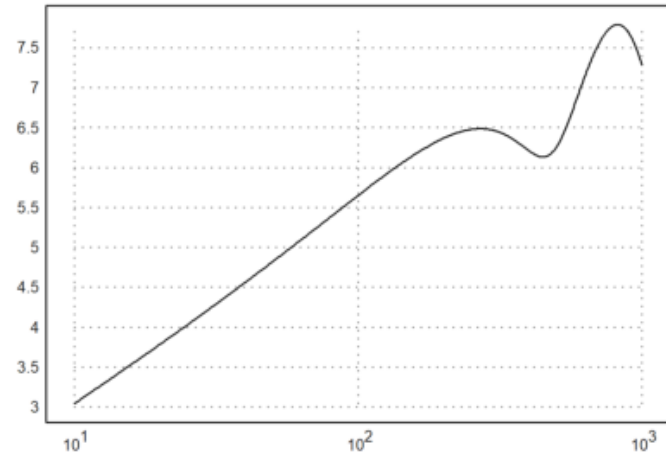
```
>plot2d("exp(x+sin(x))",10,100,logplot=2):
```



```
>plot2d("gamma(x)",1,10,logplot=1):
```

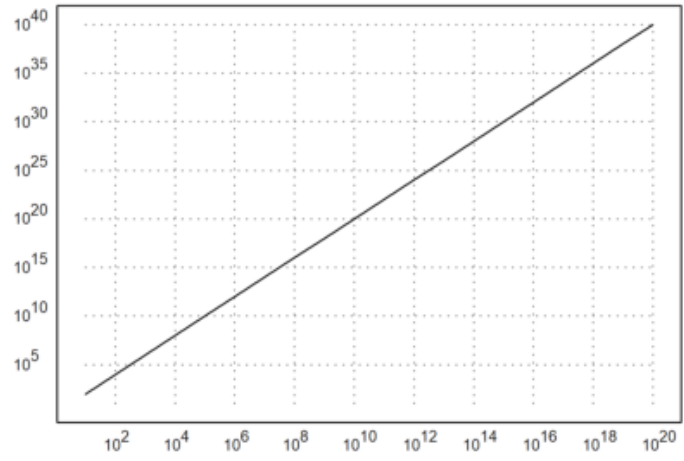



```
>plot2d("log(x*(2+sin(x/100)))",10,1000,logplot=3):
```



Ini juga berfungsi dengan plot data.

```
>x=10^(1:20); y=x^2-x;  
>plot2d(x,y,logplot=2):
```



>

>

>

