Nama : Latifah Nurfitriyani
Kelas : Matematika E 2022
NIM : 22305141010

Menggambar Grafik 2D dengan EMT

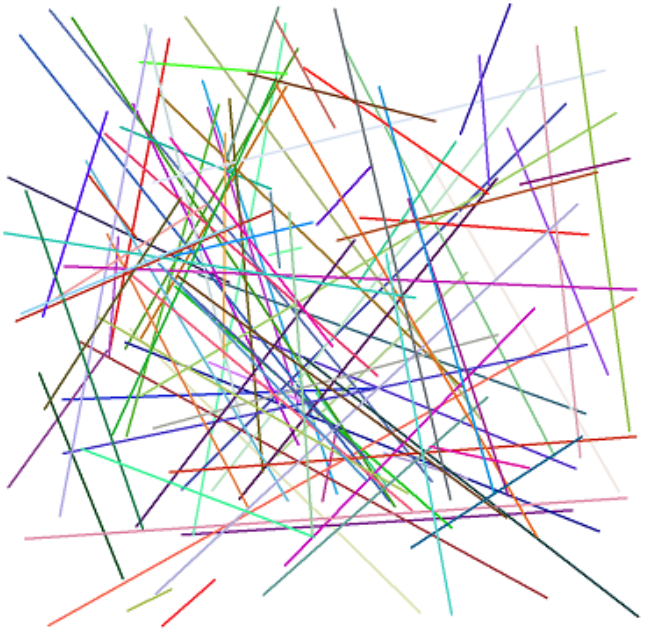
Notebook ini menjelaskan tentang cara menggambar berbagaikurva dan grafik 2D dengan software EMT. EMT menyediakan fungsi plot2d() untuk menggambar berbagai kurva dan grafik dua dimensi (2D).

Basic Plots

Ada fungsi dasar plot. Ada koordinat layar, yang selalu berkisar dari 0 sampai 1024 di setiap sumbu, tidak peduli apakah layar persegi atau tidak. Semut memiliki koordinat plot, yang dapat disetel dengan set plot (). Pemetaan antara koordinat tergantung pada jendela plot saat ini. Misalnya, jendela penyusutan default () menyisakan ruang untuk label sumbu dan judul plot.

Dalam contoh, kita hanya menggambar beberapa garis acak dalam berbagai warna. Untuk detail tentang 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;
```

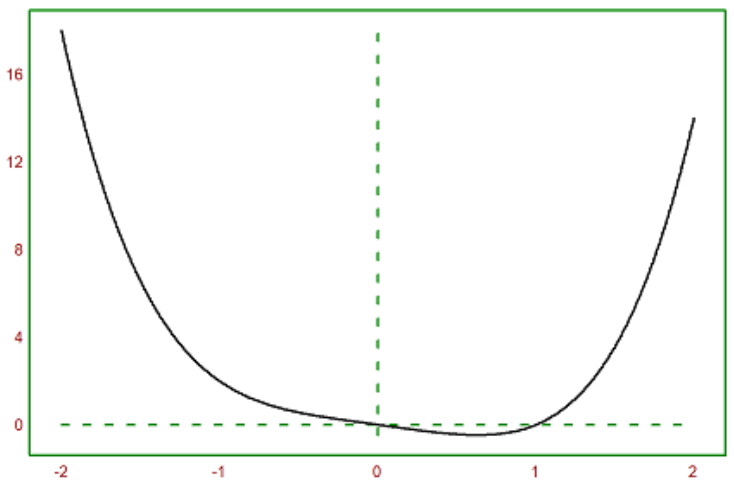
Perlu untuk menahan grafik, karena perintah plot() akan membersihkan jendela plot.

Untuk membersihkan semua yang 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.

Untuk contoh lain, kita menggambar plot sebagai inset di 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, dan menahan plot saat kita plot dalam set.

```
> 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);
```

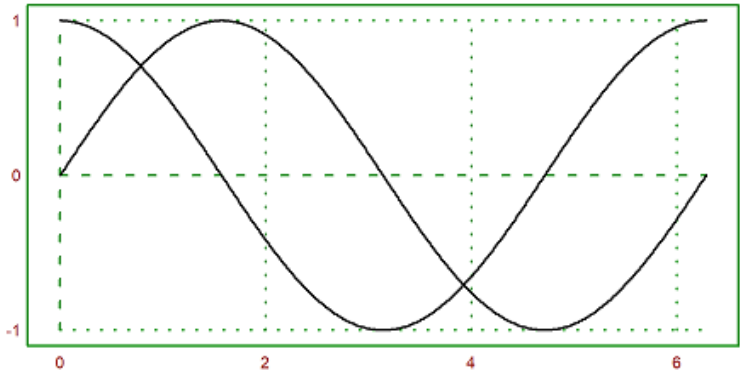
Sebuah plot dengan beberapa angka dicapai dengan cara yang sama. Ada fungsi gambar utilitas untuk ini.

Aspek Plot

Plot default menggunakan jendela plot persegi. Anda dapat mengubah ini dengan aspek fungsi (). Jangan lupa untuk mengatur ulang aspek nanti. Anda juga dapat mengubah default ini di menu dengan "Set Aspek" ke rasio aspek tertentu atau ke ukuran saat ini dari jendela grafis.

Tapi Anda dapat mengubahnya juga untuk satu plot. Untuk ini, ukuran saat ini dari area plot 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() memulihkan default plot termasuk rasio aspek.

Plot 2D dalam Euler

EMT Math Toolbox memiliki plot dalam 2D, baik untuk data maupun fungsi. EMT menggunakan fungsi plot 2d. Fungsi ini dapat merencanakan fungsi dan data.

Adalah mungkin untuk plot di Maxima menggunakan Gnuplot atau dalam Python menggunakan Math Plot Lib.

Euler dapat merencanakan plot 2D dari

- ekspresi
- fungsi, variabel, atau parameter kurva,
- vektor dari nilai x-y,
- awan titik di pesawat,
- kurva implisit dengan tingkat atau daerah tingkat.
- Fungsi kompleks

Gaya plot termasuk berbagai gaya untuk garis dan titik, plot bar dan plot berbayang.

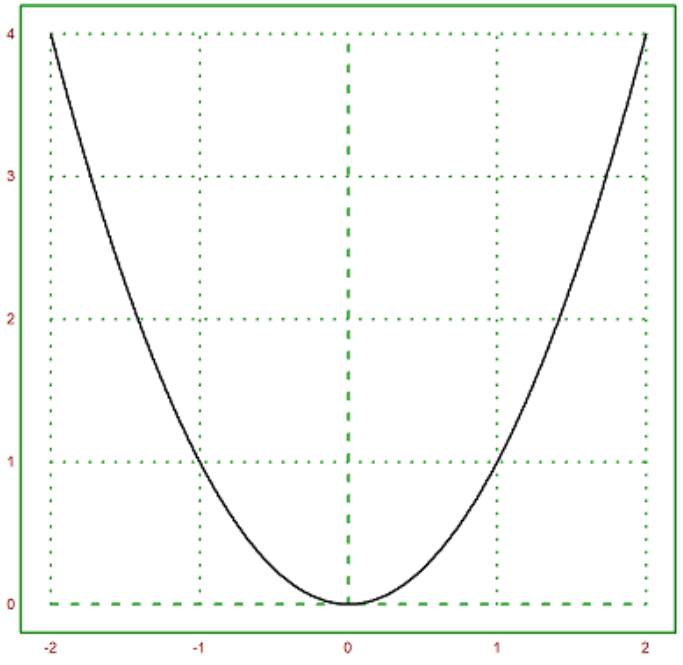
Plot Ekspresi atau Variabel

Ekspresi tunggal dalam "x" (misalnya "4*x22") atau nama fungsi (misalnya "f") menghasilkan grafik fungsi.

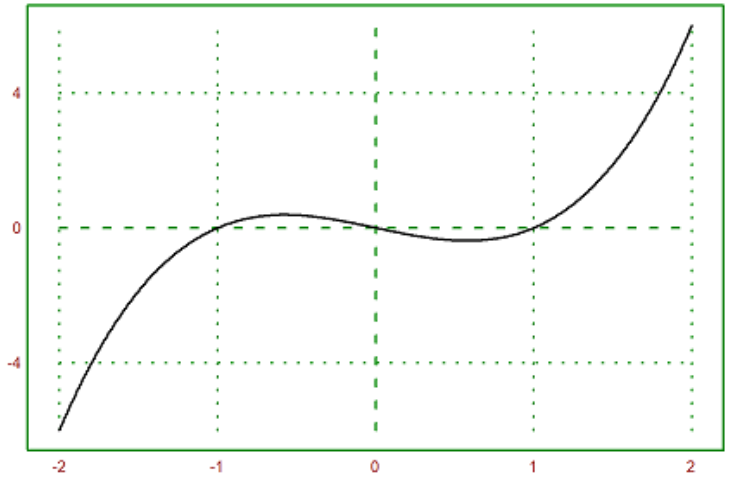
Berikut adalah contoh paling dasar, yang menggunakan rentang default dan menetapkan rentang properti agar sesuai dengan plot fungsi.

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

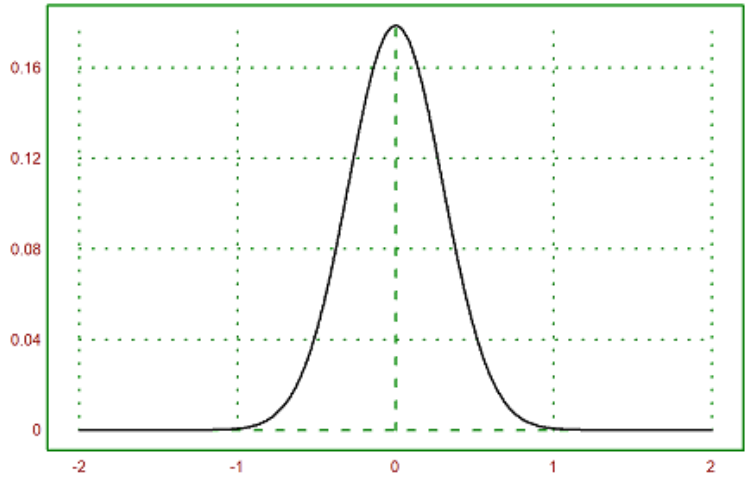
```
> plot2d("x^2"):
```




```
> 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
```

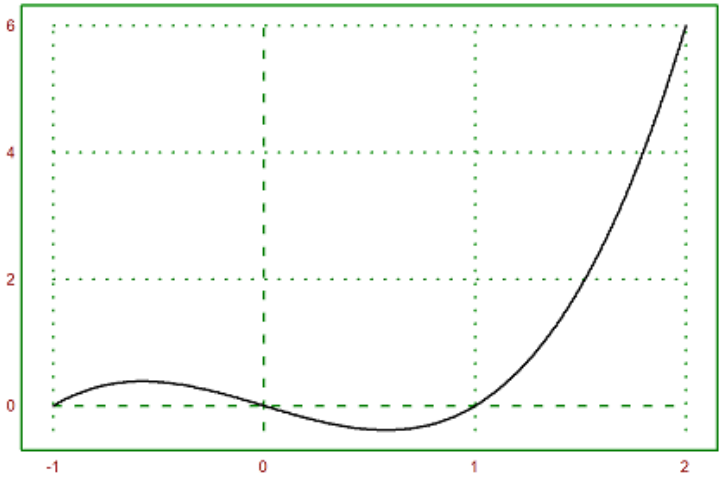


Dari beberapa contoh sebelumnya Anda dapat melihat bahwa aslinya gambar plot menggunakan sumbu X dengan rentang nilai dari -2 sampai dengan 2. Untuk mengubah rentang nilai X dan Y, Anda dapat menambahkan nilai-nilai batas X (dan Y) di belakang ekspresi yang digambar.

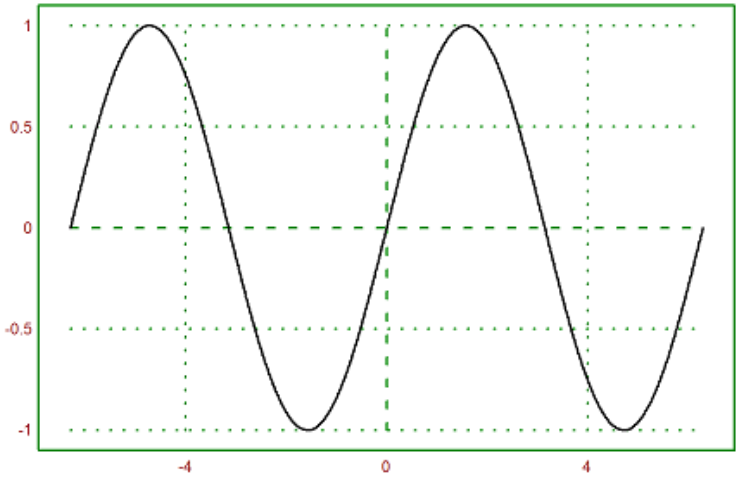
Rentang plot diatur dengan parameter yang ditetapkan berikut

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

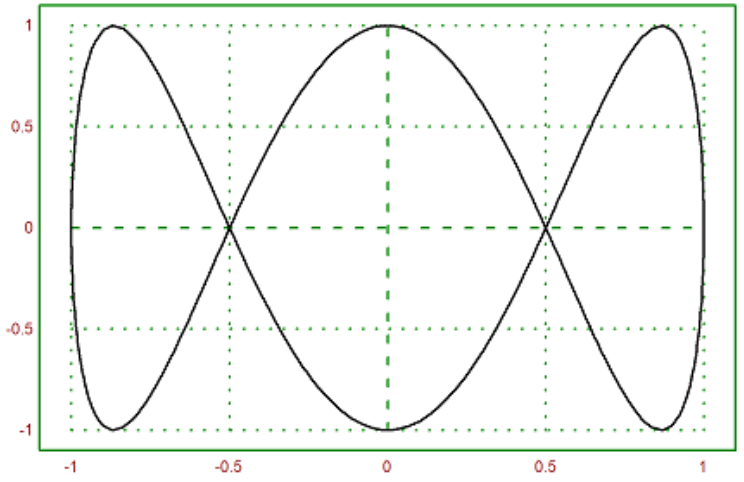
```
> plot2d("x^3-x",-1,2):
```




```
> 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 dalam insimg(lines), yang memasukkan plot yang menempati sejumlah baris teks tertentu.

Dalam opsi, plot dapat diatur untuk muncul

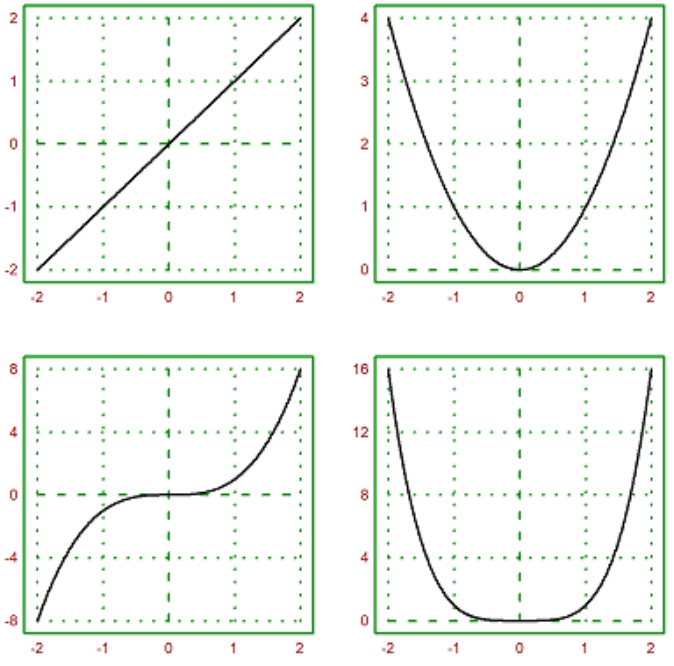
- dalam jendela yang dapat diubah ukurannya secara terpisah,
- di jendela buku catatan (notebook).

Lebih banyak gaya dapat dicapai dengan perintah plot tertentu.

Bagaimanapun juga, tekan tombol tabulator (TAB) untuk melihat plot, jika itu tersembunyi.

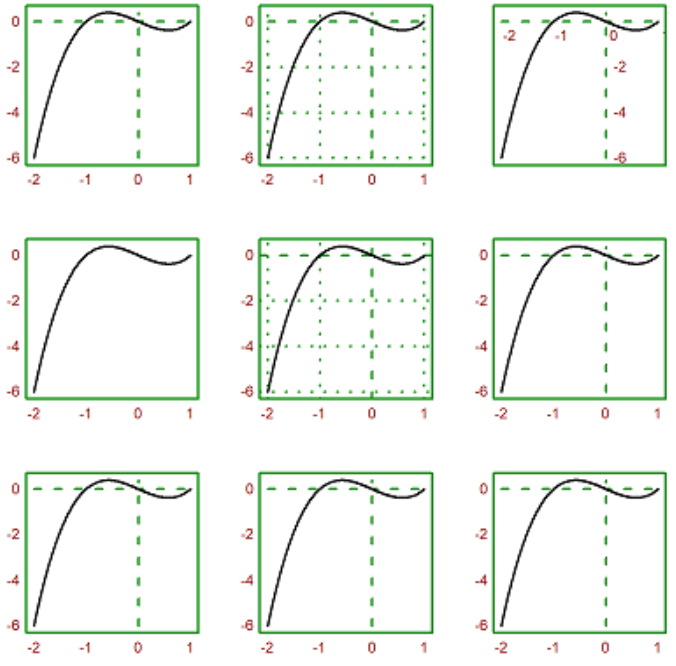
Untuk membagi jendela menjadi beberapa plot, gunakan perintah figure() Dalam contoh, kita plot x^1 ke x^4 menjadi 4 bagian dari jendela. figure(0) mengatur ulang jendela default.

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



Dalam plot2d(), tersedia gaya alternatif dengan grid=x. Untuk ikhtisar, kami menunjukkan berbagai gaya kisi dalam satu figure (lihat di bawah untuk perintah figure()). Gaya grid=0 tidak disertakan. Ini menunjukkan tidak ada grid dan tidak ada frame.

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

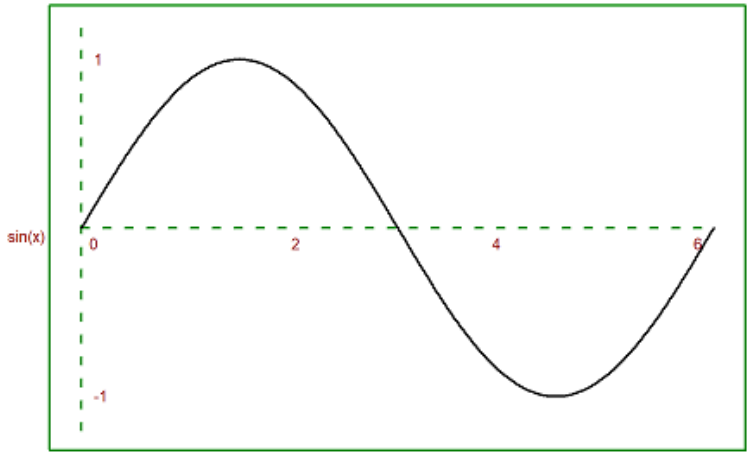


Jika argumen untuk plot2d() adalah ekspresi diikuti oleh empat angka, angka-angka ini adalah rentang x- dan y- untuk plot.

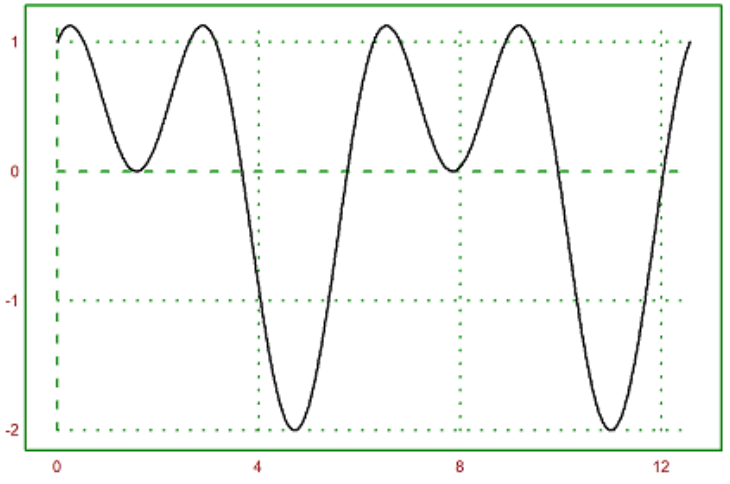
Sebagai alternatif, a, b, c, d dapat dinyatakan sebagai parameter yang ditetapkan sebagai a=... dll.

Pada contoh berikut, kita 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):
```

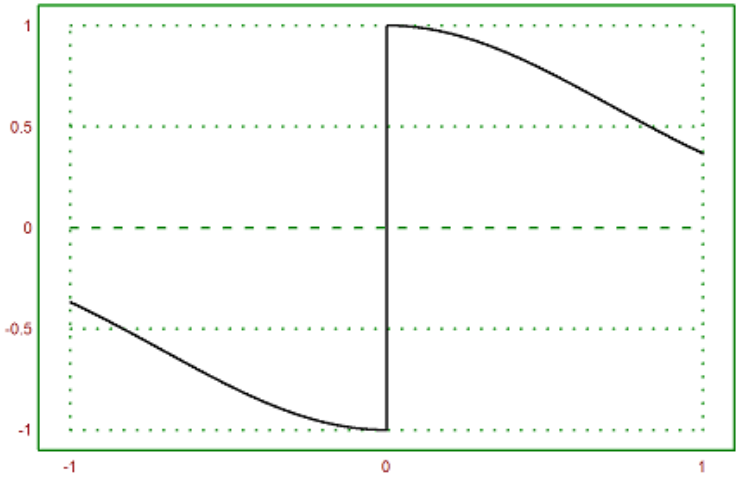


Gambar yang dihasilkan dengan memasukkan plot ke dalam jendela teks disimpan dalam direktori yang sama dengan notebook, secara default dalam subdirektori bernama ”images”. Mereka juga digunakan oleh ekspor HTML.

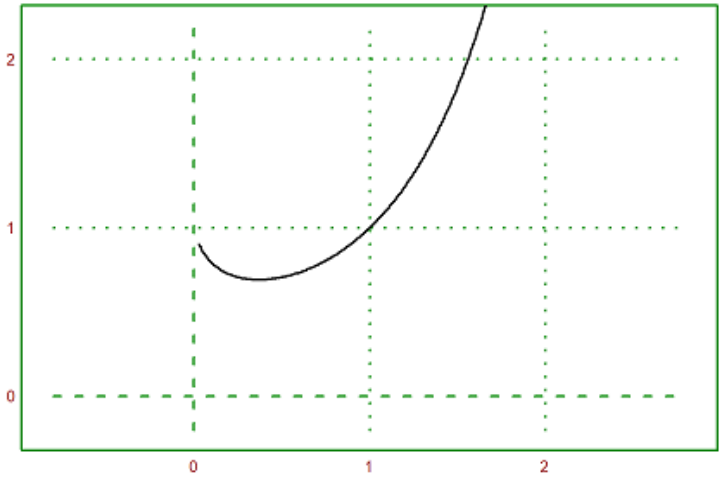
Anda cukup menandai gambar apa pun dan menyalinnya ke papan klip dengan Ctrl-C. Tentu saja, Anda juga dapat mengekspor grafik saat ini dengan fungsi di menu File.

Fungsi atau ekspresi dalam plot2d dievaluasi secara adaptif. Untuk kecepatan lebih lanjut, matikan plot adaptif dengan <adaptive dan tentukan jumlah subinterval dengan n=... Ini harus diperlukan dalam kasus langka saja.

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

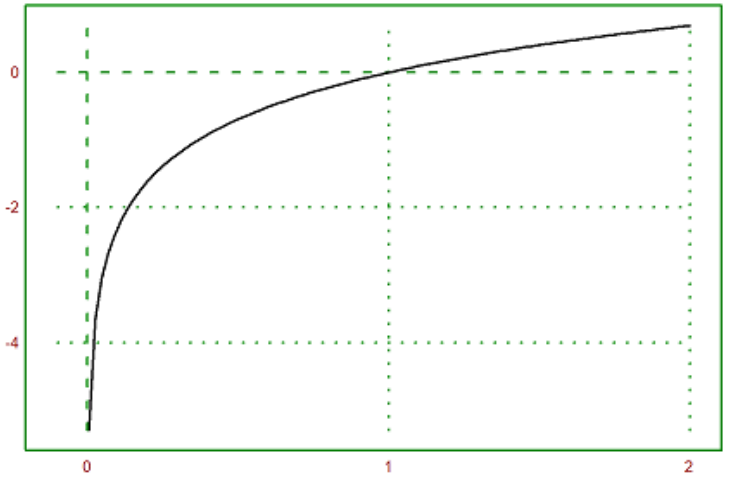



```
> plot2d("x^x",r=1.2,cx=1,cy=1):
```



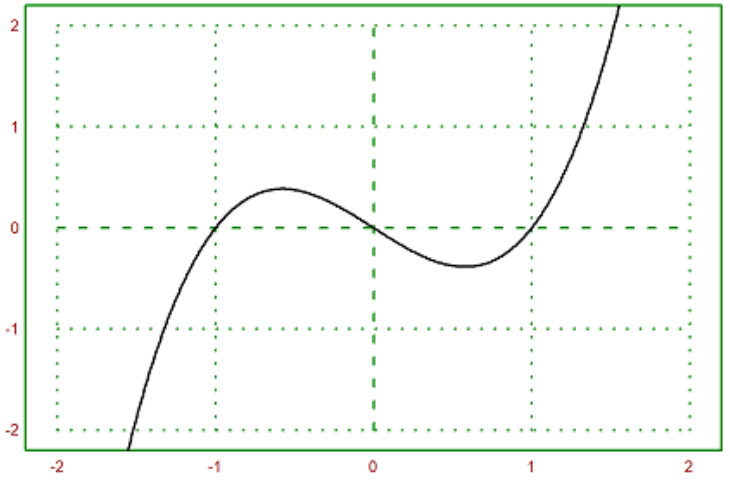
Perhatikan bahwa xˆx tidak didefinisikan untuk x<=0. Fungsi plot2d menangkap kesalahan ini, dan mulai plot segera setelah fungsi didefinisikan. Ini bekerja untuk semua fungsi yang mengembalikan NAN dari jangkauan definisinya.

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

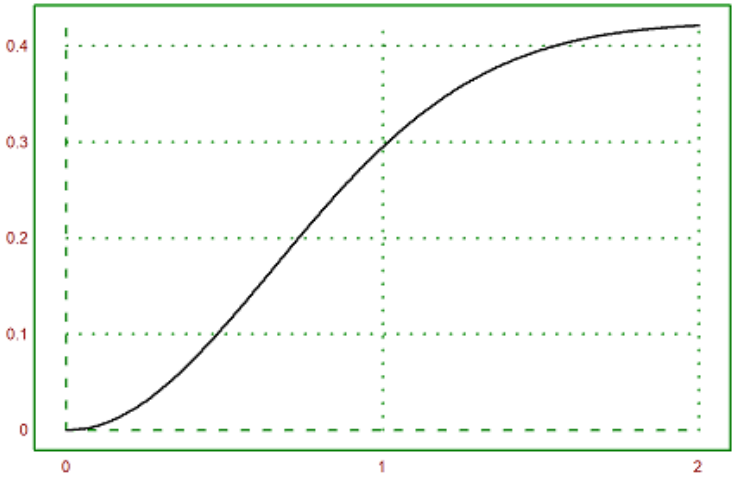


Parameter square=true (atau >square) memilih rentang y secara otomatis sehingga hasilnya adalah jendela plot persegi. Perhatikan bahwa secara default, Euler menggunakan ruang persegi di dalam jendela plot.

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

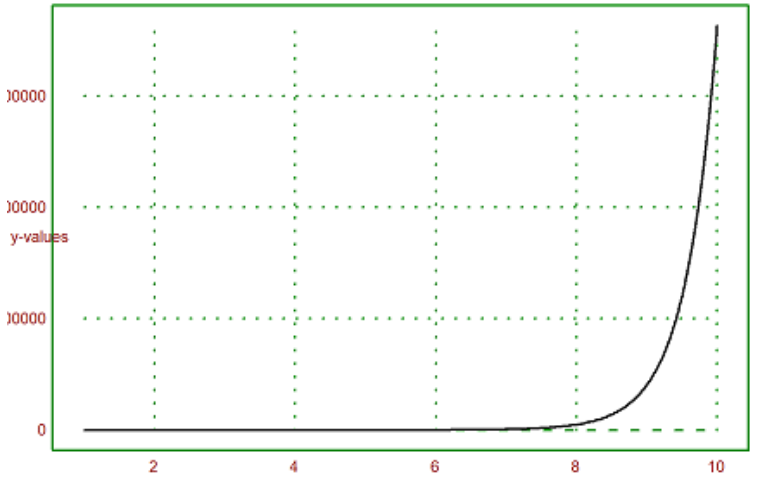



```
> plot2d(''integrate("sin(x)*exp(-x^2)",0,x)'',0,2): // plot integral
```



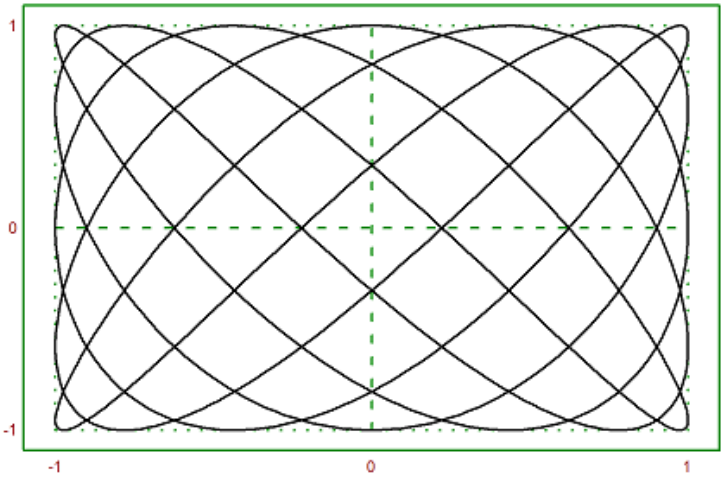
Jika Anda membutuhkan lebih banyak ruang untuk y-labels, panggil shrinkwindow() dengan parameter yang lebih kecil, atau tetapkan nilai positif untuk ”smaller” dalam plot2d().

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

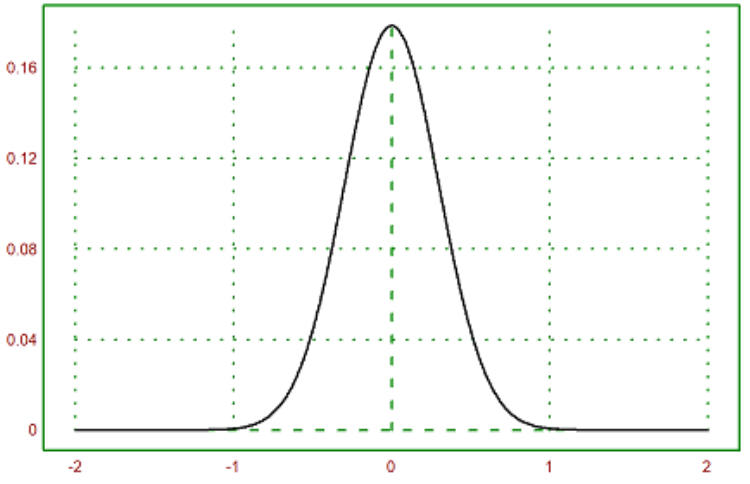


Ekspresi simbolik juga dapat digunakan, karena mereka disimpan sebagai ekspresi string sederhana.

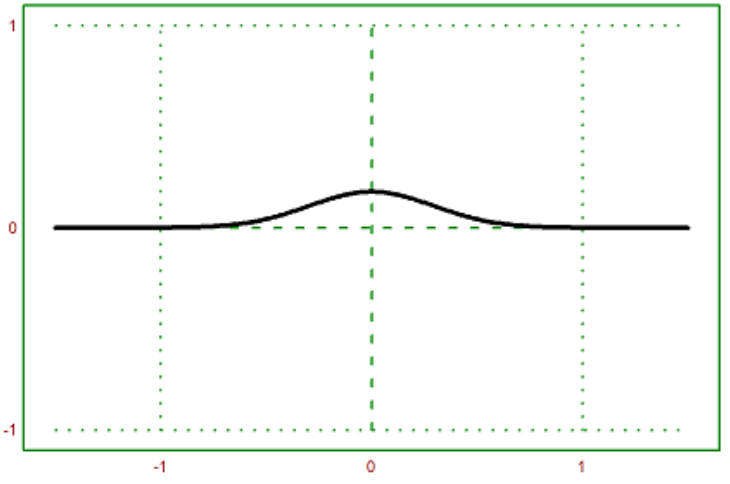
```
> x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(5x),cos(7x)):
```



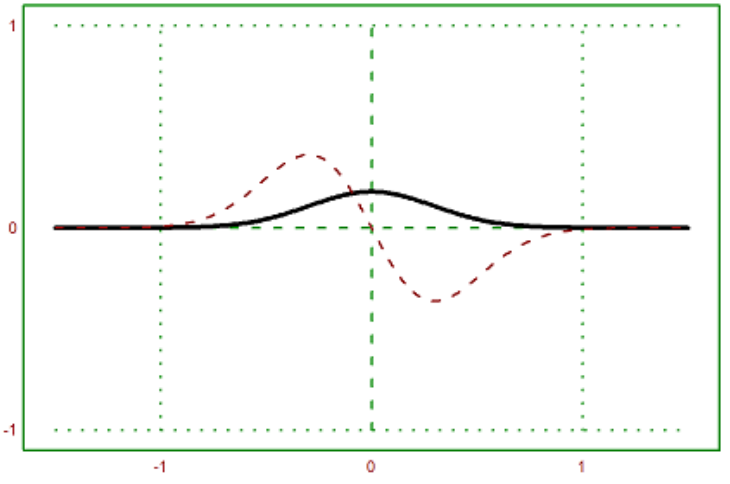

```
> a:=5.6; expr &= exp(-a*x^2)/a; // define expression
> plot2d(expr,-2,2): // plot from -2 to 2
```



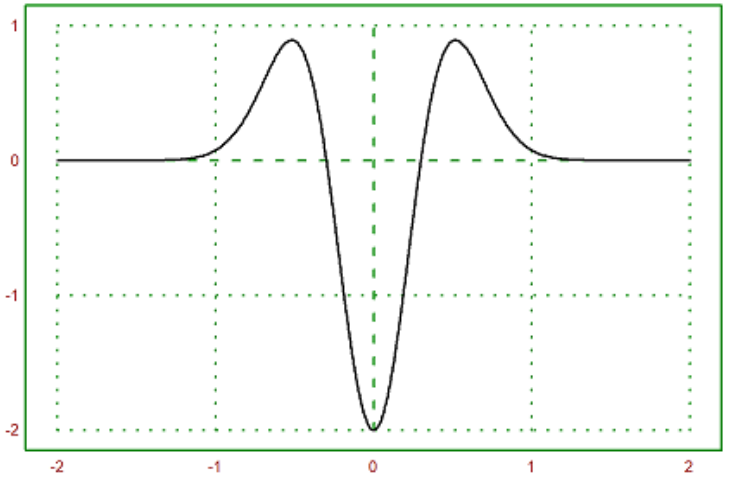

```
> plot2d(expr,r=1,thickness=2): // plot in a square around (0,0)
```



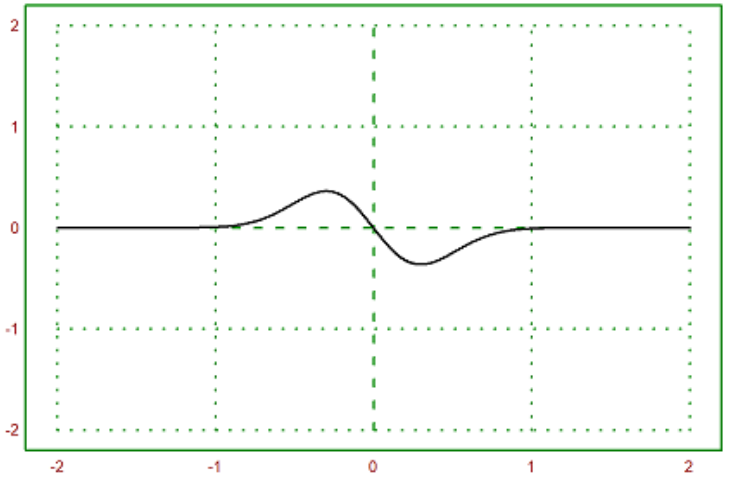

```
> plot2d(&diff(expr,x),>add,style="--",color=red): // add another plot
```



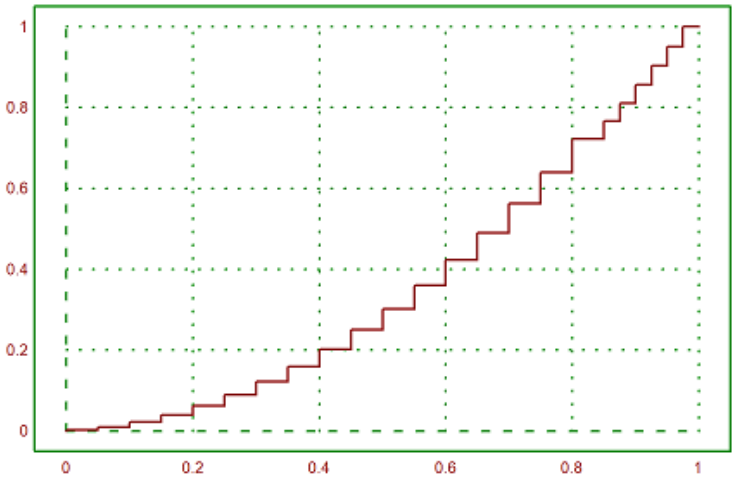

```
> plot2d(&diff(expr,x,2),a=-2,b=2,c=-2,d=1): // plot in rectangle
```



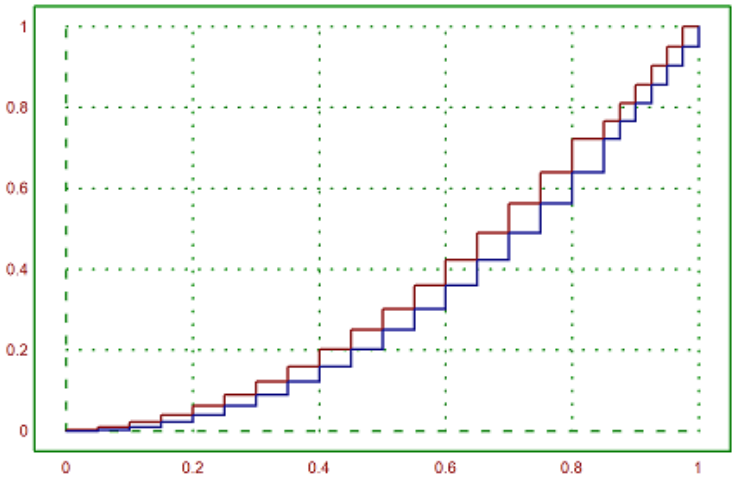

```
> plot2d(&diff(expr,x),a=-2,b=2,>square): // keep plot square
```




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




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

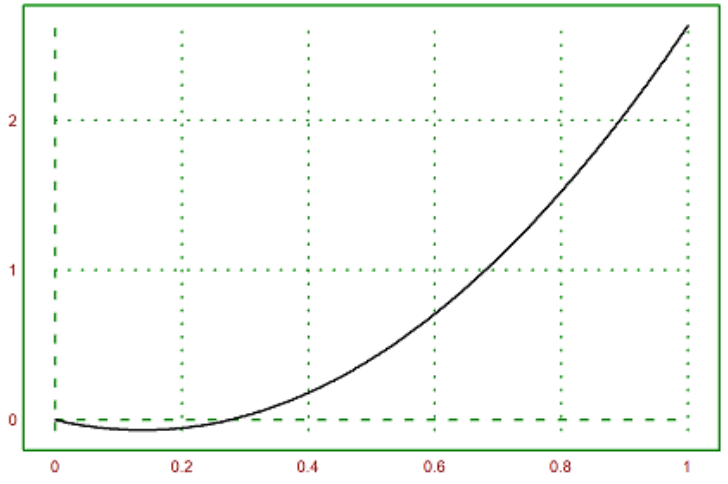

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

Fungsi dalam satu Parameter

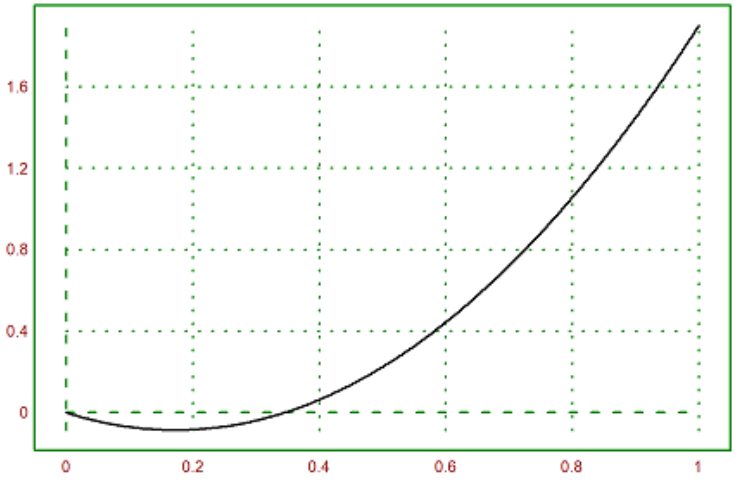
Fungsi plot terpenting untuk plot planar adalah plot2d(). Fungsi ini diimplementasikan dalam bahasa Euler dalam file "plot.e", yang dimuat pada awal program.

Berikut adalah beberapa contoh menggunakan fungsi. Seperti biasa dalam EMT, fungsi yang bekerja untuk fungsi atau ekspresi lain, Anda dapat melewati parameter tambahan (selain x) yang bukan variabel global ke fungsi dengan parameter titik koma atau dengan koleksi panggilan.

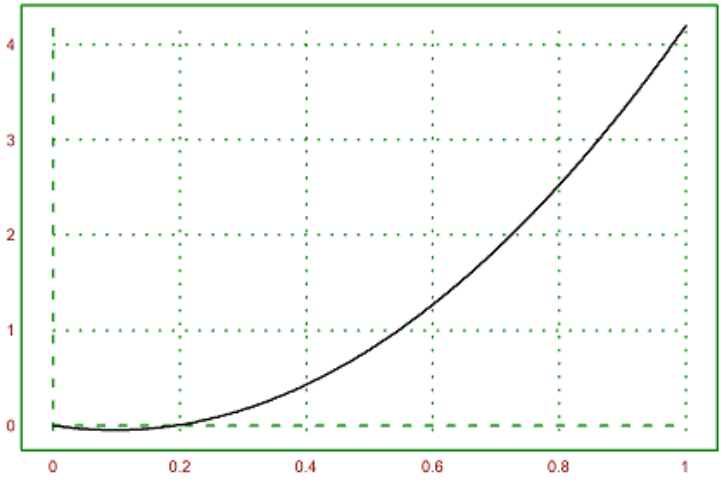
```
> function f(x,a) := x^2/a+a*x^2-x; // define a function
> a=0.3; plot2d("f",0,1;a): // plot with a=0.3
```



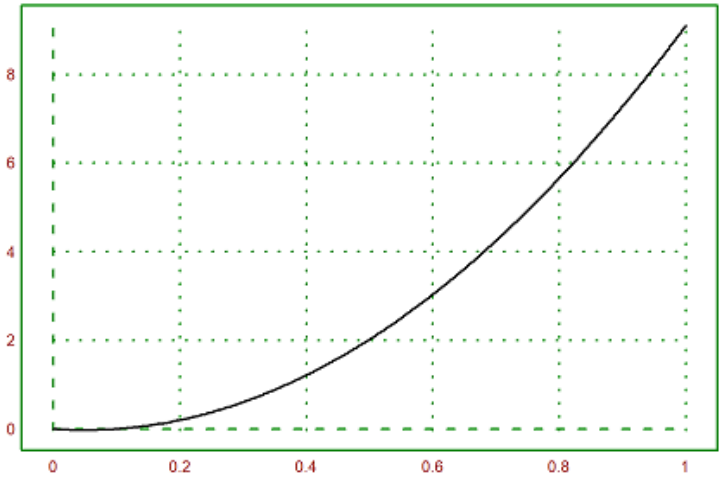
```
> plot2d("f",0,1;0.4): // plot with a=0.4
```



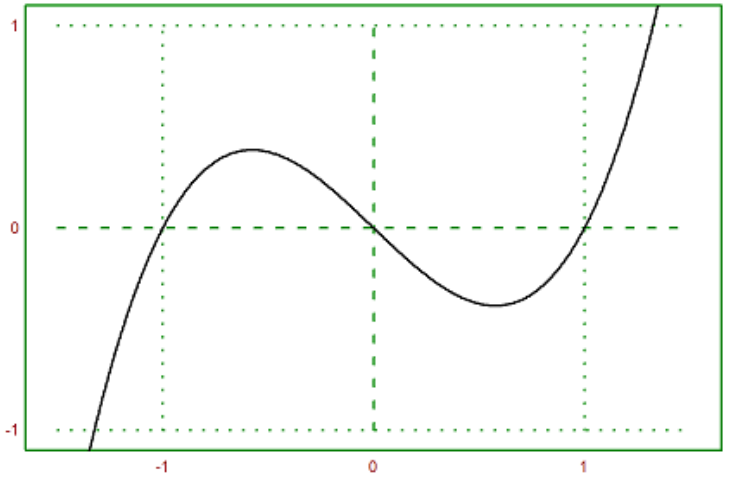

```
> plot2d("f",0,1;0.2): // plot with a=0.2
```




```
> a = 0.1; plot2d("f",0,1;a): // plot with 0.1
```




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



Berikut adalah ringkasan dari fungsi yang diterima

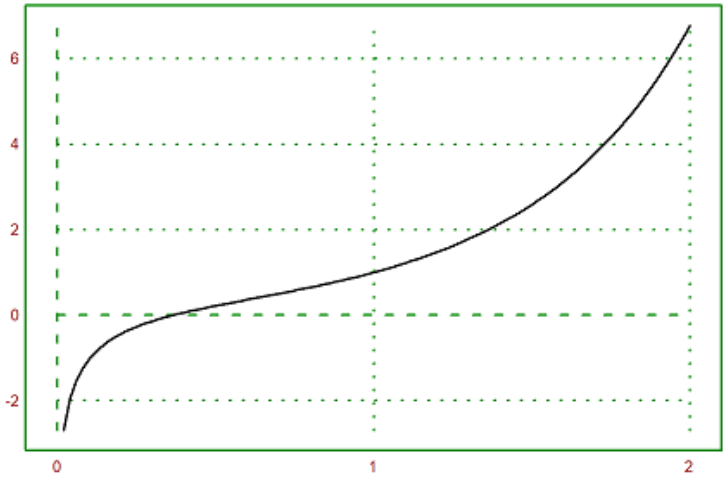
- ekspresi atau ekspresi simbolik dalam x
- fungsi atau fungsi simbolik dengan nama sebagai "f"
- fungsi simbolik hanya dengan nama f

Plot fungsi plot2d() juga menerima fungsi simbolik. Untuk fungsi simbolik, namanya alone works.

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

$$x^{x} \left(\log(x) + 1\right)$$

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

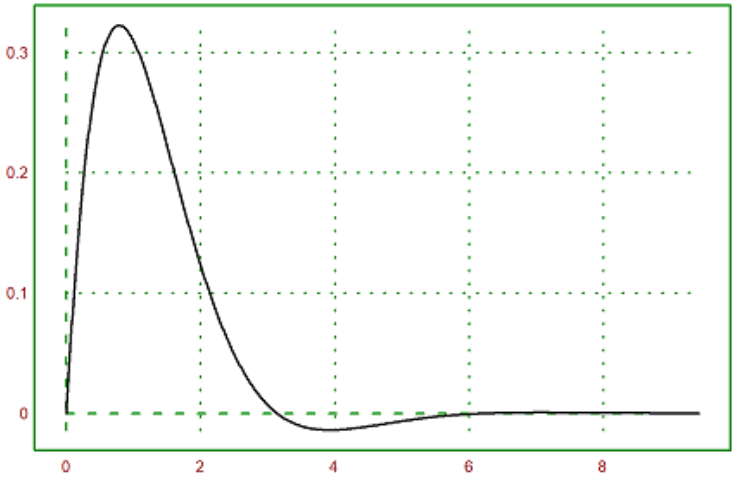


Tentu saja, untuk ekspresi atau ekspresi simbolis nama variabel cukup untuk mem-plot mereka.

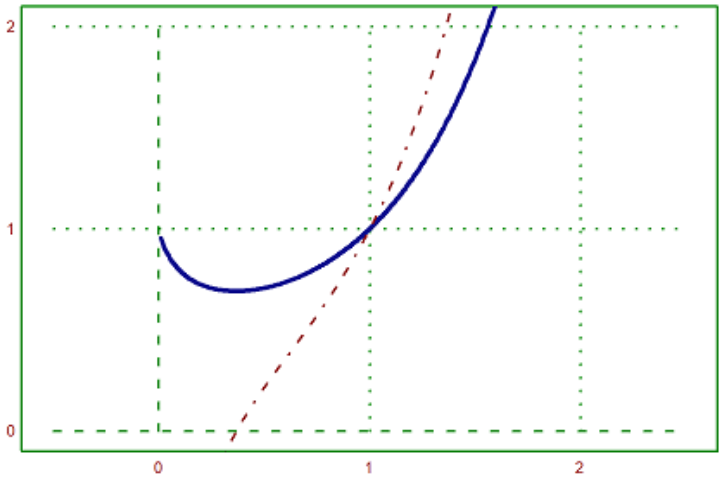
```
> expr &= sin(x)*exp(-x)
```

$$\sin(x)\, e^{-x}$$

```
> 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="-.-"):
```



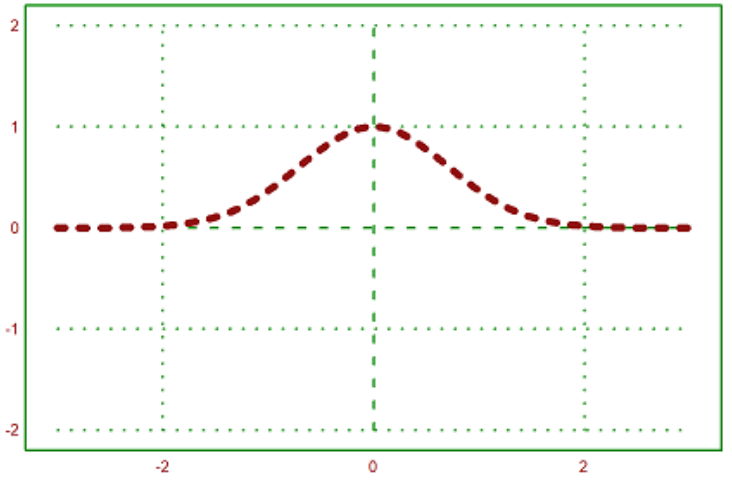
Untuk style garis ada berbagai pilihan.

- style=”...”. Pilih dari ”-”, ”–”, ”-.”, ”.”, ”.-.”, ”-.-”.
- warna: Lihat di bawah untuk warna.
- Tebal: Default-nya adalah 1.

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

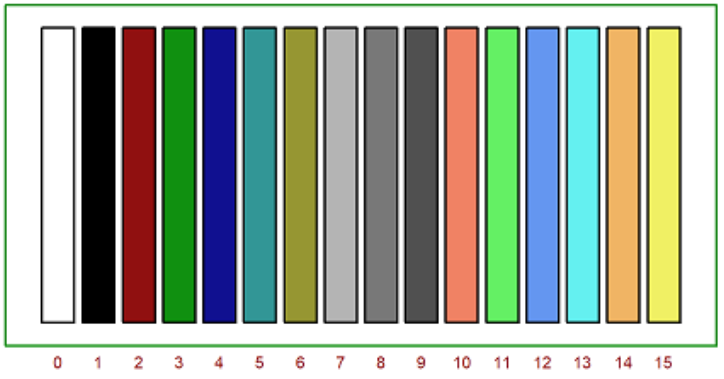
- 0..15: indeks warna default.
- konstanta warna: white, black, red, green, blue, cyan, olive, lightgray, gray, darkgray, orange, lightgreen, turquoise, lightblue, lightorange, yellow
- rgb(red,green,blue): parameter nyata dalam [0,1].

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



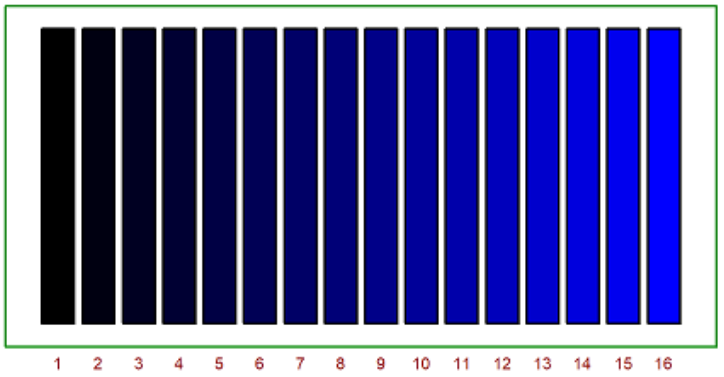
Berikut adalah tampilan warna EMT yang telah ditentukan sebelumnya.

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



Tapi kamu bisa menggunakan warna apapun.

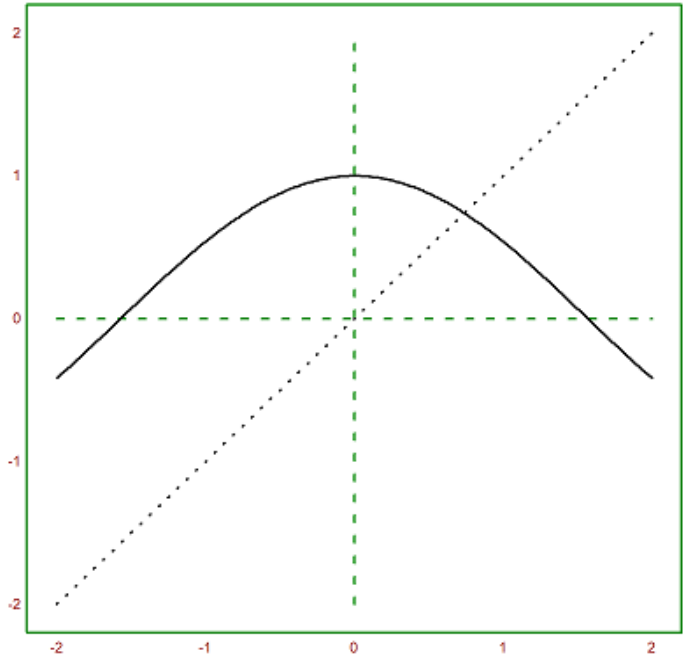
```
> columnsplot(ones(1,16),grid=0,color=rgb(0,0,linspace(0,1,15))):
```



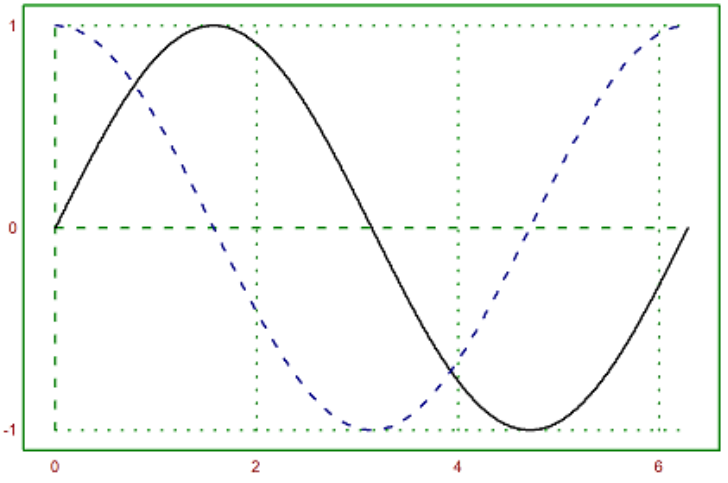
Menggambar Beberapa Kurva pada bidang koordinat yang sama

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

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

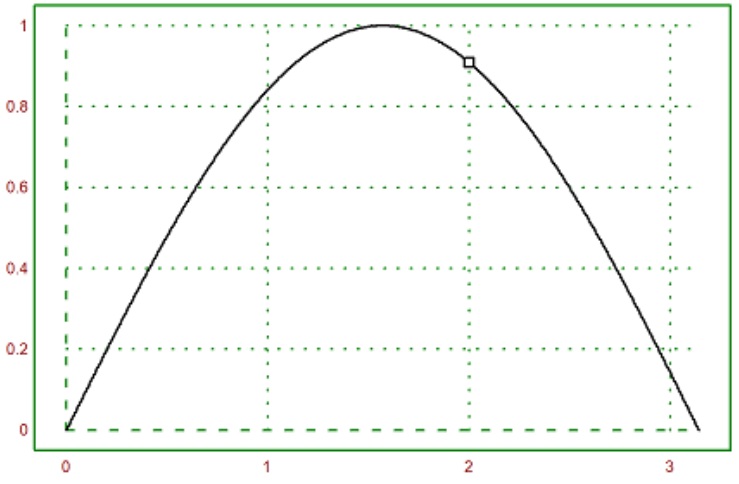


```
> aspect(1.5); plot2d("sin(x)",0,2pi); plot2d("cos(x)",color=blue,style="--",>add):
```



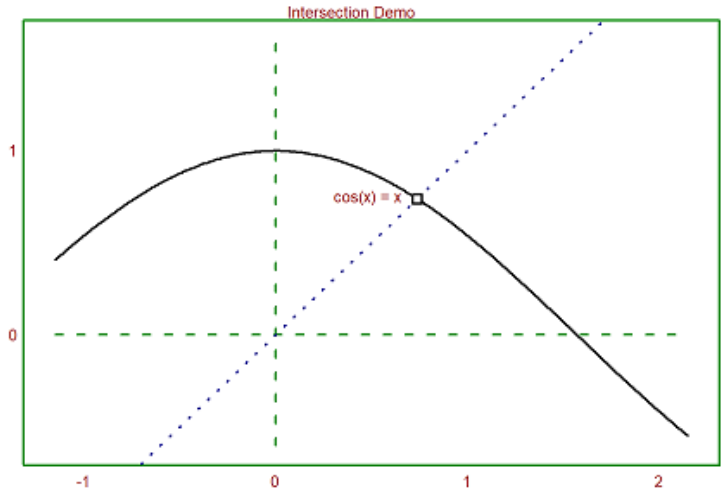
Salah satu kegunaan >add adalah untuk menambahkan titik pada kurva.

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



Kami menambahkan titik persimpangan dengan label (pada posisi "cl" untuk tengah kiri), dan memasukkan hasilnya ke dalam notebook. Kami juga menambahkan judul ke 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):
```



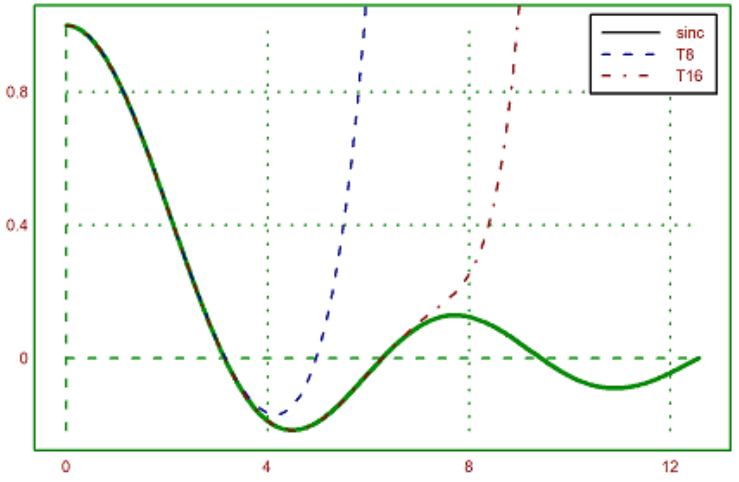
Dalam demo berikut, kita plot fungsi sinc(x)=sin(x)/x dan ekspansi Taylor ke-8 dan ke-16. Kami menghitung ekspansi ini menggunakan Maxima melalui ekspresi simbolik.
Plot ini dilakukan dalam perintah multi-baris berikut dengan tiga panggilan ke plot2d(). Yang kedua dan ketiga memiliki set >add flag, yang membuat plot menggunakan rentang sebelumnya.

Kami menambahkan kotak label menjelaskan fungsi.

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

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

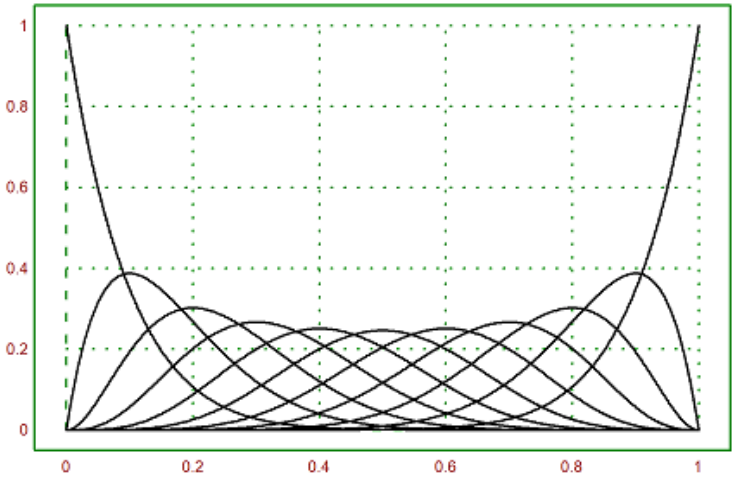
```
> plot2d("sinc(x)",0,4pi,color=green,thickness=2); ...
>  plot2d(&taylor(sin(x)/x,x,0,8),>add,color=blue,style="--"); ...
>  plot2d(&taylor(sin(x)/x,x,0,16),>add,color=red,style="-.-"); ...
>  labelbox(["sinc","T8","T16"],styles=["-","--","-.-"], ...
>    colors=[black,blue,red]):
```



Dalam contoh berikut, kita menghasilkan Bernstein-Polynomials.

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

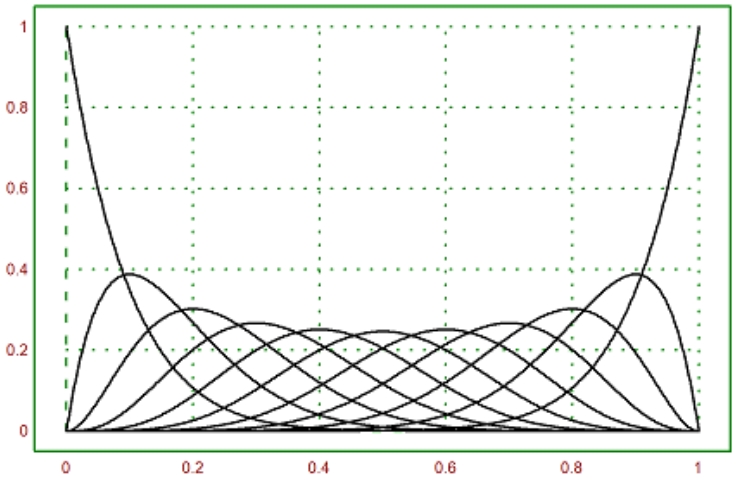
```
> plot2d("(1-x)^10",0,1); // plot first function
> for i=1 to 10; plot2d("bin(10,i)*x^i*(1-x)^(10-i)",>add); end;
> insimg;
```



Metode kedua adalah menggunakan pasangan matriks nilai-x dan matriks nilai-y dengan ukuran yang sama.

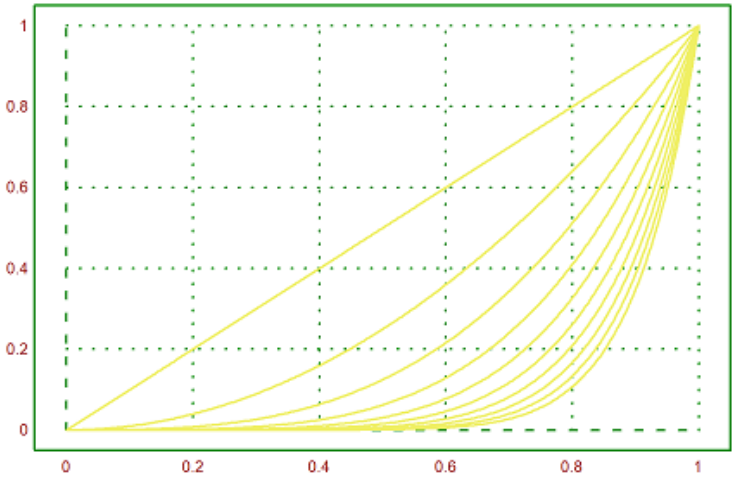
Kami menghasilkan matriks nilai dengan satu Bernstein-Polinomial di setiap baris. Untuk ini, kita cukup menggunakan vektor kolom i. Perhatikan kata pengantar tentang bahasa matriks untuk mempelajari lebih banyak perincian.

```
> 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):
```



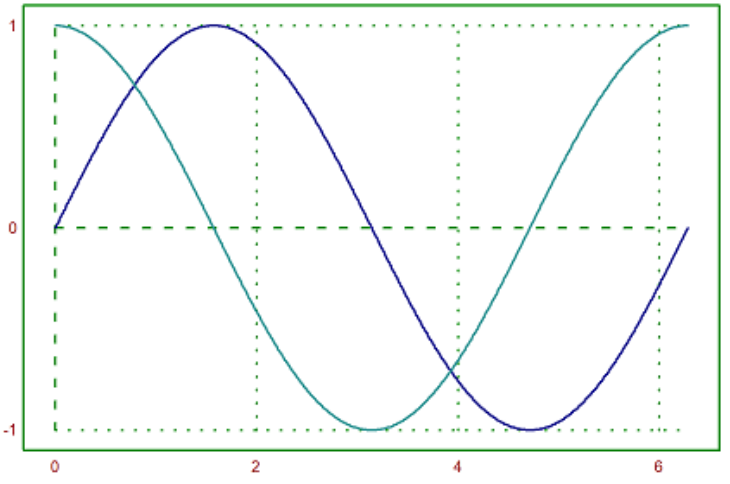
Perhatikan bahwa parameter warna dapat berupa vektor. Kemudian setiap warna digunakan untuk setiap baris matriks.

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

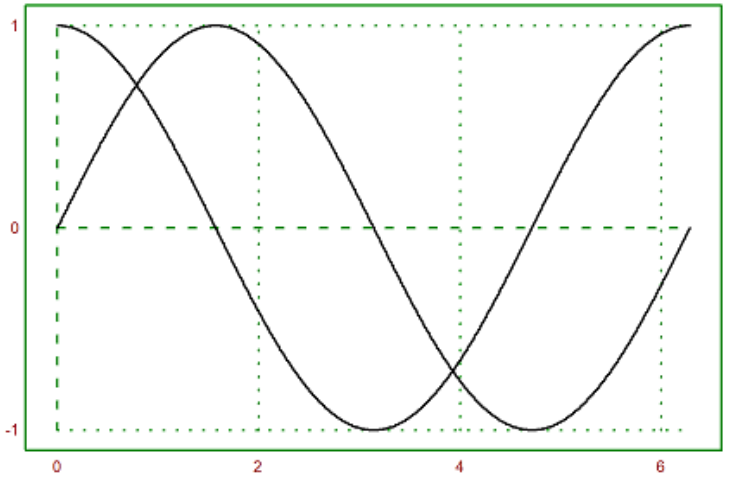


Metode lain adalah menggunakan vektor ekspresi (strings). Anda kemudian dapat menggunakan color array, color array, dan an array of thicknesses dengan panjang yang sama.

```
> 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() and mxm2str().

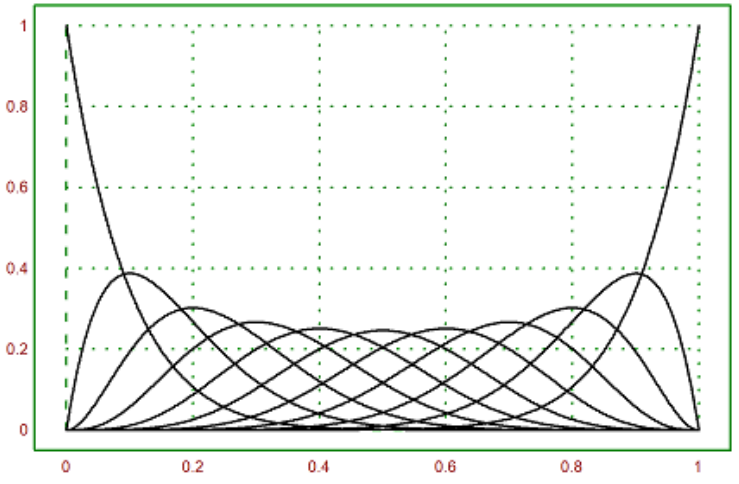
```
> v &= makelist(binomial(10,i)*x^i*(1-x)^(10-i),i,0,10) // make list
```

```
                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
```

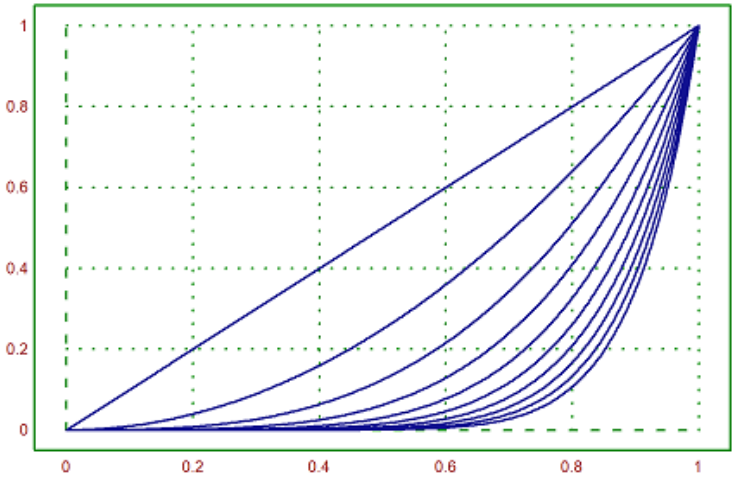


Alternatif lain adalah menggunakan bahasa matriks Euler.

Jika sebuah ekspresi menghasilkan matriks fungsi, dengan satu fungsi di setiap baris, semua fungsi ini akan diplot menjadi 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=blue):
```

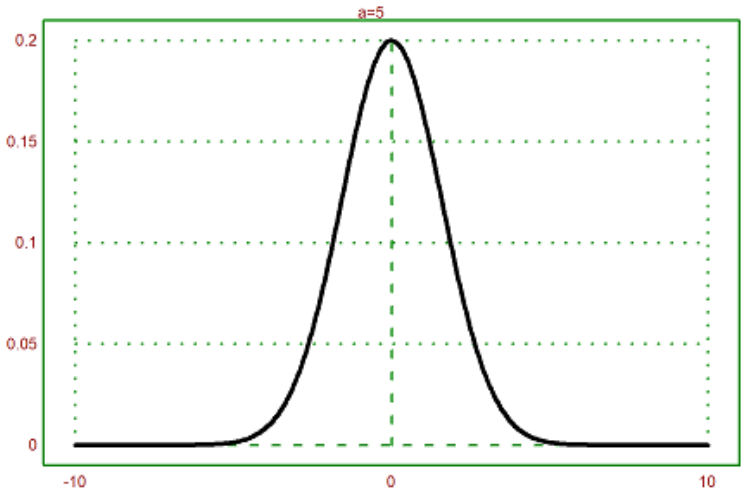


Ekspresi dan fungsi satu baris dapat melihat variabel global.

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

Berhati-hatilah, untuk menempatkan semua parameter yang ditetapkan ke akhir perintah plot2d. Dalam contoh kita melewati a = 5 ke fungsi f, yang kita plot dari -10 ke 10.

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



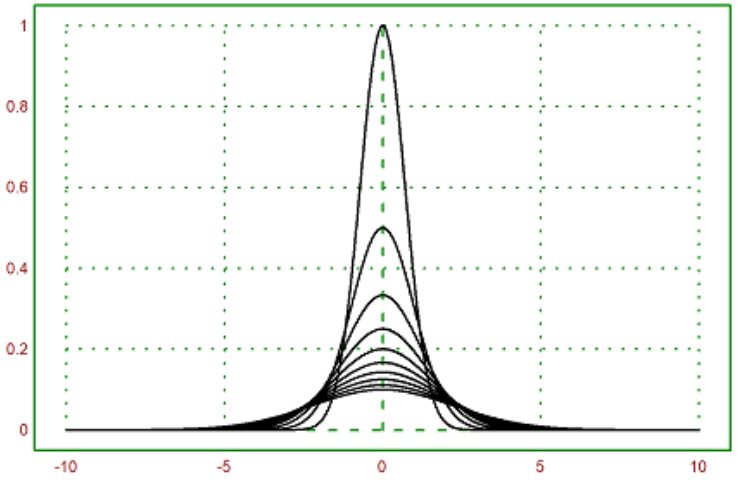
Sebagai alternatif, gunakan koleksi dengan nama fungsi dan semua parameter tambahan. Daftar khusus ini disebut koleksi call, dan itu adalah cara yang disukai untuk menyampaikan argumen ke fungsi yang itu sendiri diteruskan sebagai argumen ke fungsi lain.

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

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

Kita bisa mencapai hasil yang sama dengan cara berikut menggunakan bahasa matriks EMT. Selain itu, kita dapat mengatur warna untuk setiap baris matriks. Klik dua kali pada fungsi getspectral() untuk penjelasan.

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



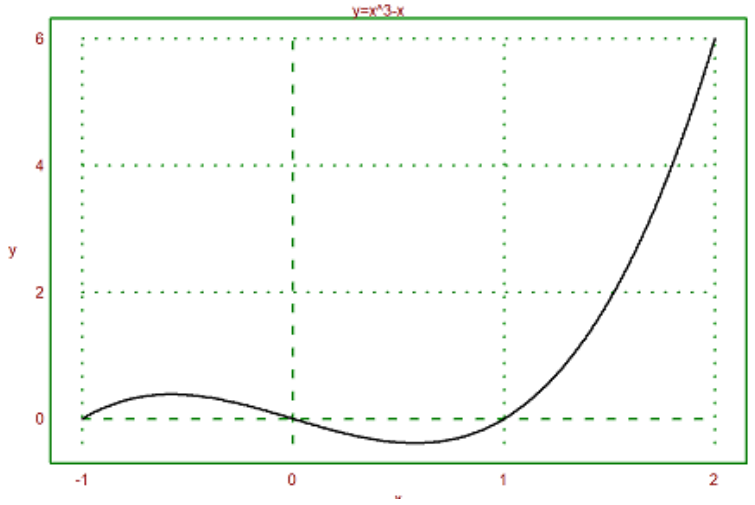
Label Teks

Dekorasi sederhana dapat berupa

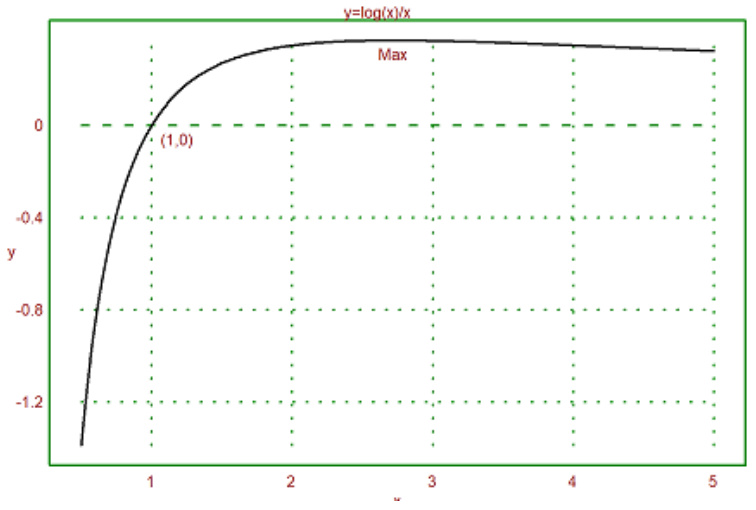
- a title with title=”...”
- x- and y-labels with xl=”...”, yl=”...”
- another text label with label(”...”,x,y)

Perintah label akan merencanakan plot ke plot saat ini di koordinat plot (x,y). Hal ini dapat mengambil argumen posisional.

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

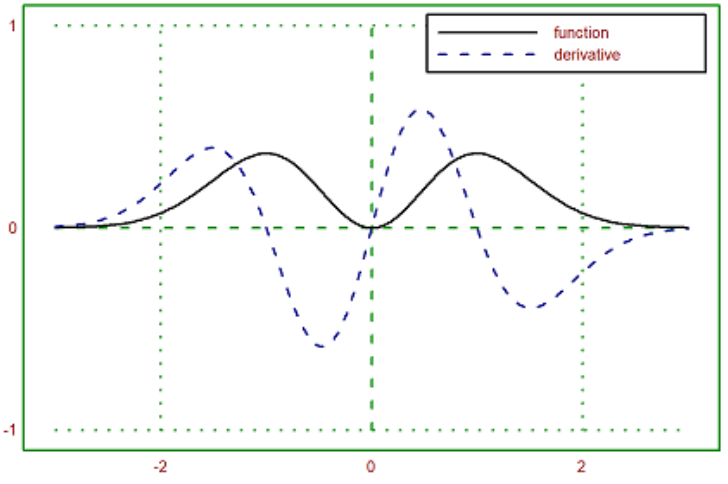



```
> expr := "log(x)/x"; ...
>  plot2d(expr,0.5,5,title="y="+expr,xl="x",yl="y"); ...
>  label("(1,0)",1,0); label("Max",E,expr(E),pos="lc"):
```



Ada juga fungsi labelbox(), yang dapat menunjukkan fungsi dan teks. Dibutuhkan vektor dari 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);  ...
> plot2d(&diff(f(x),x),>add,color=blue,style="--"); ...
> labelbox(["function","derivative"],styles=["-","--"], ...
>    colors=[black,blue],w=0.4):
```

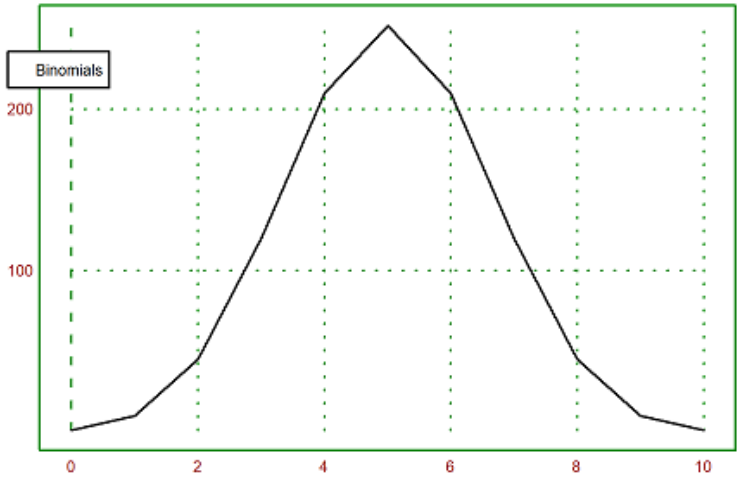


Kotak ini berlabuh di kanan atas secara default, tetapi >left jangkar di kiri atas. Kamu bisa memindahkannya ke tempat yang kamu suka. Posisi jangkar adalah sudut kanan atas kotak, dan angkanya adalah pecahan dari ukuran jendela grafik. Lebarnya otomatis.

Untuk plot titik, label box juga bekerja. Tambahkan parameter >points, atau vektor flags, satu untuk setiap label.

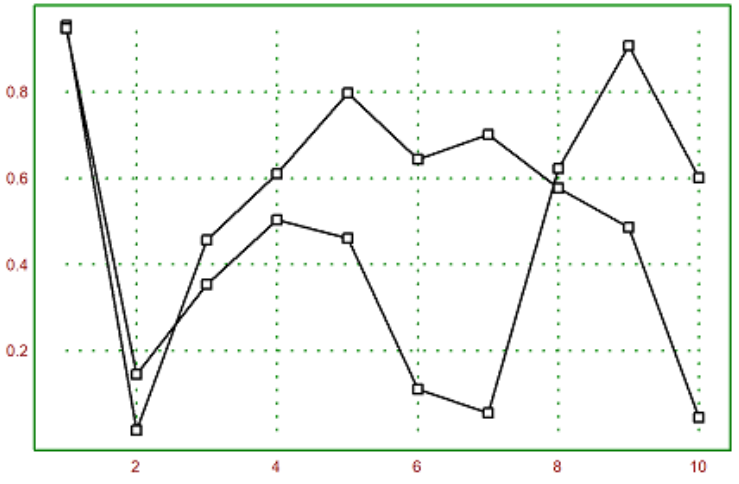
Dalam contoh berikut, hanya ada satu fungsi. Jadi kita dapat menggunakan string bukan vektor string. Kami mengatur warna teks menjadi hitam untuk contoh ini.

```
> 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 dalam statplot(). Seperti pada plot2d() warna dapat diatur untuk setiap baris plot. Ada plot yang lebih khusus untuk tujuan statistik (lihat tutorial tentang statistik).

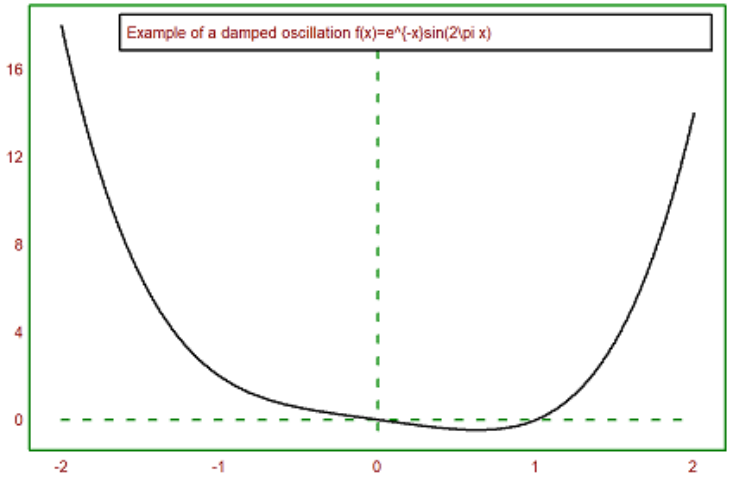
```
> statplot(1:10,random(2,10),color=[red,blue]):
```



Fitur serupa adalah fungsi textbox().

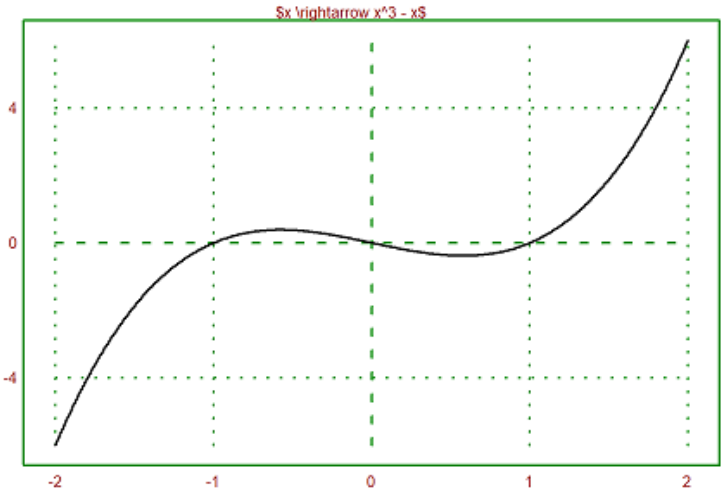
Lebar secara default adalah lebar maksimum dari baris teks. Tapi itu bisa diatur oleh pengguna juga.

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



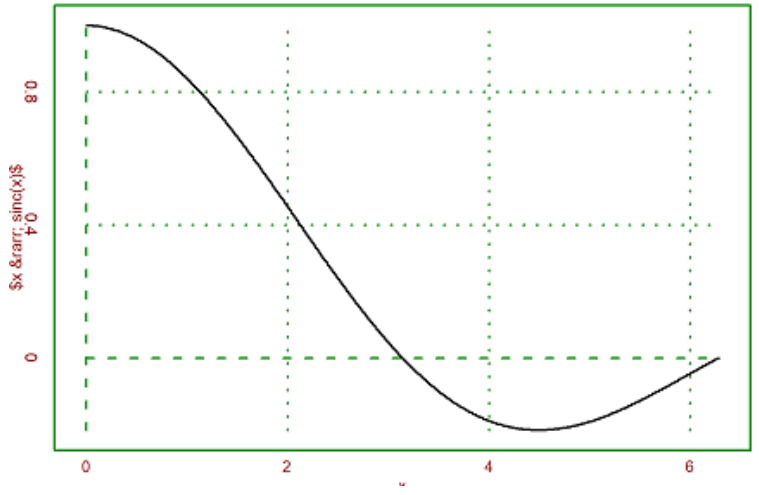
Label teks, judul, kotak label, dan teks lainnya dapat berisi string Unicode (lihat sintaks EMT untuk lebih lanjut tentang string Unicode).

```
> plot2d("x^3-x",title= "$x \rightarrow x^3 - x$") :
```



Label pada sumbu x dan y dapat vertikal, sebagaimana sumbu-nya.

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



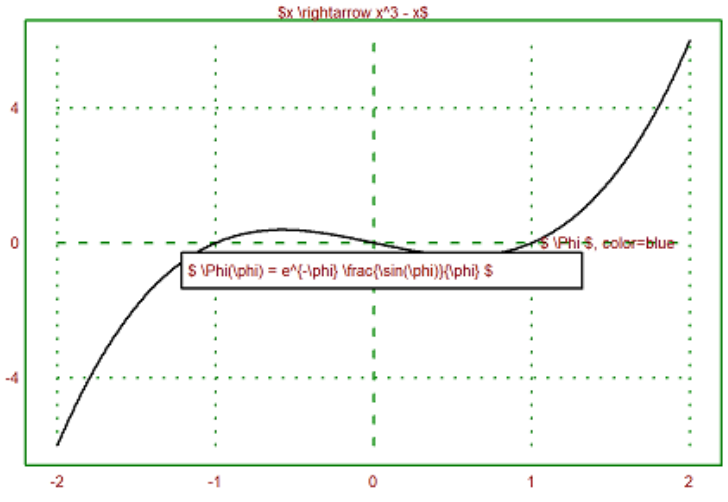
LaTeX

Anda juga dapat merencanakan formula LaTeX jika Anda telah menginstal sistem LaTeX. Saya merekomendasikan MiKteX. Jalur ke biner "latex" dan "dvipng" harus berada di jalur sistem, atau Anda harus menyiapkan LaTeX di menu opsi.

Catatan, parsing LaTeX itu lambat. Jika Anda ingin menggunakan LaTeX dalam plot animasi, Anda harus memanggil latex() sebelum loop sekali dan menggunakan hasilnya (gambar dalam matriks RGB).

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

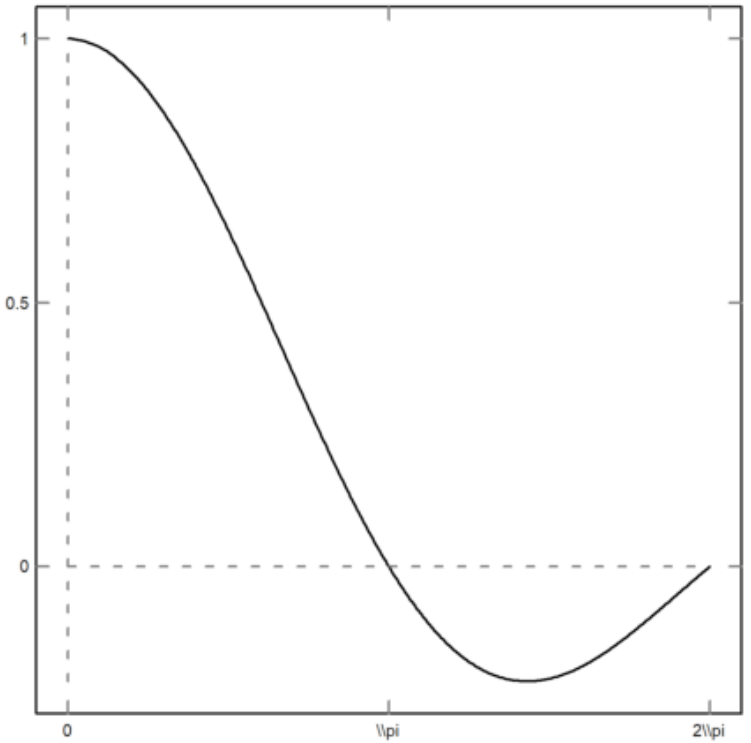
```
> plot2d("exp(-x)*sin(x)/x",a=0,b=2pi,c=0,d=1,grid=6,color=blue, ...
>   title=("$ ntext{Function $nPhi$ $}"), ...
> textbox("$ \Phi(\phi) = e^{-\phi} \frac{\sin(\phi)}{\phi} $"),x=0.8,y=0.5); ...
> label(("$ \Phi $, color=blue"),1,0.4):
```



Seringkali, kita berharap spasi dan label teks non-konformal pada sumbu-x. Kita dapat menggunakan xaxis() dan yaxis() seperti yang akan kita tunjukkan nanti.

Cara termudah adalah melakukan plot kosong dengan bingkai menggunakan grid=4, dan kemudian menambahkan grid dengan ygrid() dan xgrid(). Dalam contoh berikut, kita 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, 2*%pi], ["0", "\\pi", "2\\pi"]):
```



Tentu saja, fungsi juga dapat digunakan.

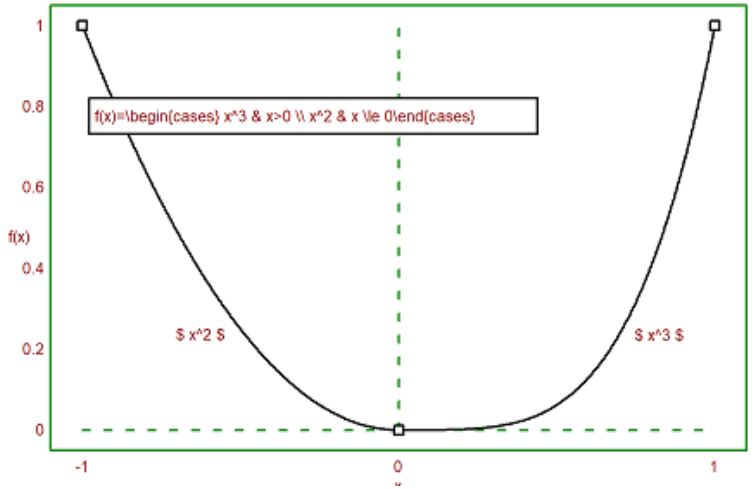
```
> function map f(x) ...
```

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

Parameter "map" membantu menggunakan fungsi untuk vektor. Untuk plot, itu tidak akan diperlukan. Tapi untuk menunjukkan bahwa vektorisasi berguna, kita menambahkan beberapa titik kunci ke plot di x=-1, x=0 dan x=1.

Dalam plot berikut, kami juga memasukkan beberapa kode LaTeX. Kami menggunakannya untuk dua label dan kotak teks. Tentu saja, Anda hanya akan dapat menggunakan LaTeX jika Anda memasang 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(("$ x^3 $"),0.72,f(0.72)); ...
>label(("$ x^2 $"),-0.52,f(-0.52),pos="ll"); ...
>textbox( ...
>  ("f(x)=\begin{cases} x^3 & x>0 \\ x^2 & x \le 0\end{cases}"), ...
>  x=0.7,y=0.2):
```



Interaksi Pengguna

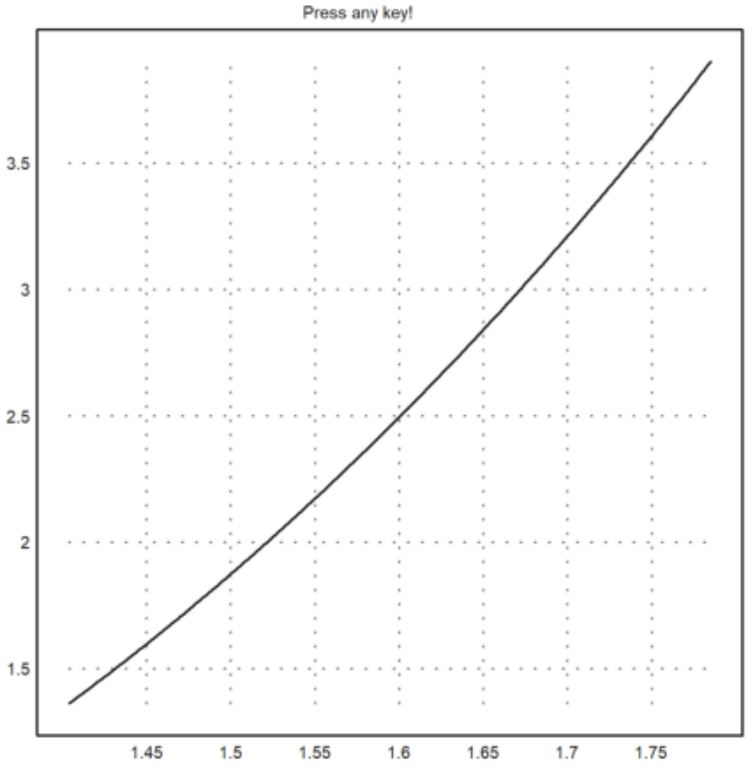
Ketika merencanakan fungsi atau ekspresi, parameter >user memungkinkan pengguna untuk memperbesar dan menggeser plot dengan kunci kursor atau mouse. Pengguna dapat

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

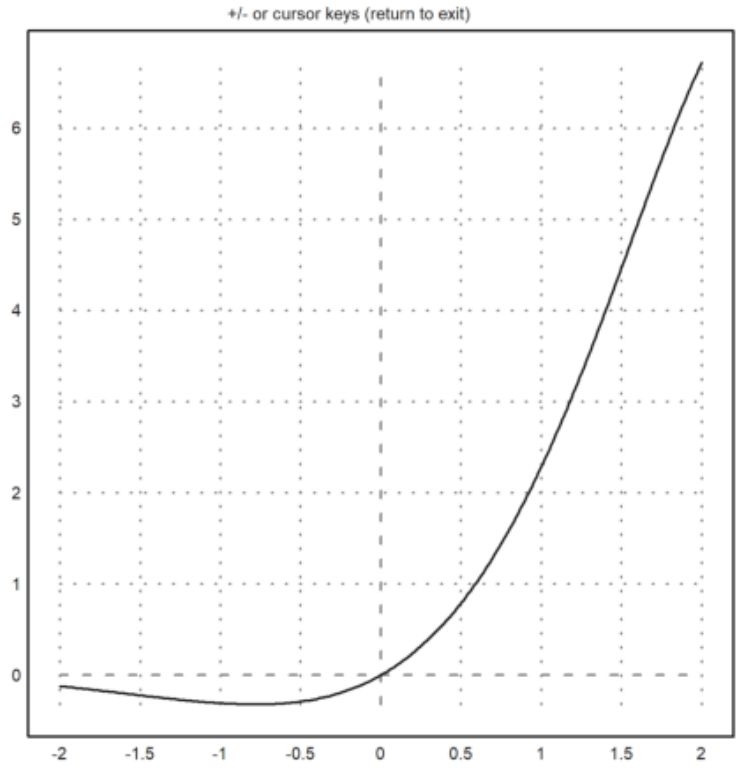
Space key akan mengatur ulang plot ke jendela plot asli.

Saat merencanakan suatu data, tanda >user hanya akan menunggu tombol stroke.

```
> a = 1; 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 detail).

Fungsi bawaan mousedrag() menunggu peristiwa mouse atau keyboard. Ini melaporkan mouse ke bawah, mouse bergerak atau mouse ke atas, dan menekan tombol. Fungsi dragpoints() memanfaatkan ini, dan membiarkan pengguna menyeret titik apa pun dalam plot.

Kita perlu fungsi plot pertama. Sebagai contoh, kita interpolasi dalam 5 poin dengan polinomial. Fungsi harus plot ke area plot 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 nilai secara global.

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

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

Ada juga fungsi, yang merencanakan fungsi lain tergantung pada vektor parameter, dan memungkinkan pengguna menyesuaikan parameter ini.

Pertama kita perlu fungsi plot.

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

Kemudian kita perlu nama untuk parameter, nilai awal dan matriks rentang nx2, secara opsional garis tajuk.
Ada slider interaktif, yang dapat mengatur nilai oleh pengguna. Fungsi dragvalues() menyediakan ini.

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

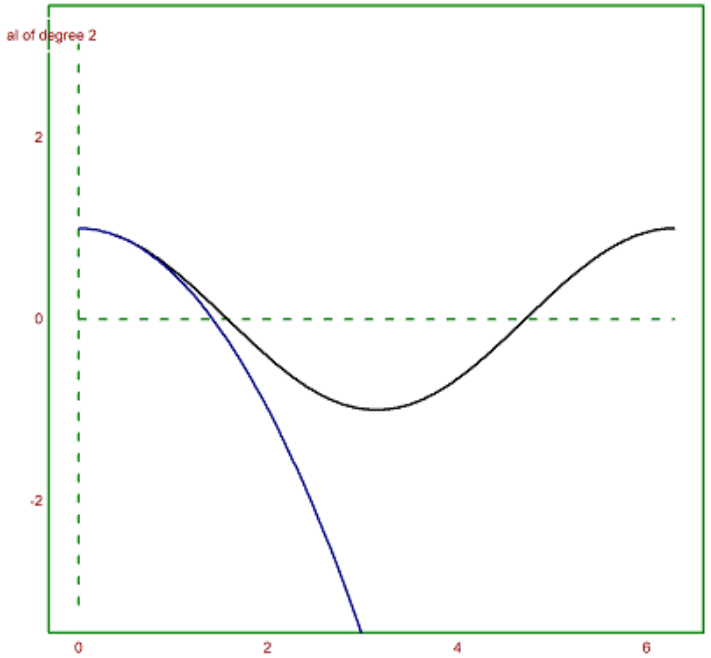
Adalah mungkin untuk membatasi nilai diseret ke bilangan bulat. Sebagai contoh, kita menulis fungsi plot, yang plot polinomial Taylor derajat n ke fungsi kosinus.

```
> 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 memungkinkan derajat n bervariasi dari 0 sampai 20 dalam 20 pemberhentian. Hasil dragvalues() digunakan untuk plot sketsa dengan n ini, dan untuk memasukkan plot ke dalam notebook.

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



Berikut ini adalah demonstrasi sederhana dari fungsi. Pengguna dapat menggambar di atas jendela plot, meninggalkan jejak poin.

```
> function dragtest ...
```

```
plot2d(none,r=1,title="Drag with the mouse, or press any key!");
start=0;
repeat
```

```
    {flag,m,time}=mousedrag();
    if flag==0 then return; endif;
    if flag==2 then
      hold on; mark(m[1],m[2]); hold off;
    endif;
  end
endfunction
```

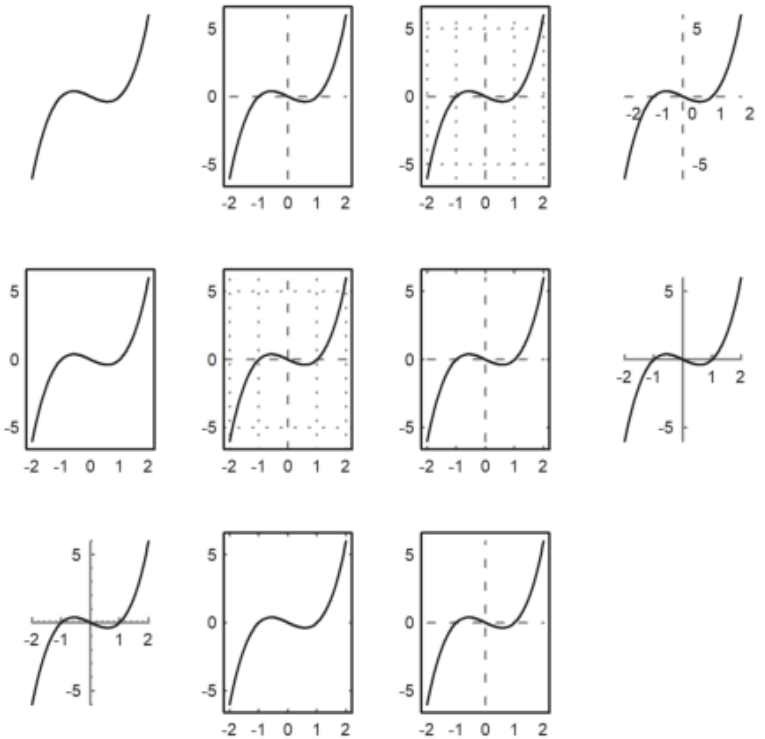
```
> dragtest // lihat hasilnya dan cobalah lakukan!
```

Gaya Plot 2D

Secara default, EMT menghitung tick sumbu otomatis dan menambahkan label ke setiap tick. Hal ini dapat diubah dengan parameter grid. Gaya bawaan sumbu dan label dapat diubah. Selain itu, label dan judul dapat ditambahkan secara manual. Untuk mereset 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
```

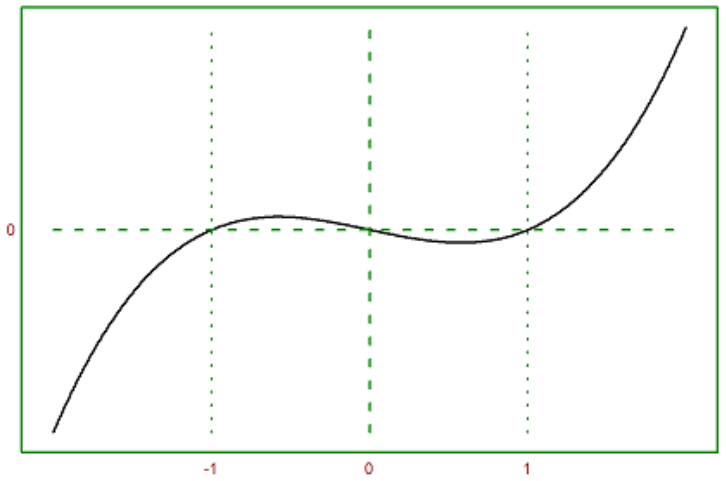
```
> figure(9); plot2d("x^3-x",grid=8); ... // axes only, finer ticks at axis
> figure(10); plot2d("x^3-x",grid=9); ... // default, small ticks inside
> figure(11); plot2d("x^3-x",grid=10); ...// no ticks, axes only
> figure(0):
```



Parameter <frame mematikan frame dan framecolor=blue mengatur frame ke warna biru.

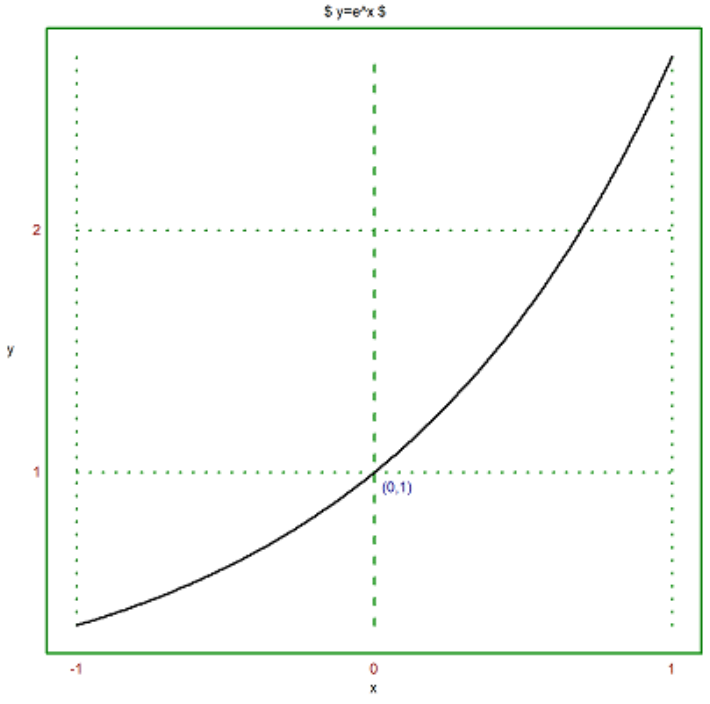
Jika Anda ingin kutu Anda sendiri, Anda dapat menggunakan style=0, dan menambahkan semuanya nanti.

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



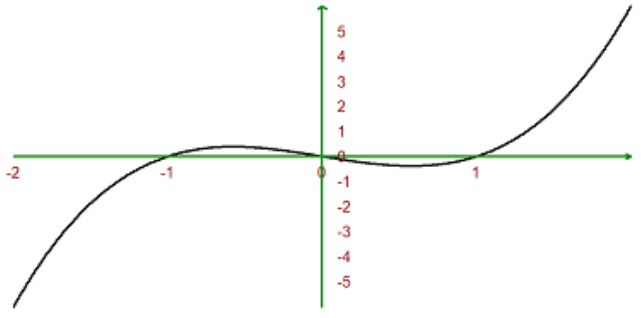
Untuk judul plot dan label sumbu, lihat contoh berikut.

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



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

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

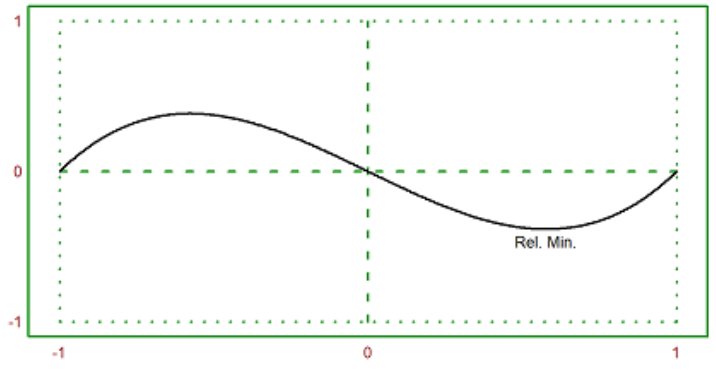


Teks pada plot dapat diatur dengan label(). Dalam contoh berikut, ”lc” berarti tengah bawah. Ini mengatur posisi label relatif terhadap koordinat plot.

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

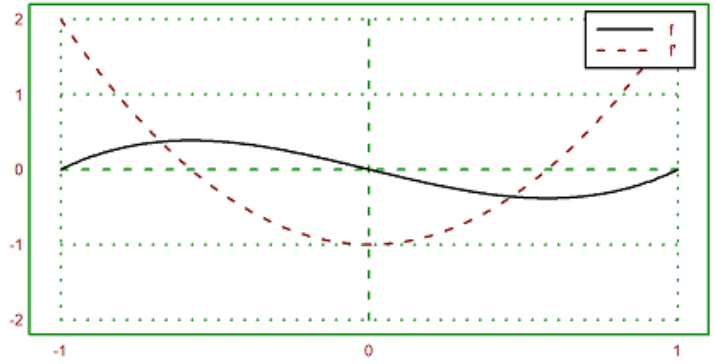
$$x^3 - x$$

```
> 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
```

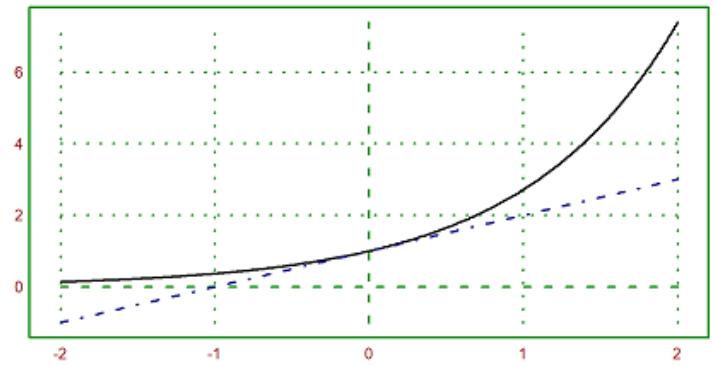


Ada kotak teks juga.

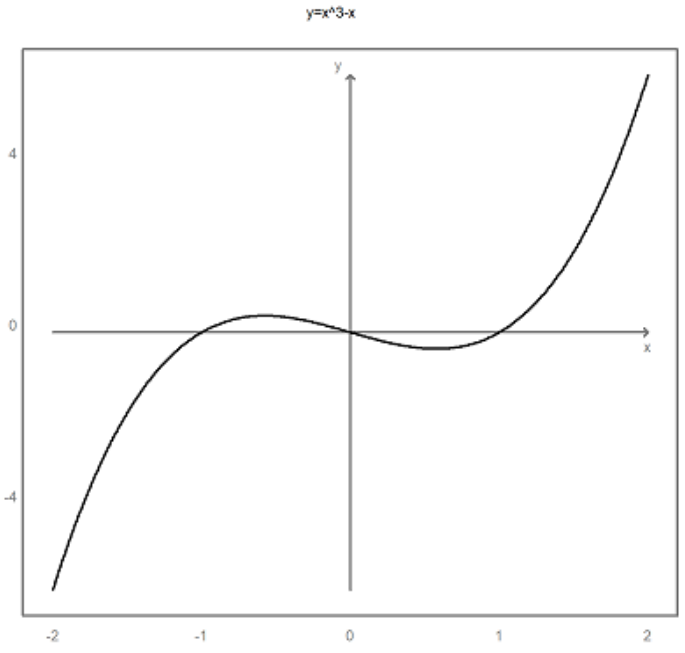
```
> plot2d(&f(x),-1,1,-2,2); // function
> plot2d(&diff(f(x),x),>add,style="--",color=red); // derivative
> labelbox(["f","f'"],["-","--"],[black,red]): // label box
```




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



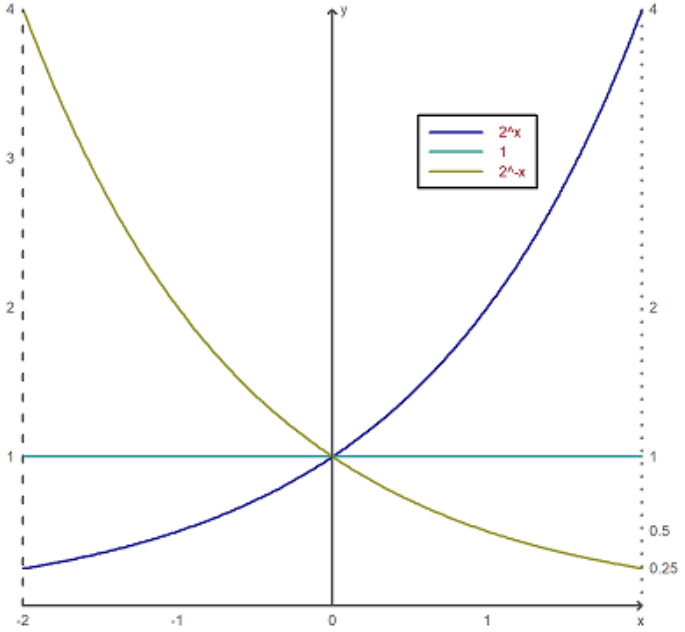
```
> gridstyle("->",color=gray,textcolor=gray,framecolor=gray);  ...
> plot2d("x^3-x",grid=1);   ...
> settitle("y=x^3-x",color=black); ...
> label("x",2,0,pos="bc",color=gray);  ...
> label("y",0,6,pos="cl",color=gray); ...
> reset():
```



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

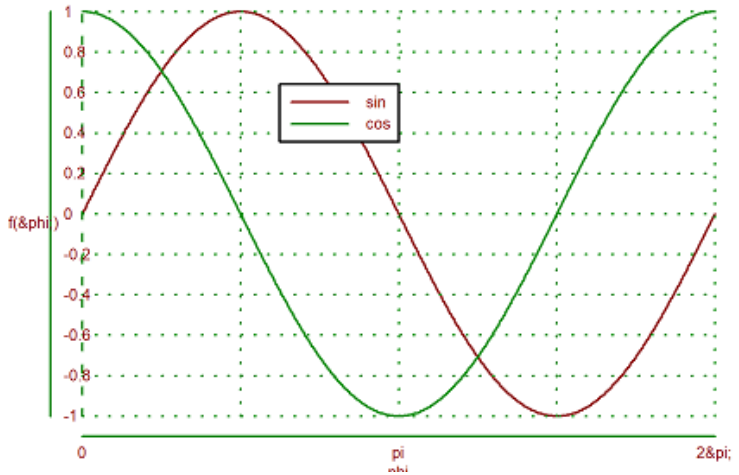
Perintah fullwindow() memperluas jendela plot karena kita tidak lagi membutuhkan tempat untuk label di luar jendela plot. Gunakan shrinkwindow() atau reset() untuk mengatur ulang ke default.

```
> 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 sumbu 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","&pi;","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("&phi;"); ylabel("f(&phi;)"):
```


1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
f(φ)
sin
cos
0
pi
2π
phi

Membuat Plot Data 2D

Jika x dan y adalah vektor data, data ini akan digunakan sebagai koordinat x- dan y- dari kurva. Dalam kasus ini, a, b, c, dan d, atau radius dapat ditentukan, atau jendela plot akan menyesuaikan secara otomatis ke data. Sebagai alternatif, >square dapat diatur untuk menjaga rasio aspek persegi.

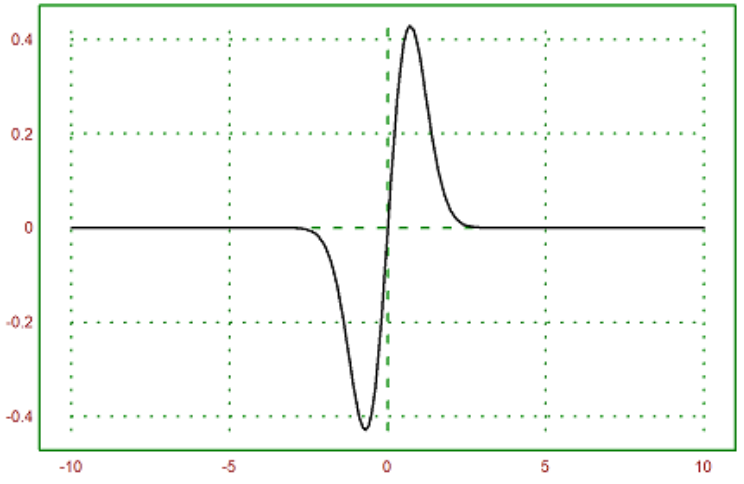
Plotting sebuah ekspresi hanya sebuah singkatan untuk plot data. Untuk plot data, Anda memerlukan satu atau lebih baris nilai-x, dan satu atau lebih baris nilai-y. Dari rentang dan nilai-x, fungsi plot2d akan menghitung data untuk plot, secara default dengan evaluasi adaptif terhadap fungsi. Untuk plot titik menggunakan ”>points”, untuk garis campuran dan titik menggunakan ”>addpoints”.

Tapi kamu 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):
```

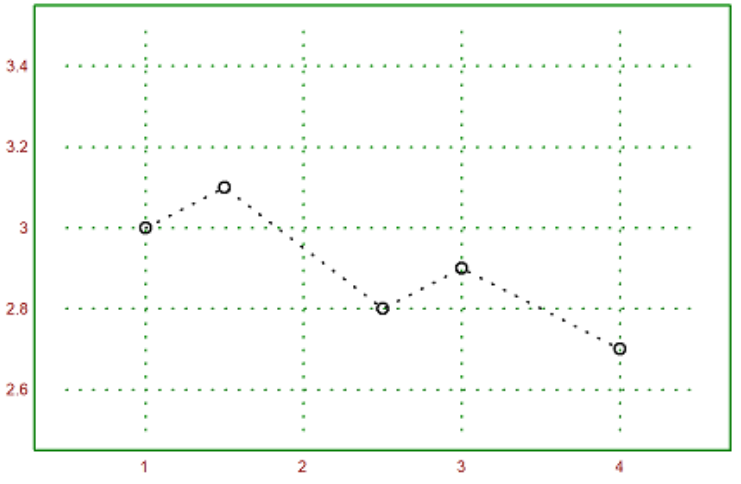


Data juga dapat diplot sebagai titik. Gunakan points=true untuk ini. Plot bekerja seperti poligon, tetapi hanya menarik sudut.

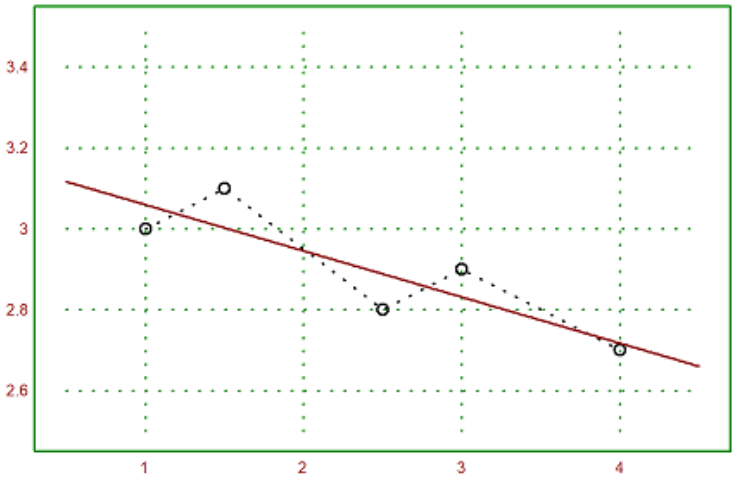
- style="...": Select from "[]", "<>", "o", ".", "..", "+", "*", "[]", "<>", "o", "..", "", "|".

Untuk plot set poin gunakan >points. Jika warna adalah vektor warna, setiap titik mendapatkan warna yang berbeda. Untuk matriks koordinat dan vektor kolom, warna berlaku untuk baris matriks.
Parameter >addpoints menambahkan poin ke segmen baris 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
```


3.4
3.2
3
2.8
2.6
1
2
3
4

Menggambar Daerah Yang Dibatasi Kurva

Plot data benar-benar poligon. Kita juga dapat merencanakan kurva atau kurva penuh.

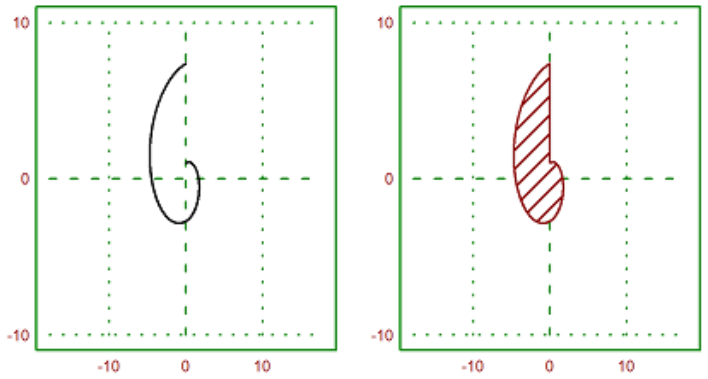
- filled=true mengisi plot.
- style="...": Pilih dari "", "/", "\", "\/".
- fillcolor: Lihat di atas untuk warna yang tersedia.

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

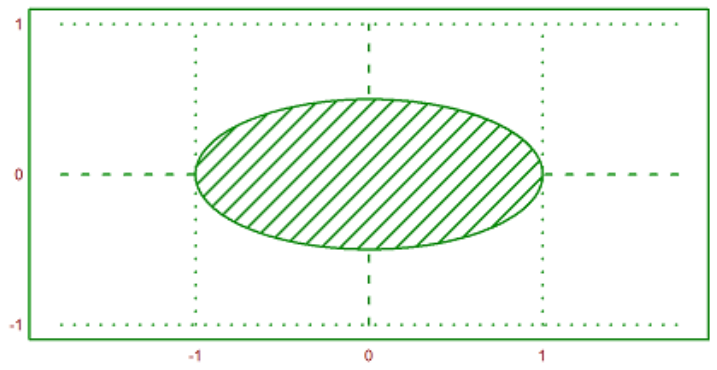
1.5

```
> figure(1); plot2d(x,y,r=10); // plot curve
> figure(2); plot2d(x,y,r=10,>filled,style="/",fillcolor=red); // fill curve
> figure(0):
```

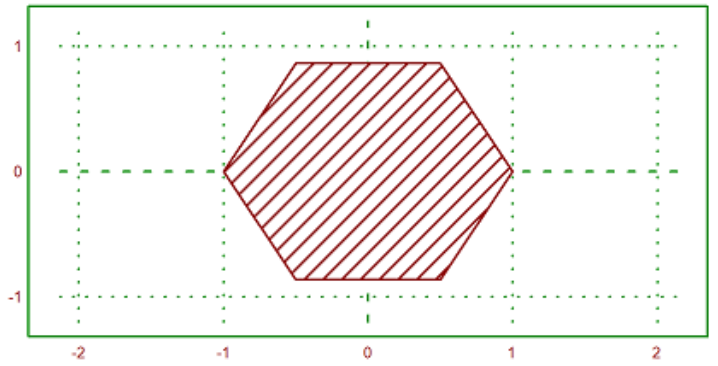


Dalam contoh berikut kita plot elips diisi dan dua heksagon diisi menggunakan kurva tertutup dengan 6 poin dengan gaya pengisian yang berbeda.

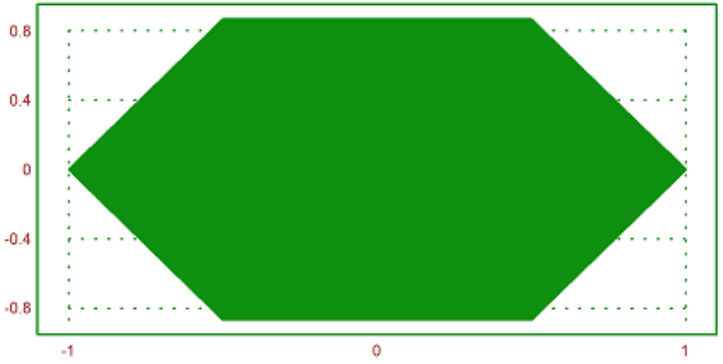
```
> x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(x),cos(x)*0.5,r=1,>filled,style="/"):
```



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

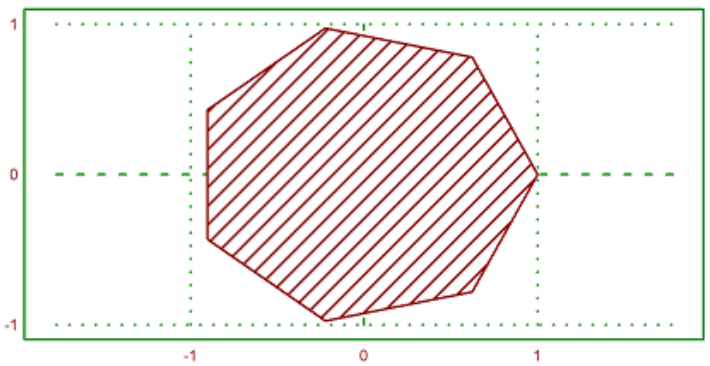



```
> t=linspace(0,2pi,6); plot2d(cos(t),sin(t),>filled,style="#"):
```



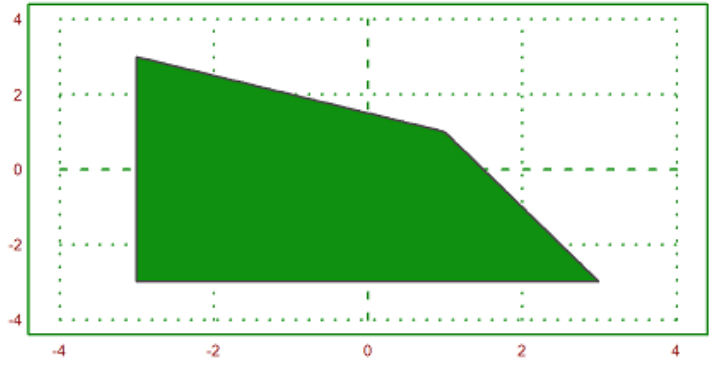
Contoh lain adalah septagon, yang kita buat dengan 7 titik pada lingkaran satuan.

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



Berikut ini adalah himpunan nilai maksimum dari empat kondisi linear kurang dari atau sama dengan 3. Ini adalah A[k].v<=3 untuk semua baris A. Untuk mendapatkan sudut yang bagus, kami menggunakan 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):
```

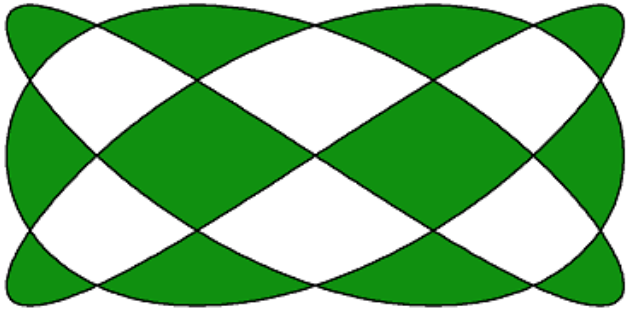


Poin utama dari bahasa matriks adalah memungkinkan untuk menghasilkan tabel fungsi dengan mudah.

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

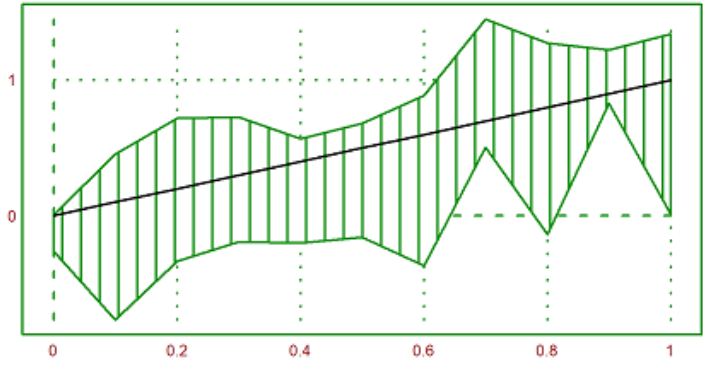
Kami sekarang memiliki vektor x dan y nilai. plot2d() dapat memplot nilai-nilai ini sebagai kurva yang menghubungkan titik-titik. Plotnya bisa diisi. Pada kasus ini ini menghasilkan hasil yang bagus karena aturan lilitan, yang digunakan untuk isi.

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



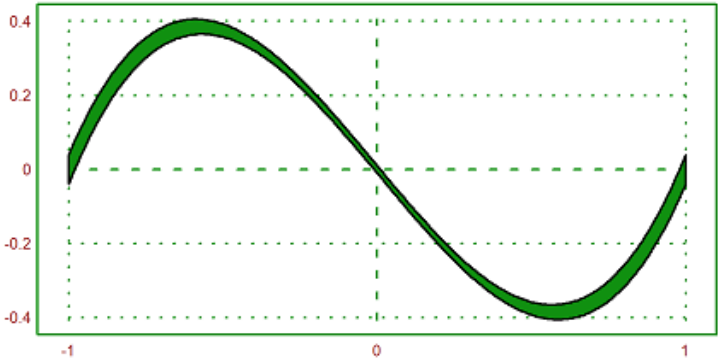
Sebuah vektor interval diplot terhadap nilai x sebagai daerah terisi antara nilai interval bawah dan atas.
Hal ini dapat berguna untuk memplot kesalahan perhitungan. Tapi itu bisa juga digunakan untuk memplot kesalahan statistik.

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



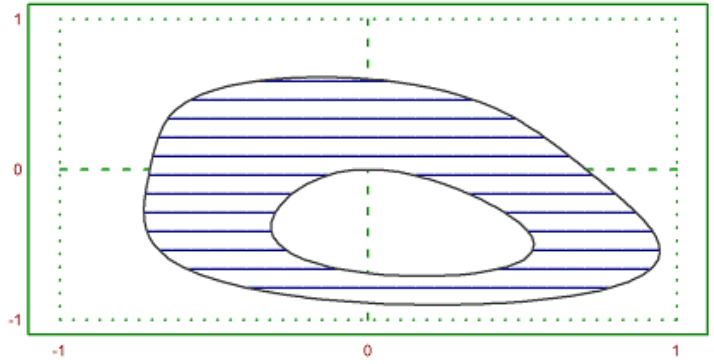
Jika x adalah vektor yang diurutkan, dan y adalah vektor interval, maka plot2d akan memplot rentang interval yang terisi dalam bidang. Gaya isian sama dengan gaya poligon.

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



Adalah mungkin untuk mengisi daerah nilai untuk fungsi tertentu. Untuk ini, level harus berupa matriks 2xn. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

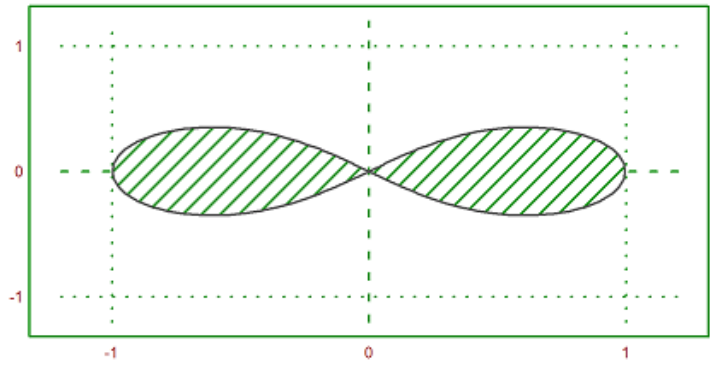
```
> expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)
> plot2d(expr,level=[0;1],style="-",color=blue): // 0 <= f(x,y) <= 1
```



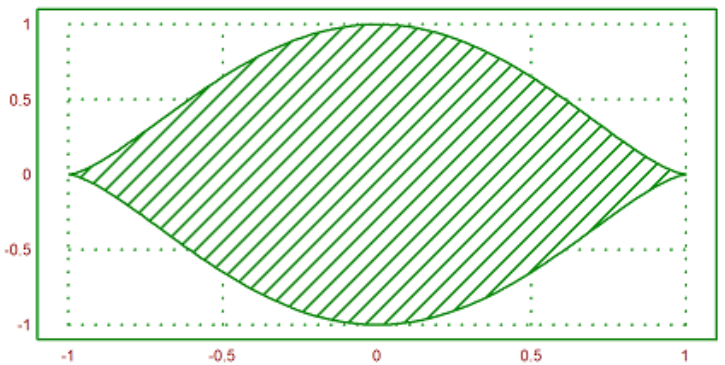
Kita juga dapat mengisi rentang nilai seperti

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

```
> 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

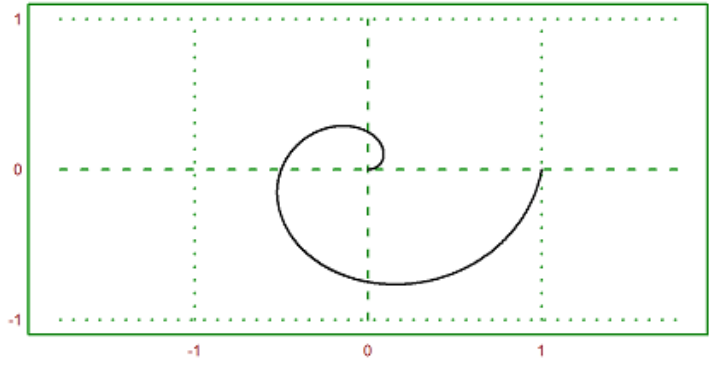
Nilai-x tidak perlu diurutkan. (x,y) secara sederhana menggambarkan kurva. Jika x diurutkan, kurva adalah grafik fungsi.

Dalam contoh berikut, kita plot spiral

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

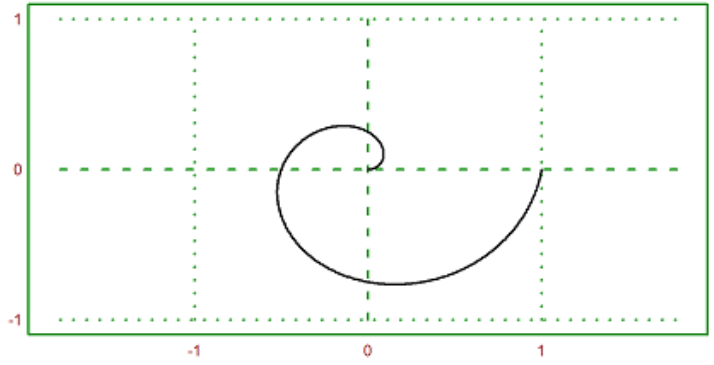
Kita juga perlu menggunakan sangat banyak titik untuk tampilan halus atau fungsi adaptive() untuk mengevaluasi ekspresi (lihat fungsi adaptive() untuk rincian lebih lanjut).

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

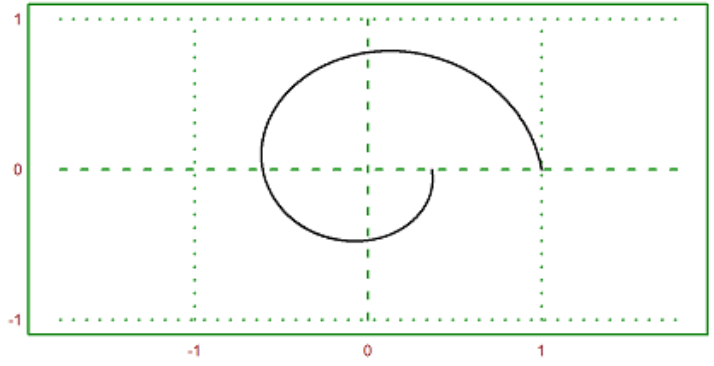


Sebagai alternatif, ada kemungkinan untuk menggunakan dua ekspresi untuk kurva. Plot berikut kurva yang sama seperti di atas.

```
> 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):
```



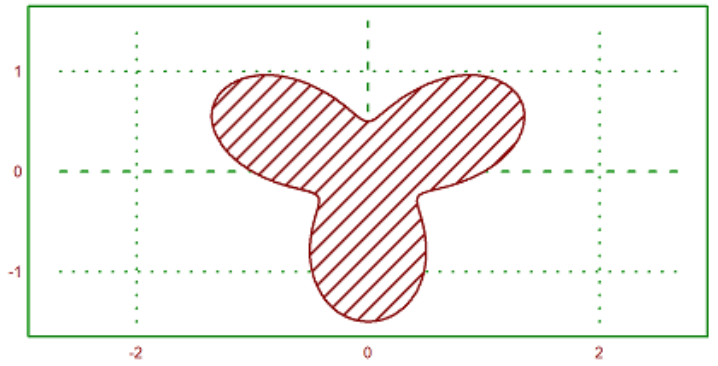
Dalam contoh berikutnya, kita plot kurva

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

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):
```


1
0
-1
-2
0
2

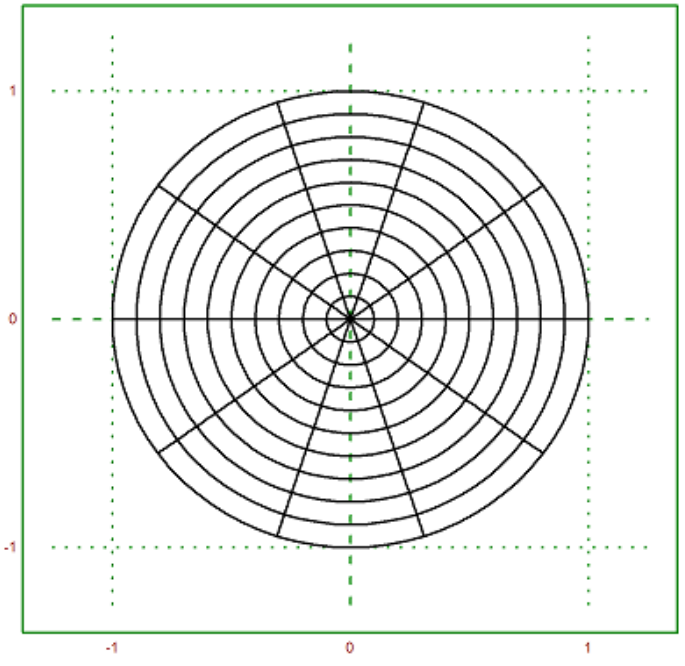
Menggambar Grafik Bilangan Kompleks

Larik bilangan kompleks juga dapat diplot. Kemudian titik grid akan terhubung. Jika sejumlah garis kisi ditentukan (atau vektor 1x2 garis kisi) dalam argumen cgrid hanya garis kisi tersebut yang terlihat.

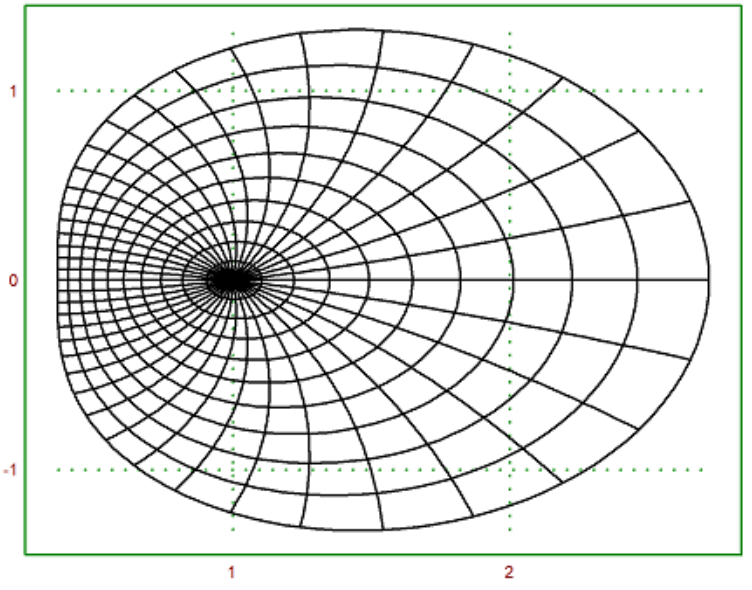
Matriks bilangan kompleks secara otomatis akan merencanakan sebagai kisi dalam bidang kompleks.

Dalam contoh berikut, kita plot gambar satuan lingkaran di bawah fungsi eksponensial. Parameter cgrid menyembunyikan beberapa kurva grid.

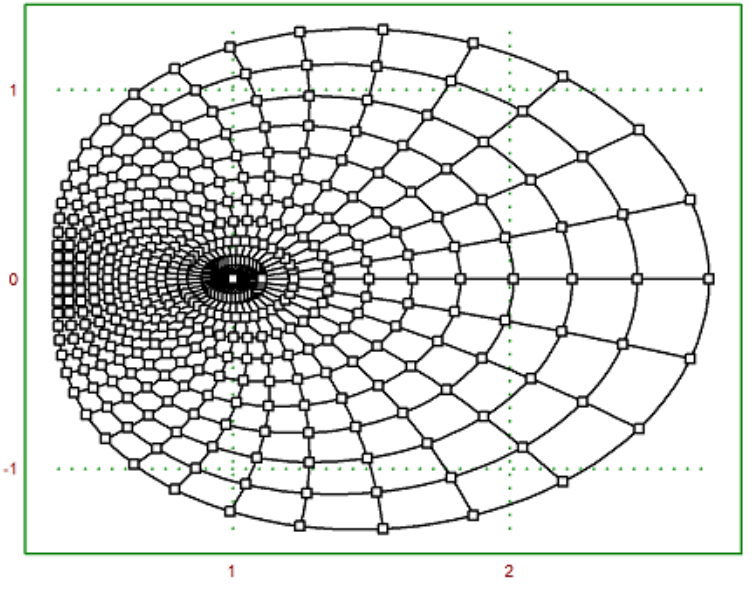
```
> aspect(); r=linspace(0,1,50); a=linspace(0,2pi,80)'; z=r*exp(I*a);...
>plot2d(z,a=-1.25,b=1.25,c=-1.25,d=1.25,cgrid=10):
```




```
> 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):
```

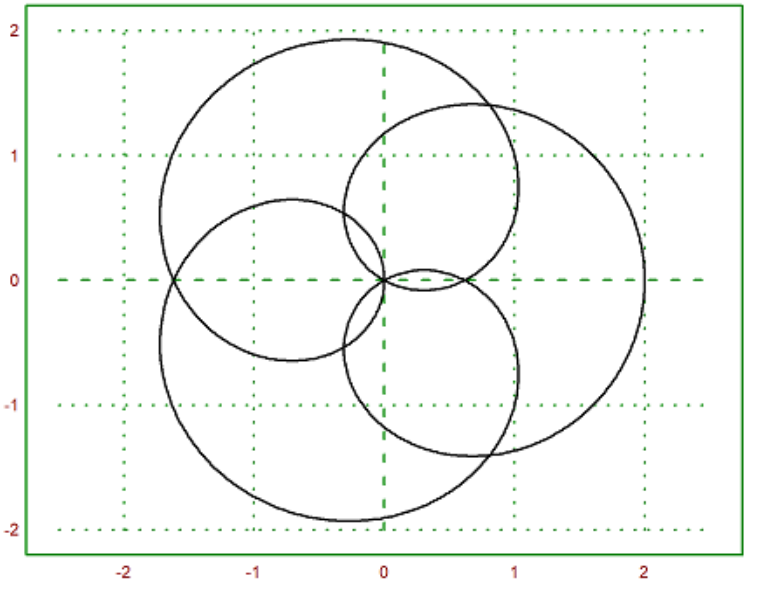


Sebuah vektor bilangan kompleks secara otomatis diplot sebagai kurva dalam bidang kompleks dengan bagian nyata dan bagian imajiner.

Dalam contoh, kita plot unit lingkaran dengan

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

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


2
1
0
-1
-2
-2
-1
0
1
2

Plot Statistik

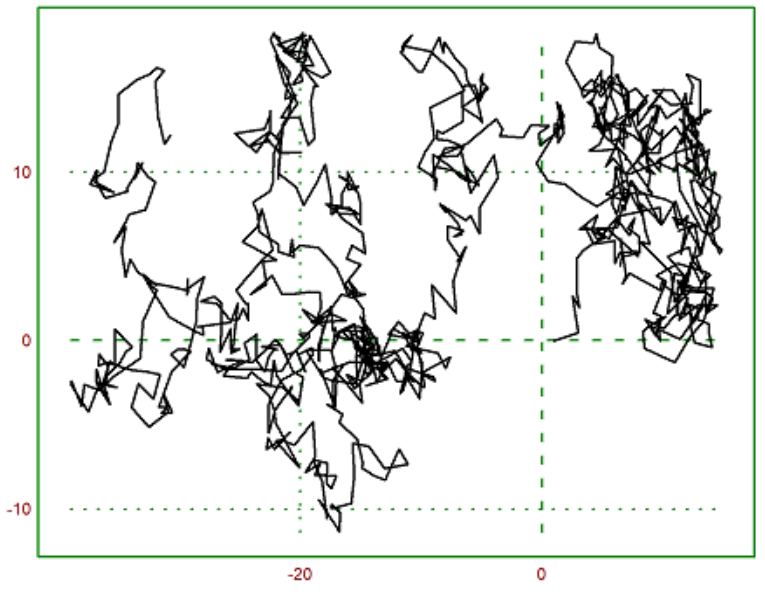
Ada banyak fungsi yang khusus pada plot statistik. Salah satu plot yang sering digunakan adalah plot kolom.

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

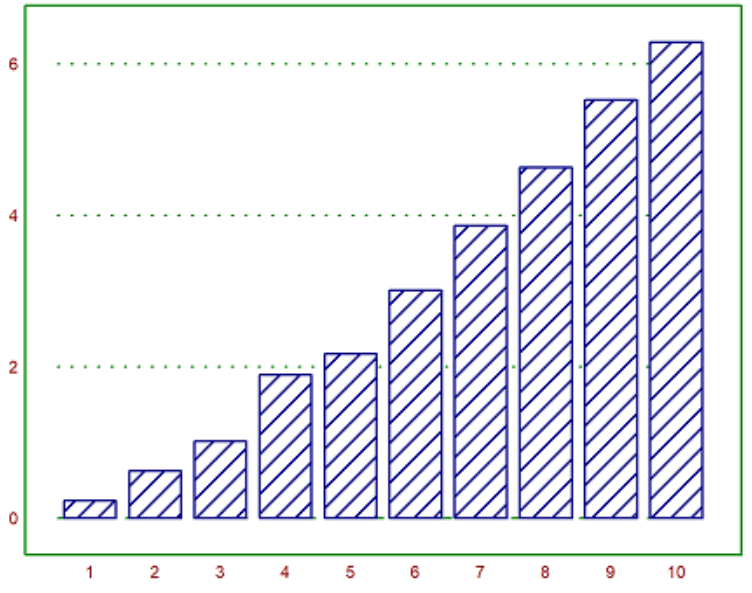
```
> plot2d(cumsum(randnormal(1,1000))):
```

Menggunakan dua baris menunjukkan berjalan dalam dua dimensi.

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

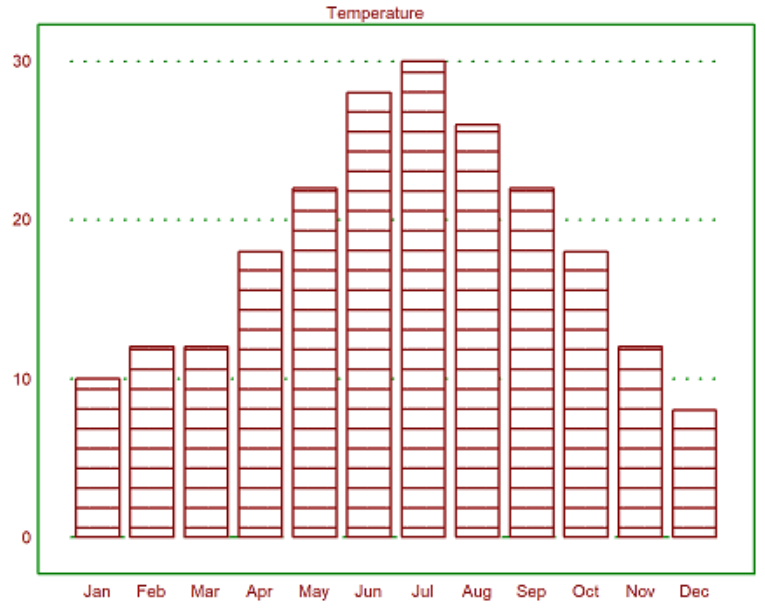



```
> columnsplot(cumsum(random(10)),style="/",color=blue):
```

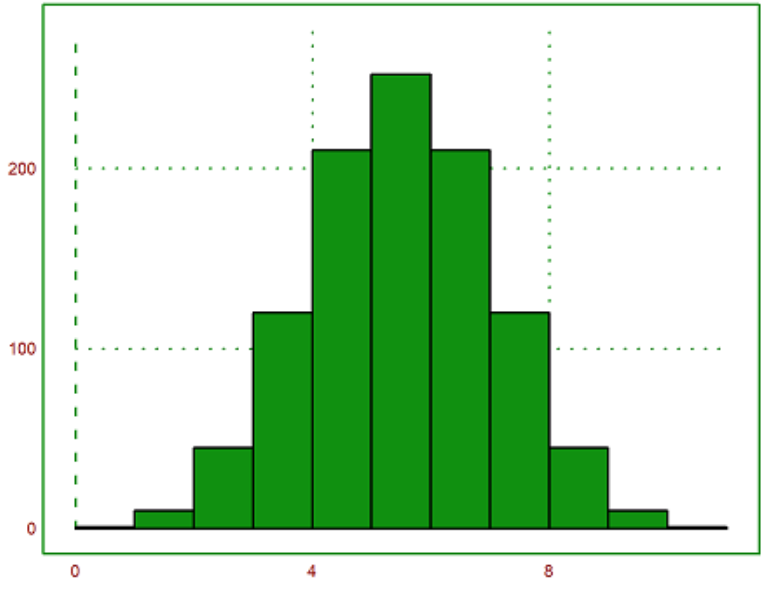


Hal ini juga dapat menunjukkan string sebagai label.

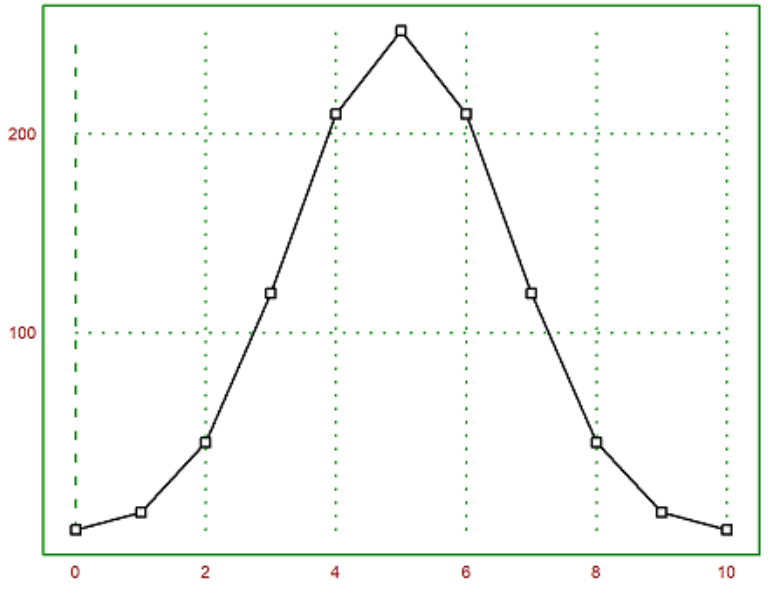
```
> months=["Jan","Feb","Mar","Apr","May","Jun", ...
>   "Jul","Aug","Sep","Oct","Nov","Dec"];
> values=[10,12,12,18,22,28,30,26,22,18,12,8];
> columnsplot(values,lab=months,color=red,style="-");
> title("Temperature"):
```



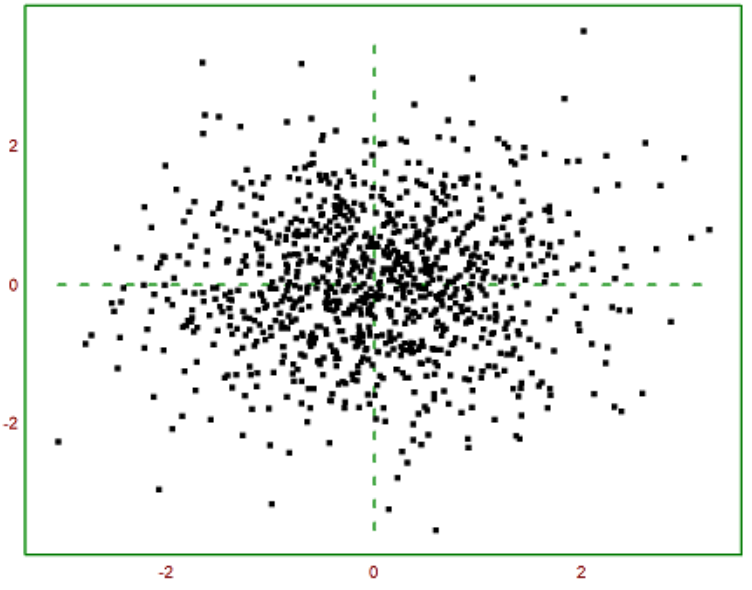

```
> k=0:10;
> plot2d(k,bin(10,k),>bar):
```



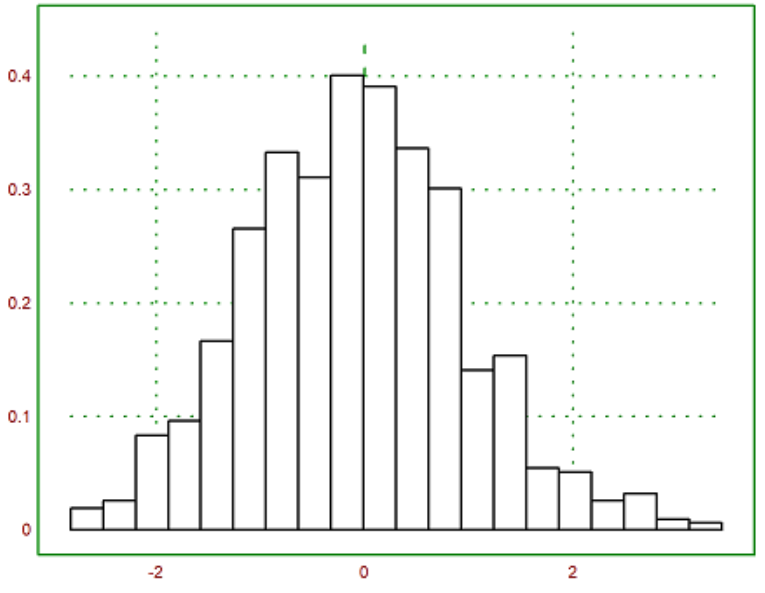

```
> plot2d(k,bin(10,k)); plot2d(k,bin(10,k),>points,>add):
```



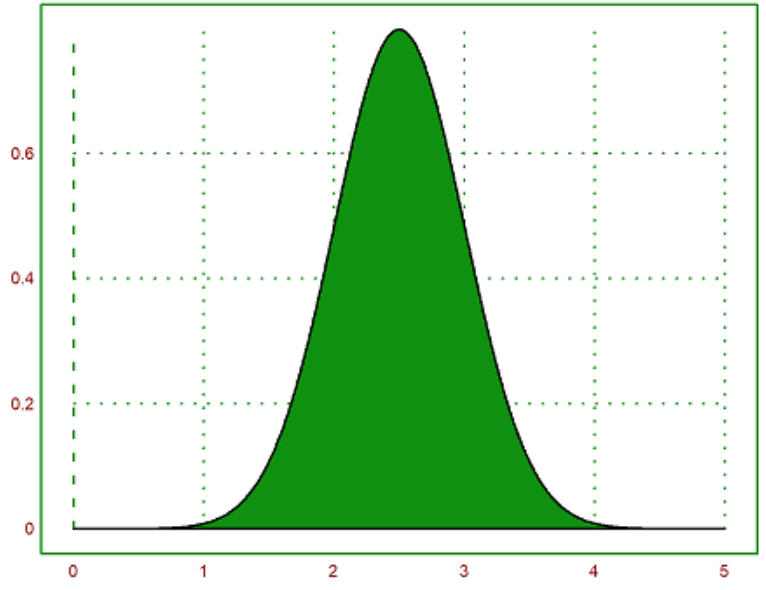

```
> plot2d(normal(1000),normal(1000),>points,grid=6,style="..");
```




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

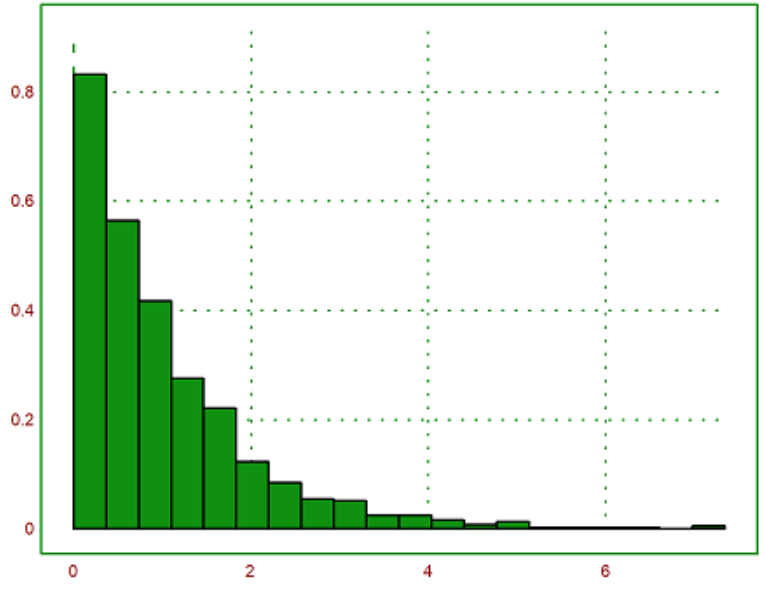



```
> plot2d("qnormal",0,5;2.5,0.5,>filled):
```



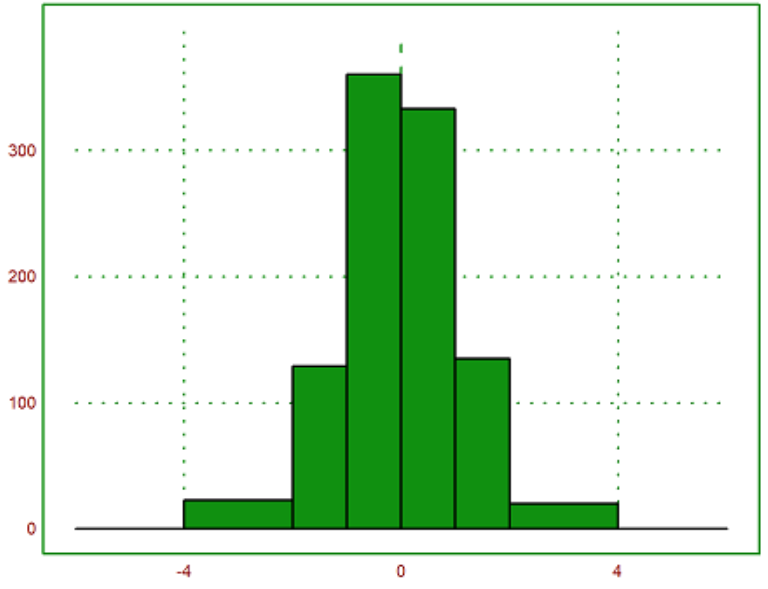
Untuk merencanakan distribusi statistik eksperimental, Anda dapat menggunakan distribution=n dengan plot2d.

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



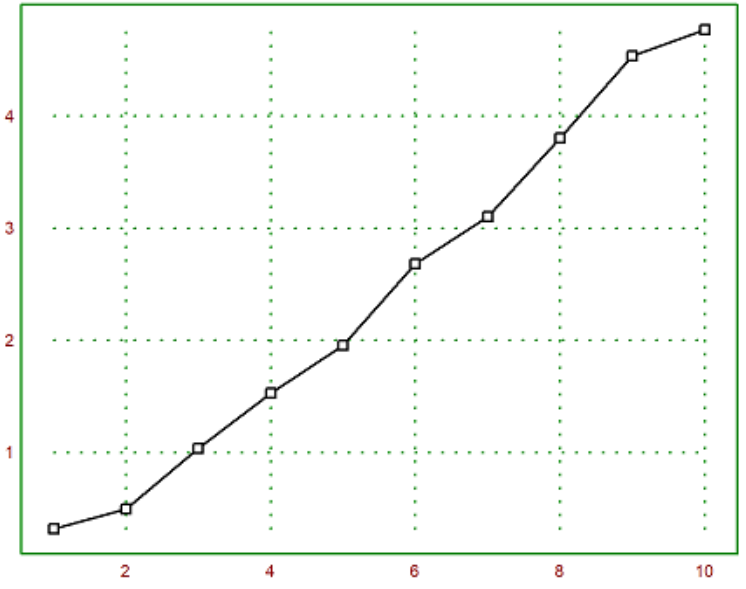
Atau Anda dapat menghitung distribusi dari data dan plot hasilnya dengan >bar di plot3d, atau dengan plot kolom.

```
> 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):
```

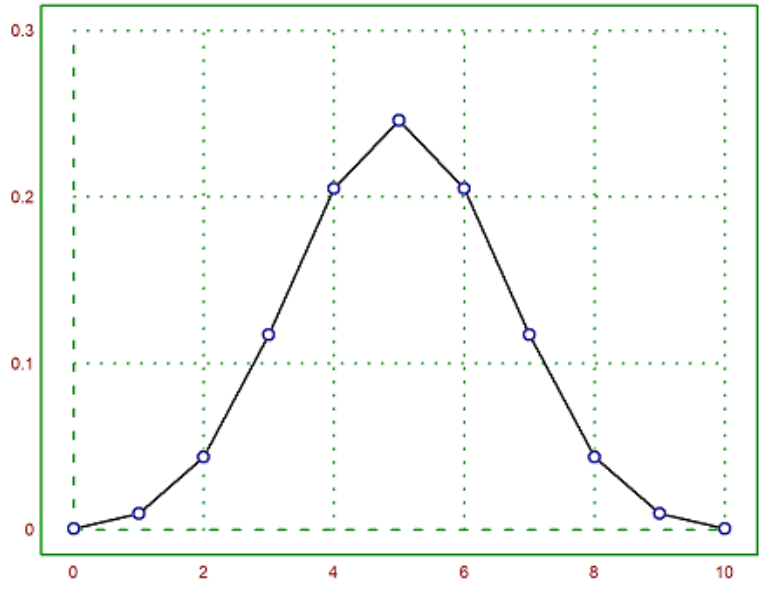


Fungsi statplot() mengatur gaya dengan string sederhana.

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



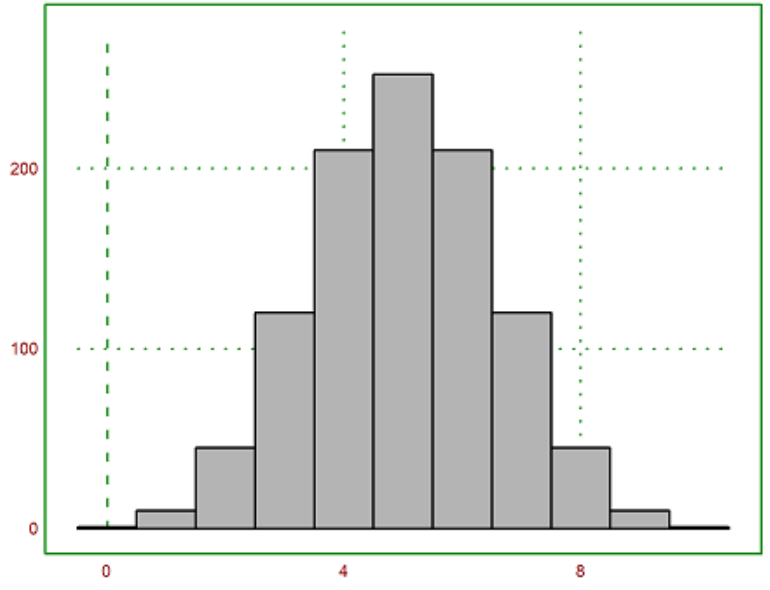

```
> n=10; i=0:n; ...
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,a=0,b=10,c=0,d=0.3); ...
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,points=true,style="ow",add=true,color=blue):
```



Selain itu, data dapat diplot sebagai bar. Dalam kasus ini, x harus diurutkan dan satu elemen lebih panjang dari y. Batang akan berkisar dari x[i] ke x[i+1] dengan nilai y[i]. Jika x memiliki ukuran yang sama dengan y, ia akan diisi oleh satu elemen dengan spasi terakhir.

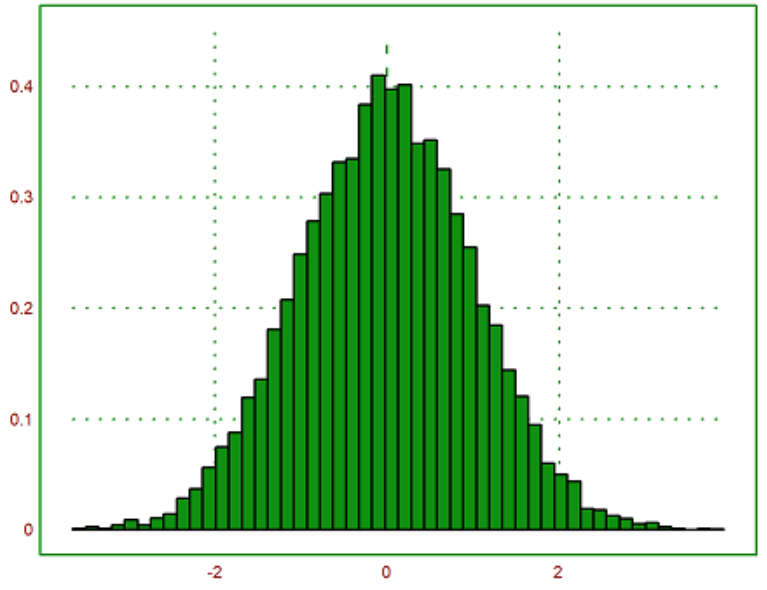
Gaya pengisian dapat digunakan seperti di atas.

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

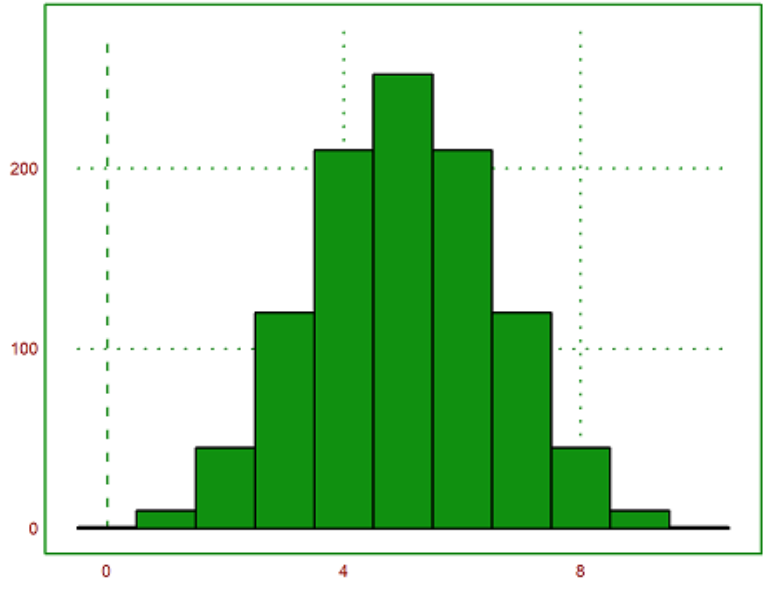


Data untuk plot batang (bar=1) dan histogram (histogram=1) dapat diberikan secara eksplisit dalam xv dan yv, atau dapat dihitung dari distribusi empiris dalam xv dengan >distribution (atau distribution=n). Histogram nilai xv akan dihitung secara otomatis dengan >histogram. Jika >even ditentukan, nilai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

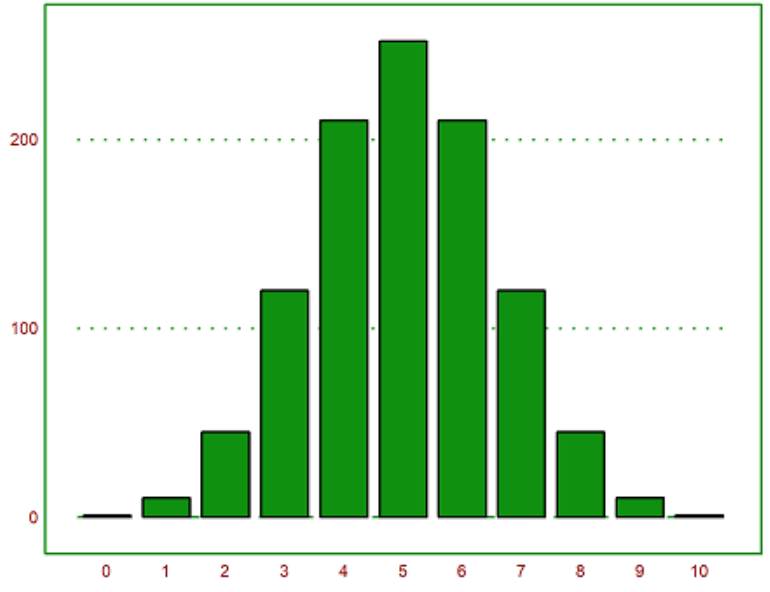
```
> plot2d(normal(10000),distribution=50):
```



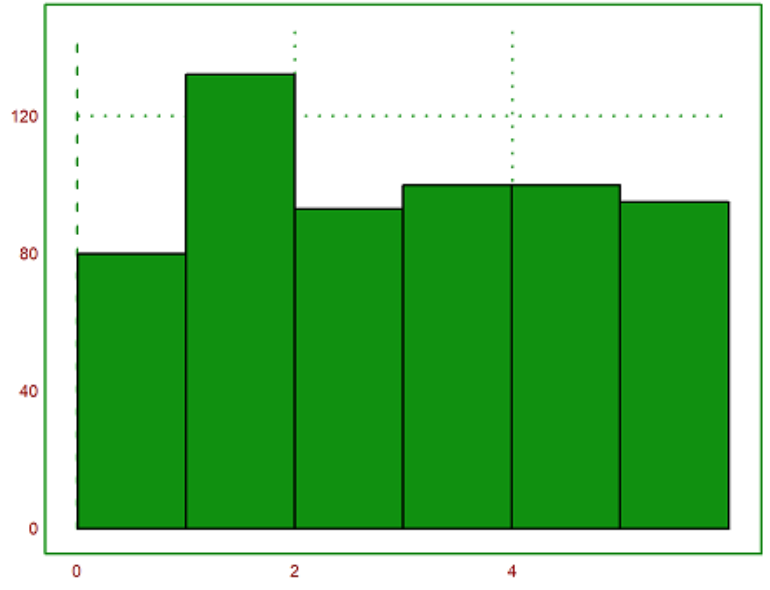

```
> k=0:10; m=bin(10,k); x=(0:11)-0.5; plot2d(x,m,>bar):
```




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

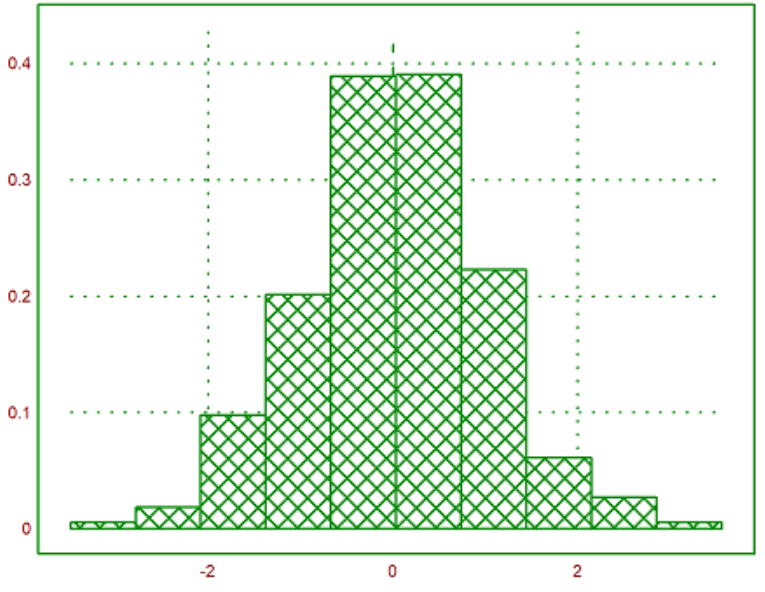



```
> plot2d(random(600)*6,histogram=6):
```



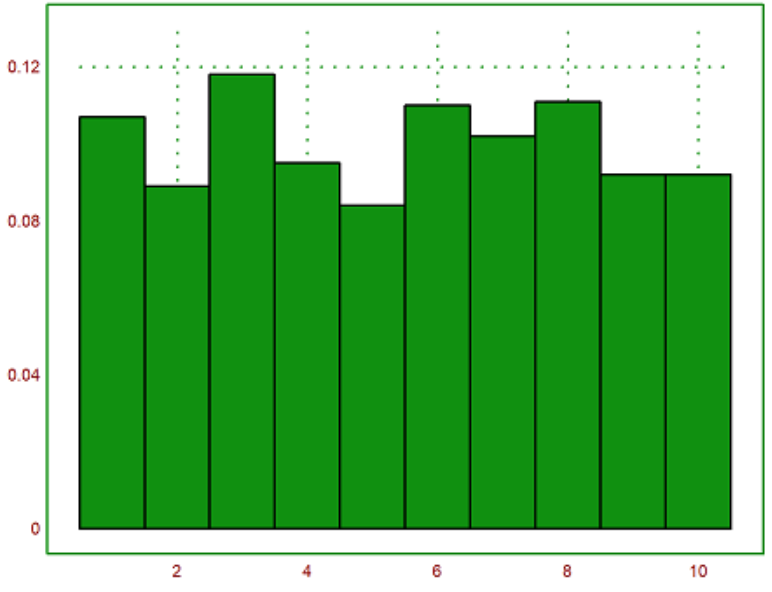
Untuk distribusi, ada parameter distribution=n, yang menghitung nilai secara otomatis dan mencetak distribusi relatif dengan n sub-intervals.

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



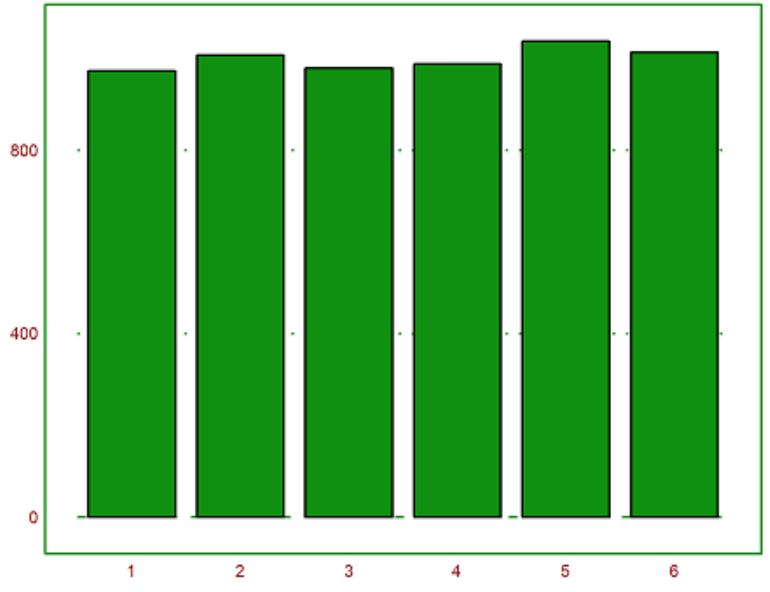
Dengan parameter even=true, ini akan menggunakan interval bilangan bulat.

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

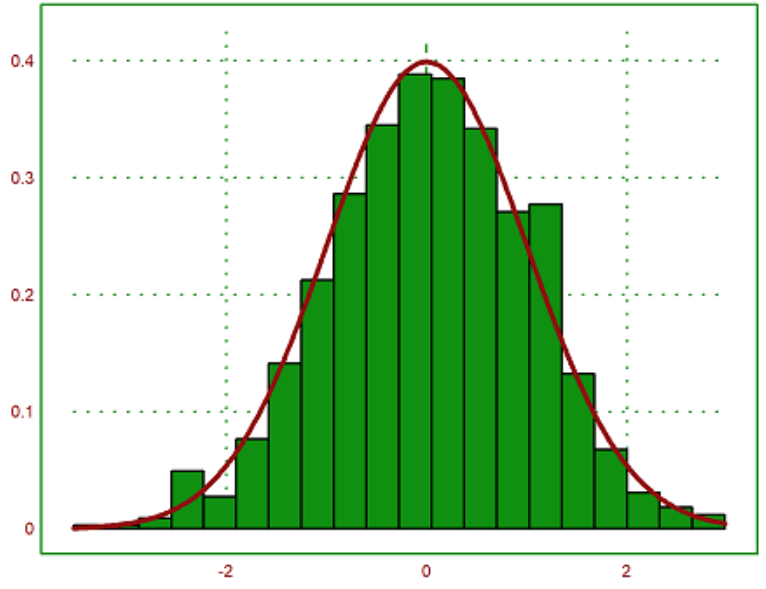


Perhatikan bahwa ada banyak plot statistik, yang mungkin berguna. Lihatlah tutorial tentang statistik.

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

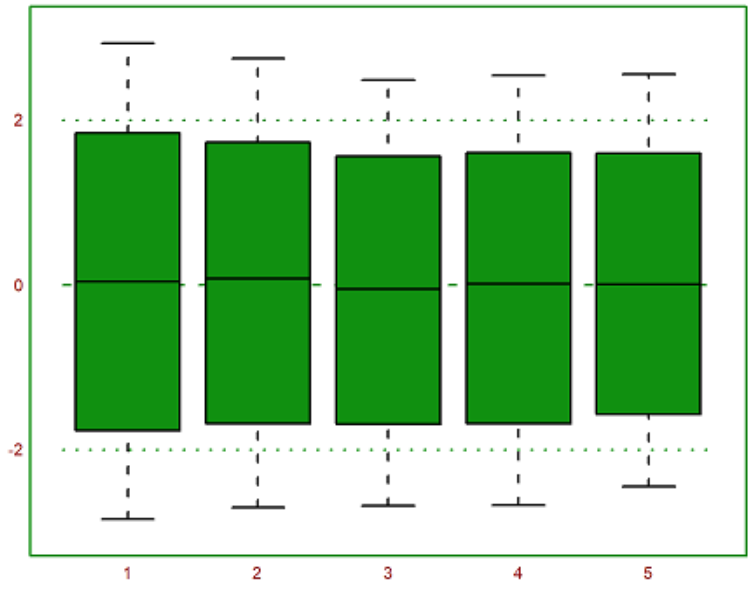



```
> plot2d(normal(1,1000),>distribution); ...
>   plot2d("qnormal(x)",color=red,thickness=2,>add):
```



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

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


2
0
-2
1
2
3
4
5

Fungsi Implisit

Plot implisit menunjukkan garis tingkat memecahkan f(x,y)=level, di mana ”level” dapat menjadi nilai tunggal atau vektor nilai. Jika level=”auto”, akan ada garis level nc, yang akan menyebar antara minimum dan maksimum fungsi secara merata. Warna yang lebih gelap atau terang dapat ditambahkan dengan >hue untuk menunjukkan nilai fungsi. Untuk fungsi implisit, xv harus berupa fungsi atau ekspresi dari parameter x dan y, atau, alternatifnya, xv dapat berupa matriks nilai.

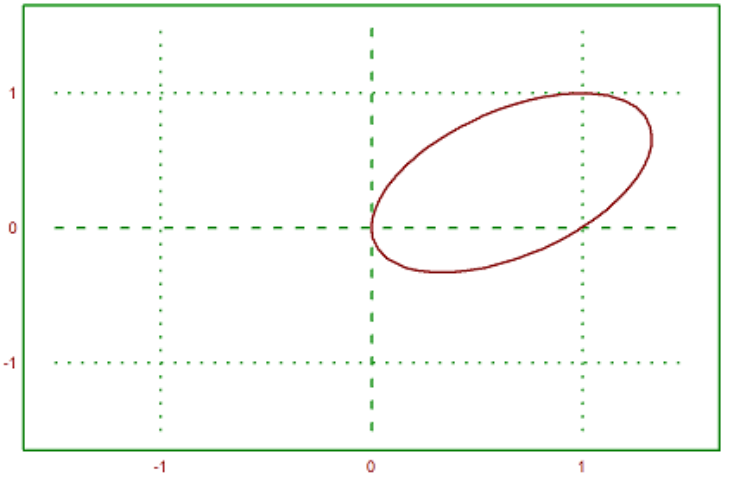
Euler dapat menandai baris level

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

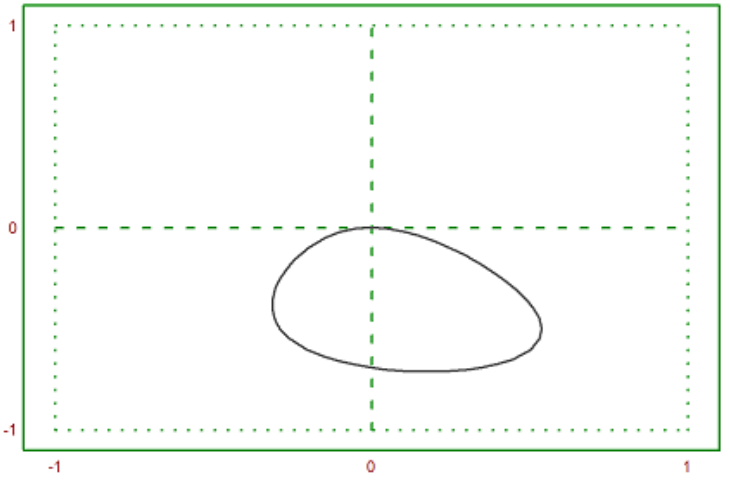
dari fungsi apapun.

Untuk menggambar himpunan f(x,y)=c untuk satu atau lebih konstanta c Anda dapat menggunakan plot2d() dengan plot implisit dalam bidang. Parameter untuk c adalah level=c, di mana c dapat berupa vektor garis tingkat. Selain itu, skema warna dapat digambar di latar belakang untuk menunjukkan nilai fungsi untuk setiap titik dalam plot. Parameter ”n” menentukan kesempurnaan plot.

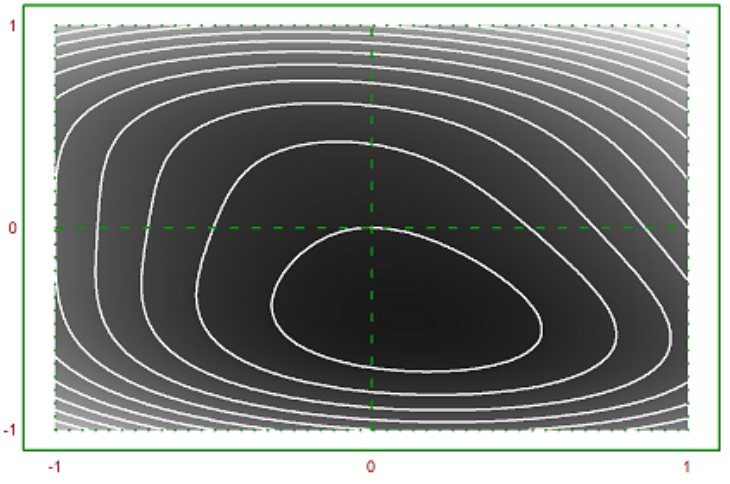
```
> aspect(1.5);
> plot2d("x^2+y^2-x*y-x",r=1.5,level=0,contourcolor=red):
```



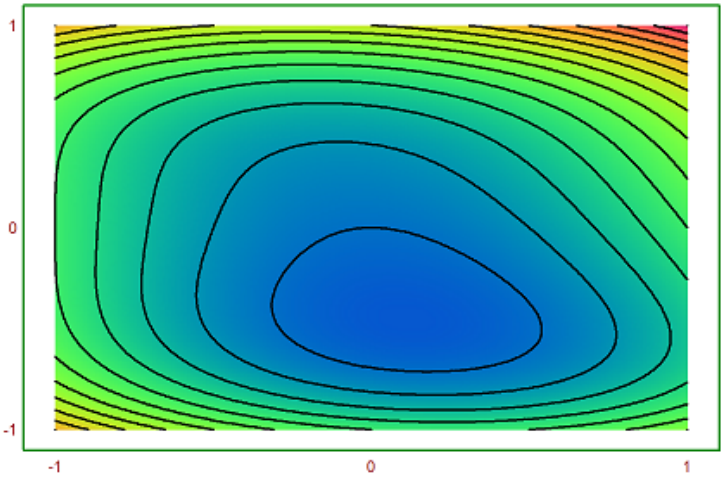

```
> expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)
> plot2d(expr,level=0): // Solutions of f(x,y)=0
```




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

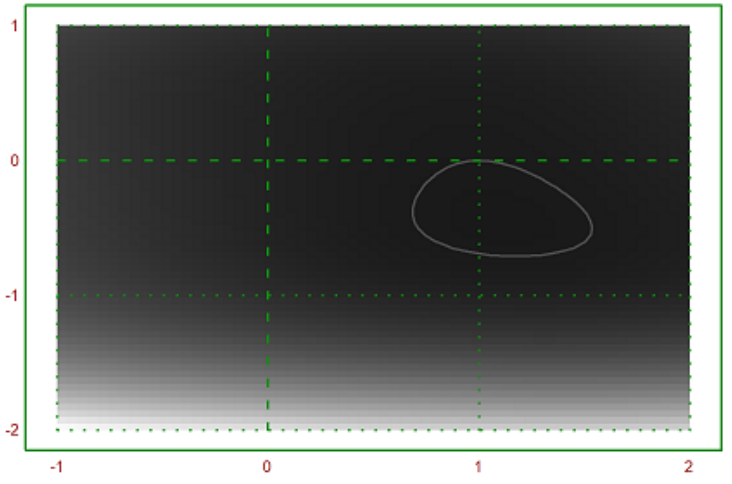



```
> plot2d(expr,level=0:0.5:20,>hue,>spectral,n=200,grid=4): // nicer
```

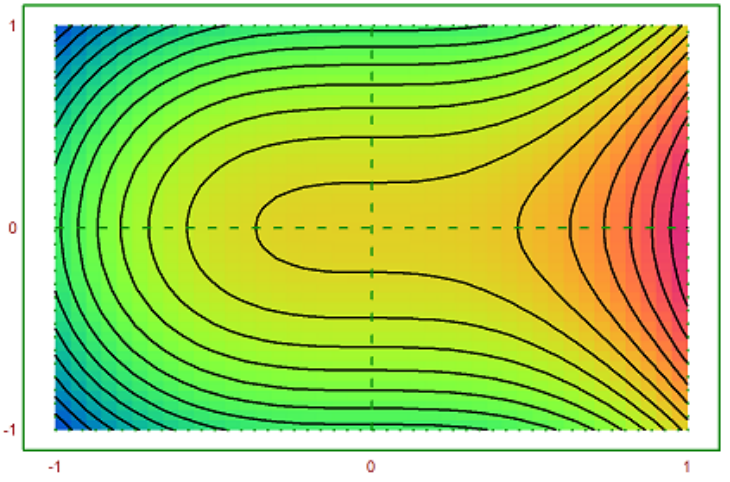


Ini bekerja untuk plot data juga. Tapi Anda harus menentukan kisaran untuk label sumbu.

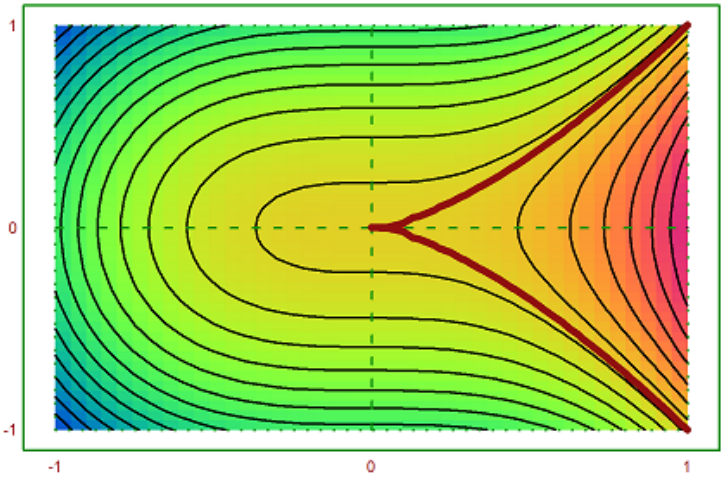
```
> x=-2:0.05:1; y=x'; z=expr(x,y);
> plot2d(z,level=0,a=-1,b=2,c=-2,d=1,>hue):
```



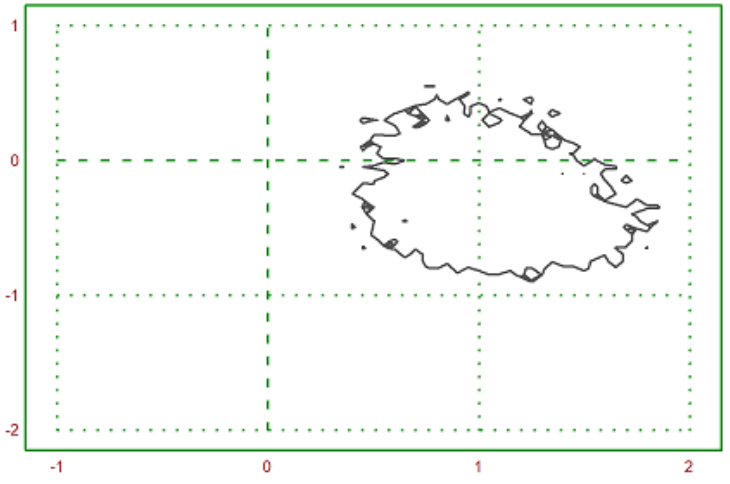

```
> plot2d("x^3-y^2",>contour,>hue,>spectral):
```



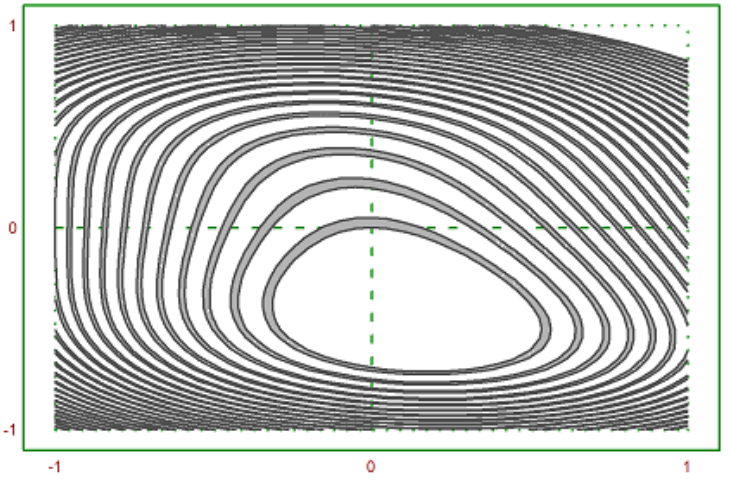

```
> plot2d("x^3-y^2",level=0,contourwidth=3,>add,contourcolor=red):
```



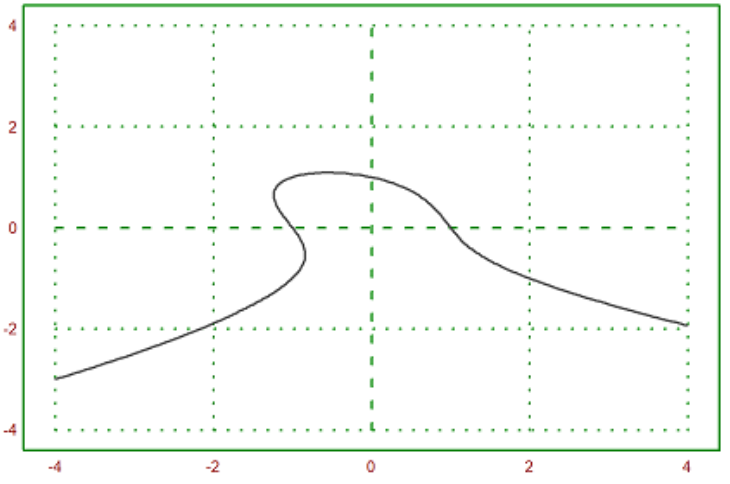

```
> z=z+normal(size(z))*0.2;
> plot2d(z,level=0.5,a=-1,b=2,c=-2,d=1):
```



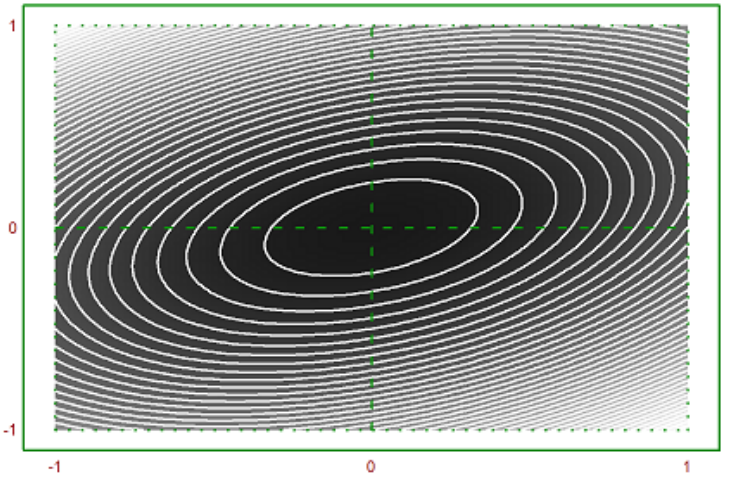

```
> plot2d(expr,level=[0:0.2:5;0.05:0.2:5.05],color=lightgray):
```




```
> 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):
```



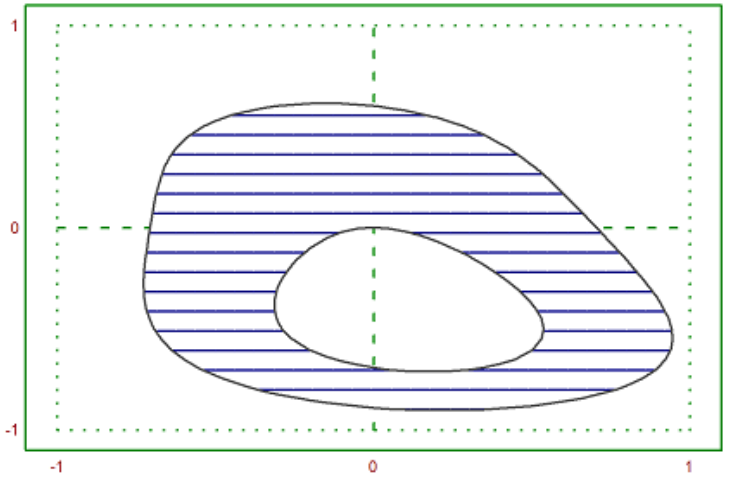
Hal ini juga dimungkinkan untuk mengisi set

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

dengan jangkauan tingkat.

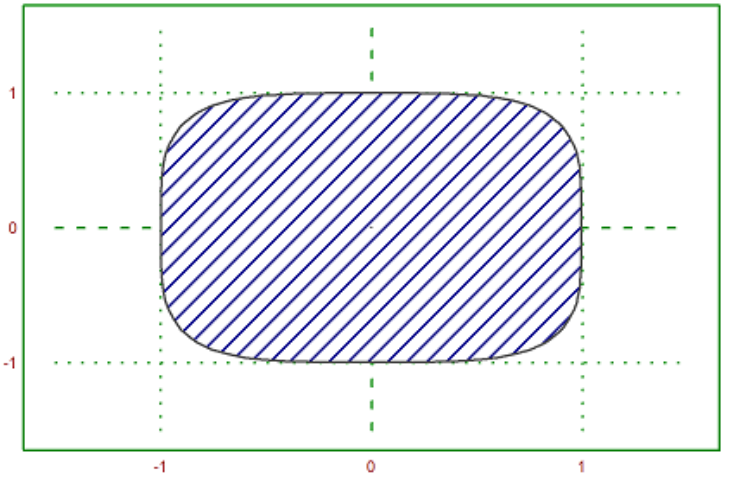
Adalah mungkin untuk mengisi daerah nilai untuk fungsi tertentu. Untuk ini, level harus berupa matriks 2xn. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

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

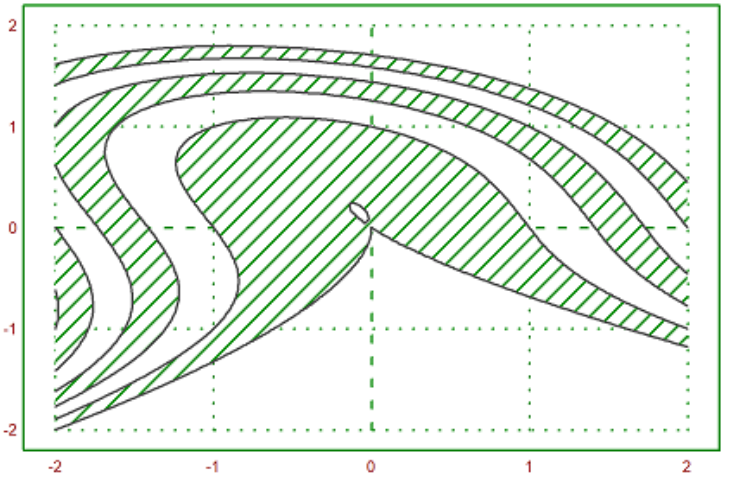


Plot implisit juga dapat menunjukkan rentang tingkat. Kemudian tingkat harus matriks 2xn dari interval tingkat, di mana baris pertama berisi awal dan baris kedua akhir dari setiap interval. Sebagai alternatif, vektor baris sederhana dapat digunakan untuk tingkat, dan parameter dl memperluas nilai tingkat ke interval.

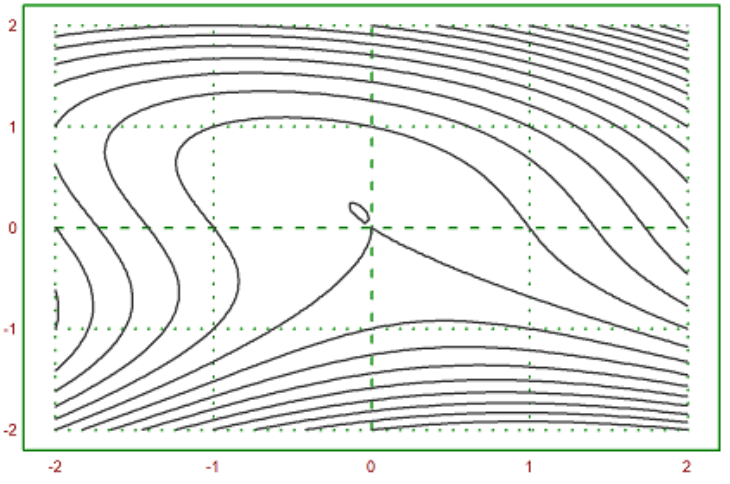
```
> plot2d("x^4+y^4",r=1.5,level=[0;1],color=blue,style="/"):
```



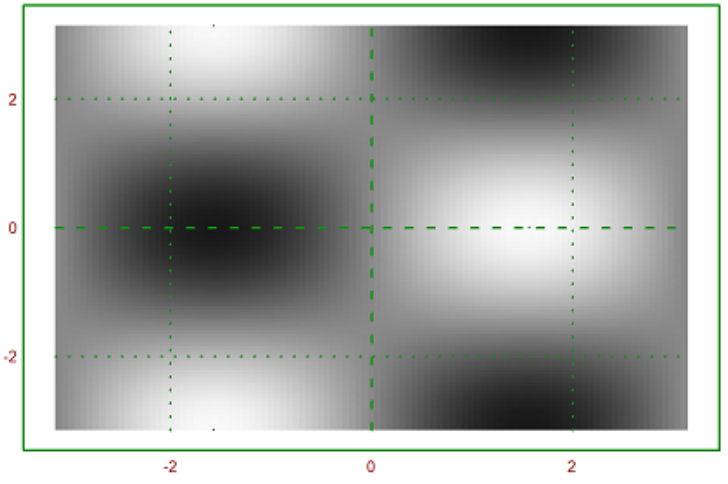

```
> plot2d("x^2+y^3+x*y",level=[0,2,4;1,3,5],style="/",r=2,n=100):
```




```
> 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):
```

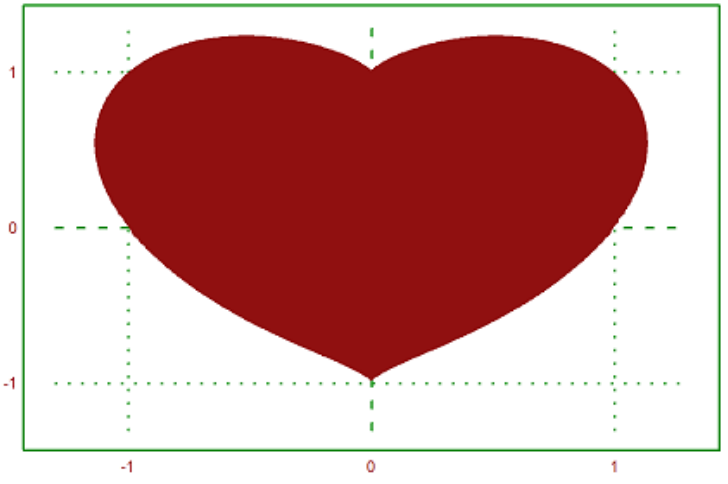


Hal ini juga dimungkinkan untuk menandai suatu wilayah

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

Hal ini dilakukan dengan menambahkan tingkat dengan dua baris.

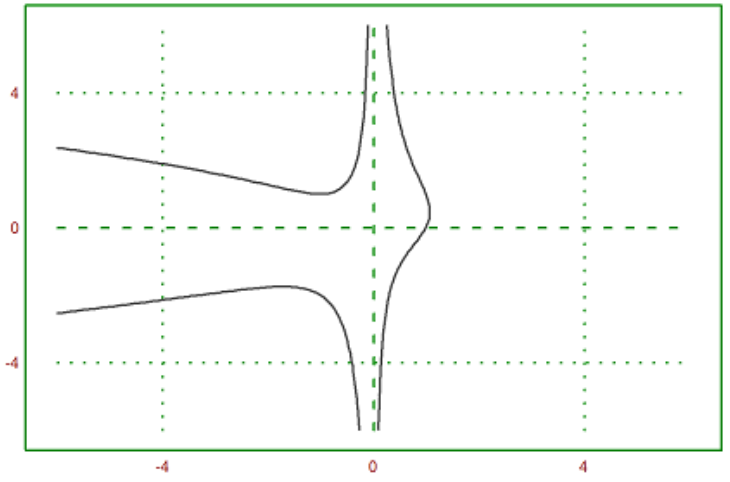
```
> plot2d("(x^2+y^2-1)^3-x^2*y^3",r=1.3, ...
>   style="#",color=red,<outline, ...
>   level=[-2;0],n=100):
```



Adalah mungkin untuk menentukan tingkat tertentu. Misalnya, kita dapat merencanakan solusi dari 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) ...
```

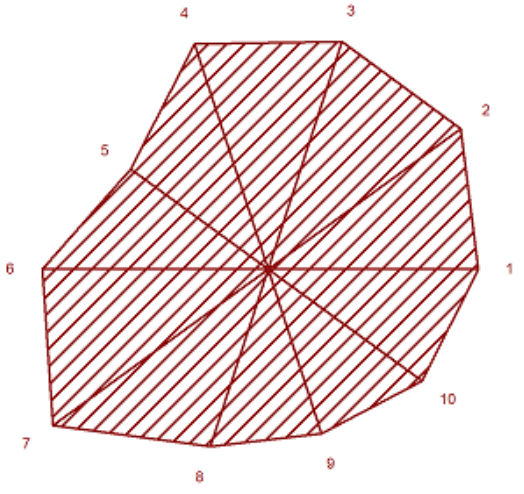
```
if !holding() then clg; endif;
w=window(); window(0,0,1024,1024);
h=holding(1);
r=max(abs(v))*1.2;
setplot(-r,r,-r,r);
n=cols(v); t=linspace(0,2pi,n);
v=v|v[1]; c=v*cos(t); s=v*sin(t);
cl=barcolor(color); st=barstyle(style);
loop 1 to n
  polygon([0,c[#],c[#+1]],[0,s[#],s[#+1]],1);
  if lab!=none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

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

Tidak ada jaringan atau sumbu kutu di sini. Selain itu, kita menggunakan jendela penuh untuk plot.

Kami memanggil reset sebelum kami menguji plot ini untuk mengembalikan default grafis. Hal ini tidak perlu, jika Anda yakin bahwa plot Anda bekerja.

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



Kadang-kadang, Anda mungkin ingin plot sesuatu yang plot2d tidak bisa lakukan, tapi hampir.

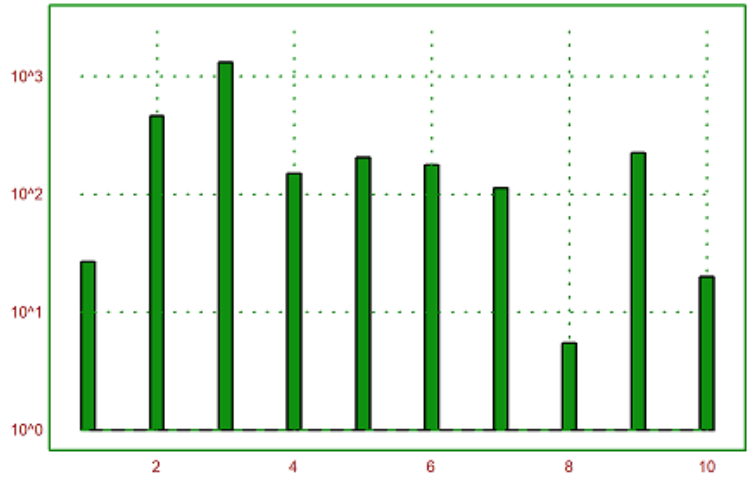
Dalam fungsi berikut, kita melakukan plot impuls logaritma. plot2d dapat melakukan plot logaritma, tetapi tidak untuk batang impuls.

```
> 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 terdistribusi eksponensial.

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



Mari kita animasi kurva 2D menggunakan plot langsung. Perintah plot (x,y) hanya plot kurva ke jendela plot. setplot(a,b,c,d) set jendela ini.

Fungsi wait(0) memaksa plot muncul di jendela grafis. Jika tidak, redraw berlangsung 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(l);
endfunction
```

Tekan tombol apa pun untuk menghentikan animasi ini.

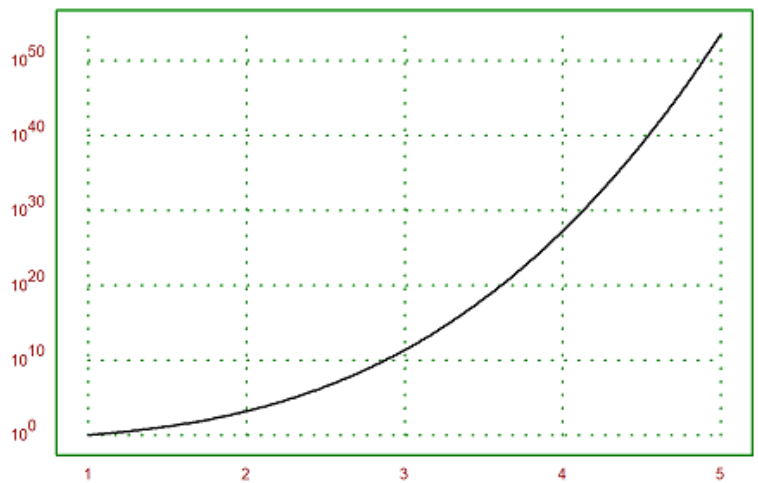
```
> animliss(2,3); // lihat hasilnya, jika sudah puas, tekan ENTER
```

Plot Logaritma

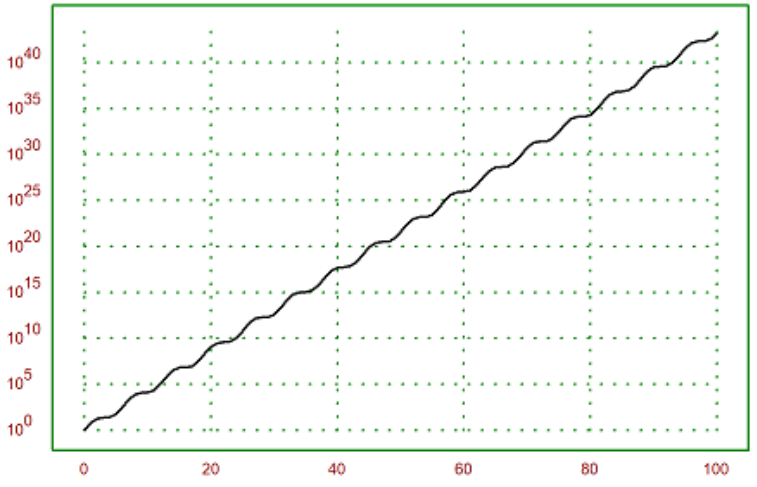
EMT menggunakan parameter ”logplot” untuk skala logaritma.
Plot logaritma dapat diplot menggunakan skala logaritma dalam y dengan logplot=1, atau menggunakan skala logaritma dalam x dan y dengan logplot=2, atau dalam x dengan logplot=3.

- `logplot=1: y-logarithmic`
- `logplot=2: x-y-logarithmic`
- `logplot=3: x-logarithmic`

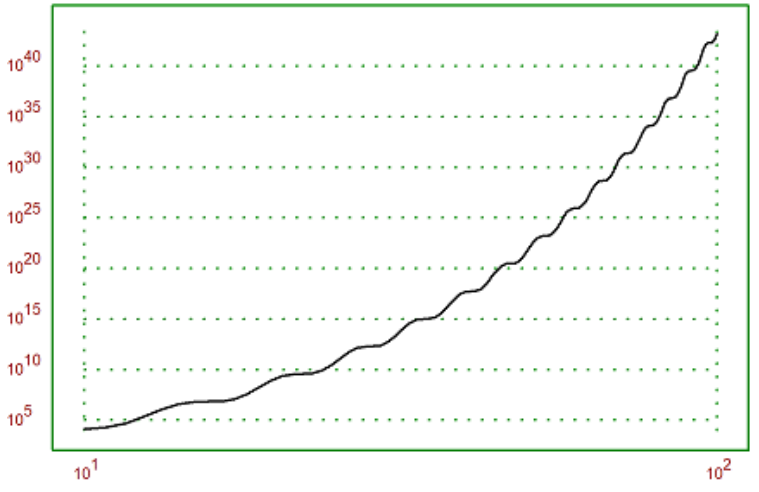
```
> plot2d("exp(x^3-x)*x^2",1,5,logplot=1):
```



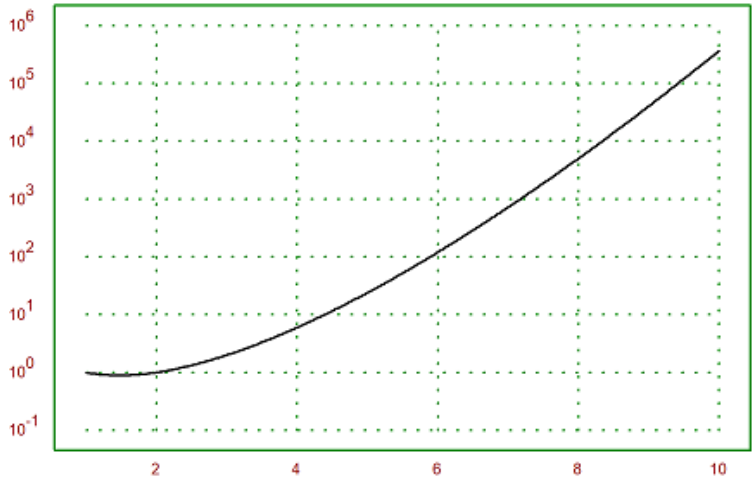
```
> plot2d("exp(x+sin(x))",0,100,logplot=1):
```



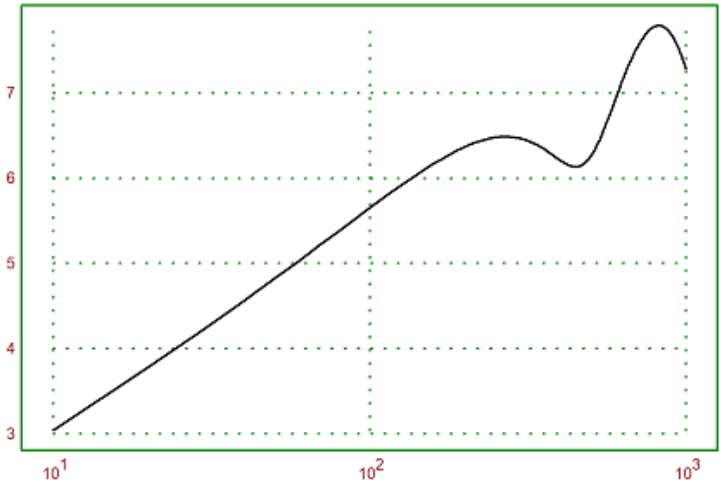

```
> plot2d("exp(x+sin(x))",10,100,logplot=2):
```




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

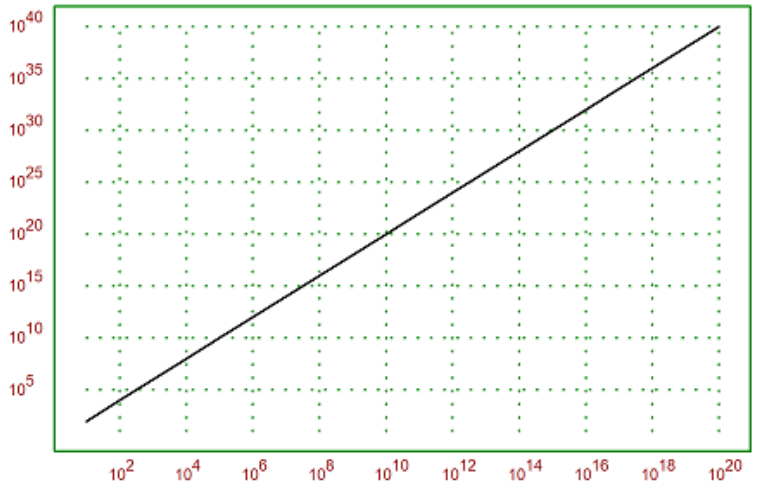



```
> plot2d("log(x*(2+sin(x/100)))",10,1000,logplot=3):
```



Ini juga bekerja dengan plot data.

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


10^{40}
10^{35}
10^{30}
10^{25}
10^{20}
10^{15}
10^{10}
10^{5}
10^{2}
10^{4}
10^{6}
10^{8}
10^{10}
10^{12}
10^{14}
10^{16}
10^{18}
10^{20}

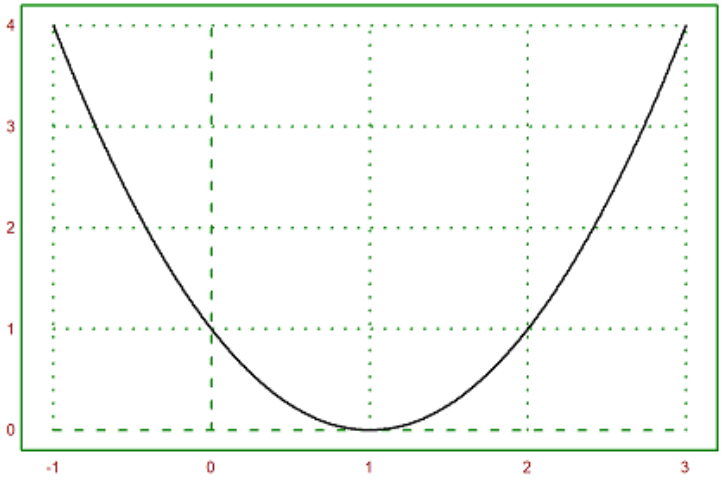
Contoh Penyelesaian Masalah Menggambar Kurva/plot2d

1. Gambarkan grafik fungsi kuadrat berikut pada interval [-1, 3]

$$f(x) = x^2 - 2x + 1$$

Jawab:

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



2. Gambar plot dari fungsi trigonometri berikut

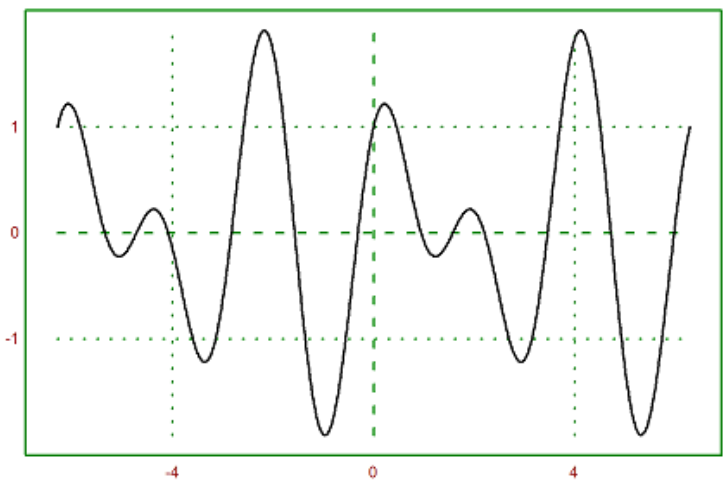
$$g(x) = sin(2x) + cos(3x)$$

pada rentang:

$$[-2\pi, 2\pi]$$

Jawab:

```
> plot2d("sin(2*x) + cos(3*x)",-2pi,2pi):
```

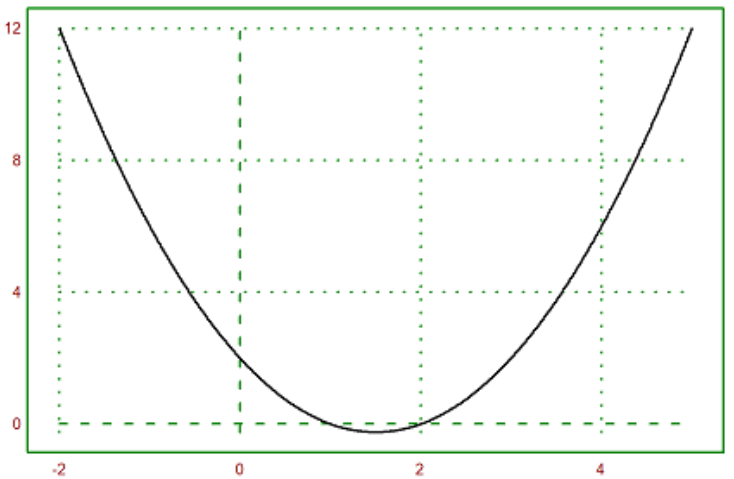


3. Gambarkan plot dari parabola berikut dengan rentang [-2,5]

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

Jawab:

```
> plot2d("x^2 - 3*x + 2",-2,5):
```



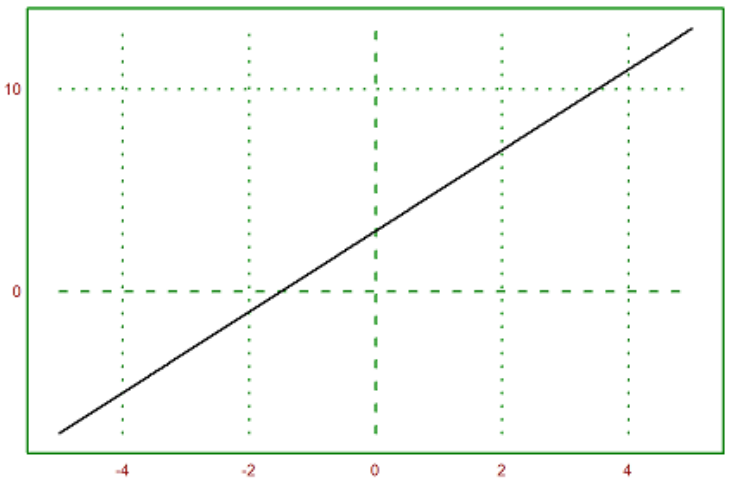
4. Gambarkan plot dari persamaan garis berikut

$$y = 2x + 3$$

dengan rentang [-5,5]

Jawab:

```
> plot2d("2*x + 3",-5,5):
```



Rujukan Lengkap Fungsi plot2d()

```
function plot2d (xv, yv, btest, a, b, c, d, xmin, xmax, r, n,  ..
logplot, grid, frame, framecolor, square, color, thickness, style, ..
auto, add, user, delta, points, addpoints, pointstyle, bar, histogram,  ..
distribution, even, steps, own, adaptive, hue, level, contour,  ..
nc, filled, fillcolor, outline, title, xl, yl, maps, contourcolor, ..
contourwidth, ticks, margin, clipping, cx, cy, insimg, spectral,  ..
cgrid, vertical, smaller, dl, niveau, levels)
```

Multipurpose plot function for plots in the plane (2D plots). This function can do plots of functions of one variables, data plots, curves in the plane, bar plots, grids of complex numbers, and implicit plots of functions of two variables.

Parameters
x,y : equations, functions or data vectors
a,b,c,d : Plot area (default a=-2,b=2)
r : if r is set, then a=cx-r, b=cx+r, c=cy-r, d=cy+r

```
r can be a vector [rx,ry] or a vector [rx1,rx2,ry1,ry2].
```

xmin,xmax : range of the parameter for curves
auto : Determine y-range automatically (default)
square : if true, try to keep square x-y-ranges
n : number of intervals (default is adaptive)
grid : 0 = no grid and labels,

```
1 = axis only,
2 = normal grid (see below for the number of grid lines)
3 = inside axis
4 = no grid
5 = full grid including margin
6 = ticks at the frame
7 = axis only
8 = axis only, sub-ticks
```

frame : 0 = no frame
framecolor: color of the frame and the grid
margin : number between 0 and 0.4 for the margin around the plot
color : Color of curves. If this is a vector of colors,

```
it will be used for each row of a matrix of plots. In the case of
point plots, it should be a column vector. If a row vector or a
full matrix of colors is used for point plots, it will be used for
each data point.
```

thickness : line thickness for curves

```
This value can be smaller than 1 for very thin lines.
```

style : Plot style for lines, markers, and fills.

```
For points use
"[]", "<>", ".", "..", "...",
"*", "+", "|", "-", "o"
"[]#", "<>#", "o#" (filled shapes)
"[]w", "<>w", "ow" (non-transparent)
For lines use
"-", "--", "-.", ".", ".-.", "-.-", "->"
For filled polygons or bar plots use
"#", "#0", "0", "/", "\", "\/",
"+", "|", "-", "t"
```

points : plot single points instead of line segments
addpoints : if true, plots line segments and points
add : add the plot to the existing plot
user : enable user interaction for functions
delta : step size for user interaction
bar : bar plot (x are the interval bounds, y the interval values)
histogram : plots the frequencies of x in n subintervals
distribution=n : plots the distribution of x with n subintervals
even : use inter values for automatic histograms.
steps : plots the function as a step function (steps=1,2)
adaptive : use adaptive plots (n is the minimal number of steps)
level : plot level lines of an implicit function of two variables
outline : draws boundary of level ranges.
If the level value is a 2xn matrix, ranges of levels will be drawn
in the color using the given fill style. If outline is true, it
will be drawn in the contour color. Using this feature, regions of
f(x,y) between limits can be marked.
hue : add hue color to the level plot to indicate the function

```
value
```

contour : Use level plot with automatic levels
nc : number of automatic level lines
title : plot title (default "")
xl, yl : labels for the x- and y-axis
smaller : if >0, there will be more space to the left for labels.
vertical :

```
Turns vertical labels on or off. This changes the global variable
verticallabels locally for one plot. The value 1 sets only vertical
text, the value 2 uses vertical numerical labels on the y axis.
```

filled : fill the plot of a curve
fillcolor : fill color for bar and filled curves
outline : boundary for filled polygons
logplot : set logarithmic plots

```
1 = logplot in y,
2 = logplot in xy,
3 = logplot in x
```

own :

```
A string, which points to an own plot routine. With >user, you get
the same user interaction as in plot2d. The range will be set
before each call to your function.
```

maps : map expressions (0 is faster), functions are always mapped.
contourcolor : color of contour lines
contourwidth : width of contour lines
clipping : toggles the clipping (default is true)
title :

```
This can be used to describe the plot. The title will appear above
the plot. Moreover, a label for the x and y axis can be added with
xl="string" or yl="string". Other labels can be added with the
functions label() or labelbox(). The title can be a unicode
string or an image of a Latex formula.
```

cgrid :

```
Determines the number of grid lines for plots of complex grids.
Should be a divisor of the the matrix size minus 1 (number of
subintervals). cgrid can be a vector [cx,cy].
```

Overview

The function can plot

- expressions, call collections or functions of one variable,
- parametric curves,
- x data against y data,
- implicit functions,
- bar plots,
- complex grids,
- polygons.

If a function or expression for xv is given, plot2d() will compute values in the given range using the function or expression. The

expression must be an expression in the variable x. The range must be defined in the parameters a and b unless the default range should be used. The y-range will be computed automatically, unless c and d are specified, or a radius r, which yields the range $_{r,r}$ for x and y. For plots of functions, plot2d will use an adaptive evaluation of the function by default. To speed up the plot for complicated functions, switch this off with <adaptive, and optionally decrease the number of intervals n. Moreover, plot2d() will by default use mapping. I.e., it will compute the plot element for element. If your expression or your functions can handle a vector x, you can switch that off with <maps for faster evaluation.

Note that adaptive plots are always computed element for element. If functions or expressions for both xv and for yv are specified, plot2d() will compute a curve with the xv values as x-coordinates and the yv values as y-coordinates. In this case, a range should be defined for the parameter using xmin, xmax. Expressions contained in strings must always be expressions in the parameter variable x.