

Menggambar Grafik 2D dengan EMT

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

Basic Plots

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

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

```
>clg; // clear screen
```

Fungsi utamanya adalah untuk menghilangkan semua tampilan atau informasi yang sebelumnya muncul di layar agar layar menjadi kosong kembali.

```
>window(0,0,1024,1024); // use all of the window
```

Fungsi `window(0,0,1024,1024)` berarti menetapkan atau mengatur ukuran dan posisi jendela tampilan. Penjelasan dari fungsi tersebut:

(0,0): Ini adalah koordinat titik awal (x, y) di layar, yang biasanya merujuk ke pojok kiri atas dari layar atau jendela.

1024,1024: Ini merujuk ke lebar dan tinggi jendela dalam piksel.

```
>setplot(0,1,0,1); // set plot coordinates
```

Fungsi `setplot(0,1,0,1)` digunakan untuk menetapkan rentang atau skala koordinat dalam sebuah grafik atau plot.

Penjelasan dari fungsi tersebut:

0, 1 (untuk sumbu x): Ini berarti sumbu x dari grafik akan mulai dari nilai 0 hingga 1.

0, 1 (untuk sumbu y): Ini berarti sumbu y dari grafik akan mulai dari nilai 0 hingga 1.

```
>hold on; // start overwrite mode
```

Fungsi `hold on`; digunakan untuk mempertahankan grafik yang sudah ada, sehingga grafik baru yang ditambahkan akan ditumpuk atau ditambahkan di atas grafik yang sudah ada, tanpa menghapus atau menimpa grafik sebelumnya.

```
>n=100; X=random(n,2); Y=random(n,2); // get random points
```

Fungsi ini menghasilkan titik acak dalam bentuk koordinat (x, y) untuk digunakan dalam sebuah grafik atau analisis data.

`n=100;` Menetapkan nilai n sebagai 100. Ini berarti Anda ingin menghasilkan 100 titik acak.

`X=random(n,2);` Menghasilkan 100 titik acak untuk koordinat x. Fungsi `random(n,2)` berarti bahwa matriks X akan berukuran 100 baris dan 2 kolom. Setiap baris berisi dua angka acak, yang mewakili dua dimensi dari koordinat acak untuk setiap titik.

`Y=random(n,2);` Serupa dengan X, ini menghasilkan 100 titik acak untuk koordinat y. Fungsi `random(n,2)` di sini juga menghasilkan matriks 100 baris dan 2 kolom.

```
>colors=rgb(random(n),random(n),random(n)); // get random colors
```

Fungsi `colors=rgb(random(n),random(n),random(n));` digunakan untuk menghasilkan warna acak dengan menggunakan nilai RGB (Red, Green, Blue). Penjelasan dari fungsi diatas:

`random(n)`: Ini menghasilkan n angka acak (dalam kasus ini, 100 angka acak, karena sebelumnya `n=100`).

`rgb(random(n),random(n),random(n))`: Fungsi `rgb` menerima tiga parameter, yaitu nilai acak untuk Red (R), Green (G), dan Blue (B). Setiap parameter akan berisi daftar angka acak antara 0 dan 1 (atau 0 hingga 255 tergantung pada implementasi), yang mewakili intensitas dari masing-masing warna.

`colors`: Variabel ini akan berisi 100 warna acak yang dihasilkan oleh kombinasi acak dari nilai Red, Green, dan Blue. Setiap warna akan unik dan dibentuk dari kombinasi acak dari ketiga komponen warna tersebut.

```
>loop 1 to n; color(colors[#]); plot(X[#],Y[#]); end; // plot
```

Fungsi loop 1 to n; color(colors[]); plot(X[],Y[]); end; berarti melakukan looping atau perulangan dari 1 hingga n (yang dalam hal ini n = 100) untuk memplot titik acak dengan warna acak yang dihasilkan. Penjelasan dari fungsi diatas:

loop 1 to n; Melakukan perulangan dari angka 1 hingga n (dalam hal ini n = 100). Artinya, ada 100 iterasi.

color(colors[]); Pada setiap iterasi, fungsi ini memilih satu warna acak dari array colors yang telah dihasilkan sebelumnya. Simbol adalah indeks yang sesuai dengan iterasi saat ini, jadi pada iterasi pertama, itu adalah warna pertama, dan seterusnya.

plot(X[],Y[]); Ini memplot titik pada koordinat (X[], Y[]), di mana X[] dan Y[] masing-masing adalah nilai x dan y dari titik acak yang sudah dihasilkan sebelumnya. Simbol lagi-lagi menunjukkan indeks iterasi saat ini, sehingga setiap titik memiliki koordinat dan warna yang unik.

end; Mengakhiri loop. Setelah semua titik dari 1 hingga n selesai diplot, loop berhenti.

```
>hold off; // end overwrite mode
```

Fungsi hold off; digunakan untuk mengembalikan ke mode default, di mana grafik baru menimpa yang lama. Setelah ini, grafik berikutnya yang diplot akan menggantikan plot yang sebelumnya, bukan menambakkannya.

```
>insimg; // insert to notebook
```



Fungsi `insimg`; digunakan untuk menyisipkan gambar ke dalam notebook atau dokumen. Ini memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan grafik, plot, atau hasil visual lainnya ke dalam catatan mereka, sehingga dapat dengan mudah dilihat dan dianalisis dalam konteks yang lebih besar.

```
>reset;
```

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

Untuk menghapus semua yang kami lakukan, kami 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 sisipan di plot lain. Ini dilakukan dengan menentukan 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 memulihkan jendela penuh, dan menahan plot saat ini sementara kita memplot sisipan.

```
>plot2d("x^3-x");
```

Fungsi `plot2d("x^3-x");` dalam bahasa EMT (Ekspresi Menggunakan Tindakan) digunakan untuk memplot grafik dua dimensi dari fungsi matematika yang diberikan, dalam hal ini, fungsi

$$f(x) = x^3 - x$$

```
>xw=200; yw=100; ww=300; hw=300;
```

xw: posisi x (horizontal) dari jendela.
yw: posisi y (vertikal) dari jendela.
ww: lebar jendela.
hw: tinggi jendela.

```
>ow=window();
```

Menyimpan referensi ke jendela saat ini dalam variabel ow. Ini berguna untuk mengembalikan ke jendela ini nanti.

```
>window(xw,yw,xw+ww,yw+hw);
```

Mengatur jendela baru dengan posisi (xw, yw) sebagai sudut kiri atas dan (xw+ww, yw+hw) sebagai sudut kanan bawah, berdasarkan nilai yang telah didefinisikan.

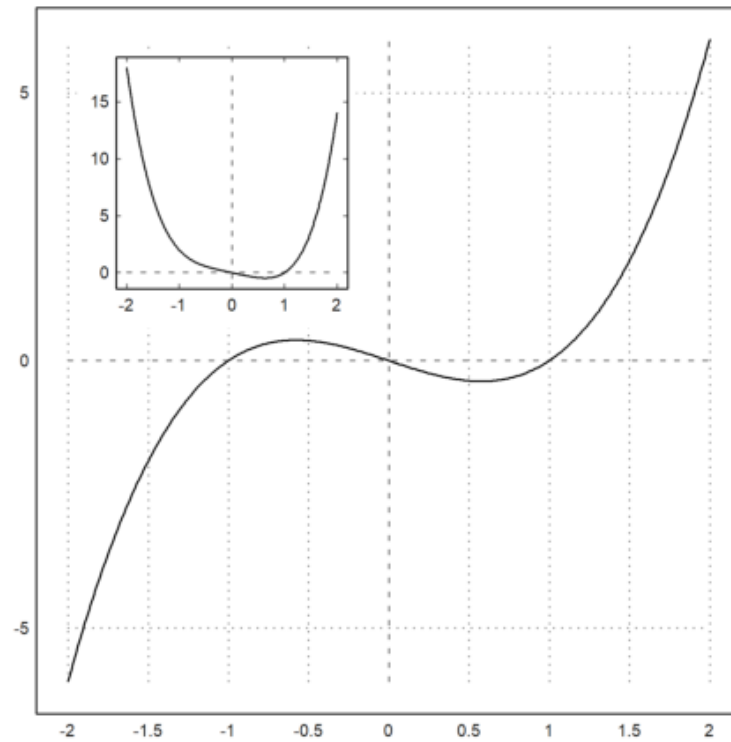
```
>hold on;
```

Mengaktifkan mode penambahan, sehingga grafik berikutnya akan ditambahkan di atas grafik yang ada tanpa menghapusnya.

```
>barclear(xw-50,yw-10,ww+60,ww+60);
```

Menghapus atau mengosongkan area grafik di sekitar koordinat yang ditentukan. Ini akan menghapus area berbentuk persegi panjang di jendela yang ditentukan oleh parameter yang diberikan.

```
>plot2d("x^4-x",grid=6):
```



Memplot grafik dua dimensi dari fungsi

$$f(x) = x^4 - 4$$

dengan grid yang diatur pada tingkat 6, yang memberikan tampilan lebih terstruktur pada grafik.

```
>hold off;
```

Fungsi hold off; digunakan untuk mengakhiri mode penambahan grafik. Ini berarti bahwa setelah perintah ini, grafik atau plot baru yang dibuat akan menimpa grafik yang ada sebelumnya, bukan menambahkannya.

```
>window(ow);
```

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

Aspek Plot

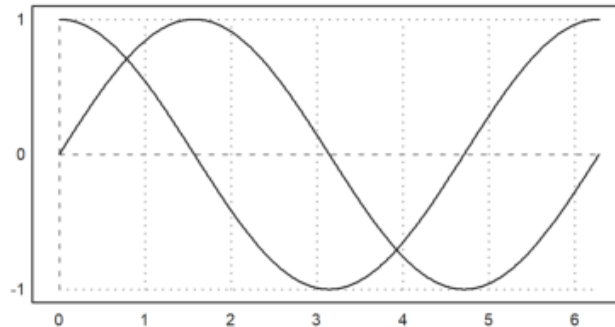
Plot default menggunakan jendela plot persegi. Anda dapat mengubahnya dengan fungsi `aspect()`. Jangan lupa untuk mengatur ulang aspek nanti. Anda juga dapat mengubah default ini di menu dengan "Set Aspect" ke rasio aspek tertentu atau ke ukuran jendela grafis saat ini.

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

```
>aspect(2); // rasio panjang dan lebar 2:1
```

Fungsi ini mengatur rasio aspek dari grafik yang akan dibuat. Dengan parameter 2, rasio panjang dan lebar grafik akan menjadi 2:1. Ini berarti lebar grafik akan dua kali lipat dari tingginya, yang dapat membantu dalam memperjelas visualisasi fungsi yang memiliki rentang nilai yang lebih lebar.

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



```
>aspect();
```

Fungsi `aspect()`; tanpa parameter biasanya digunakan untuk mengembalikan rasio aspek grafik ke pengaturan default.

```
>reset;
```

Fungsi `reset()` mengembalikan default plot termasuk rasio aspek.

Plot 2D di Euler

EMT Math Toolbox memiliki plot dalam 2D, baik untuk data maupun fungsi. EMT menggunakan fungsi `plot2d`. Fungsi ini dapat memplot fungsi dan data.

Dimungkinkan untuk memplot di Maxima menggunakan Gnuplot atau di Python menggunakan Math Plot Lib.

Euler dapat memplot plot 2D dari

- ekspresi
- fungsi, variabel, atau kurva parameter,
- vektor nilai xy ,
- awan titik di pesawat,
- kurva implisit dengan level atau area level.
- Fungsi kompleks

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

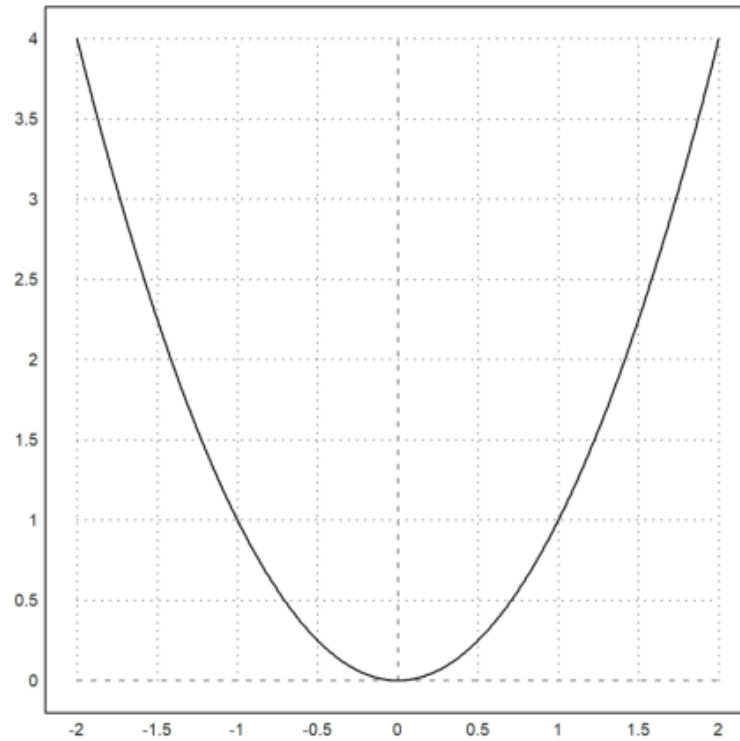
Plot Ekspresi atau Variabel

Satu ekspresi dalam "x" (misalnya " $4x^2$ ") atau nama fungsi (misalnya "f") menghasilkan grafik fungsi.

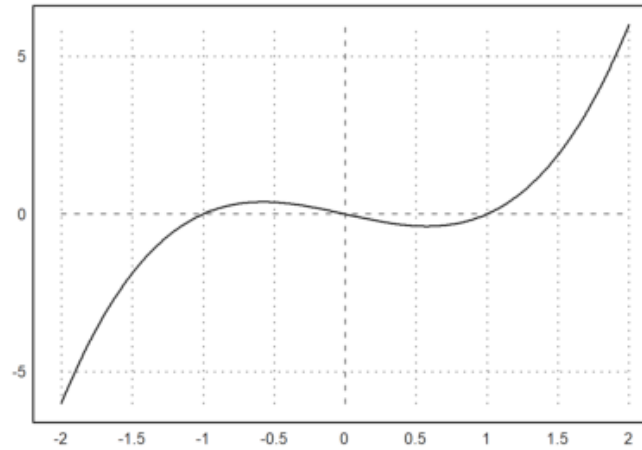
Berikut adalah contoh paling dasar, yang menggunakan rentang default dan mengatur y-range yang tepat agar sesuai dengan plot fungsi.

Catatan: Jika 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.

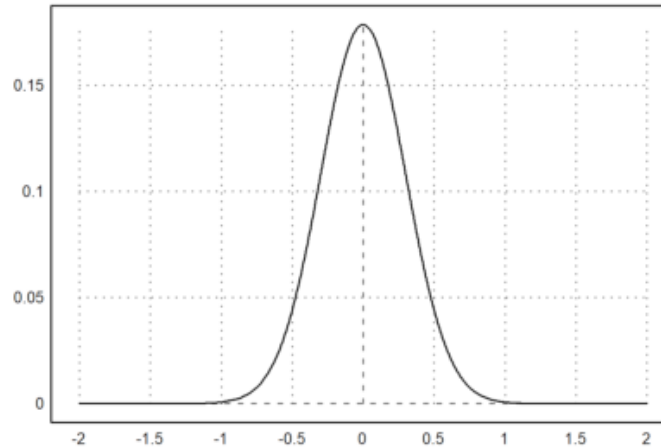
```
>plot2d("x^2"):
```



```
>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
```

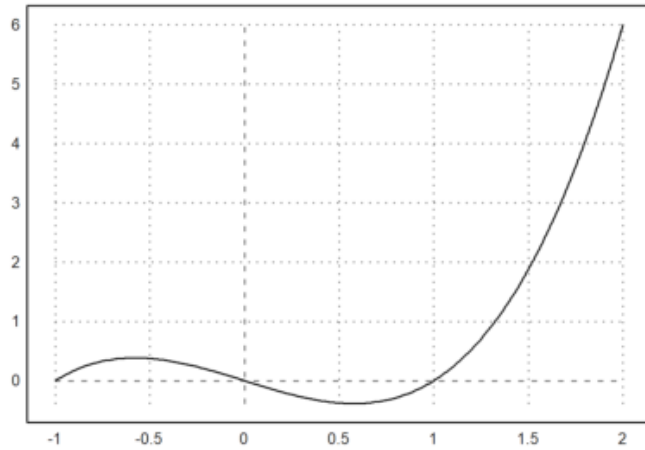


Dari beberapa contoh sebelumnya Anda dapat melihat bahwa aslinya gambar plot menggunakan sumbu X dengan rentang nilai dari -2 sampai dengan 2. Untuk mengubah rentang nilai X dan Y, Anda dapat menambahkan nilai-nilai batas X (dan Y) di belakang ekspresi yang digambar.

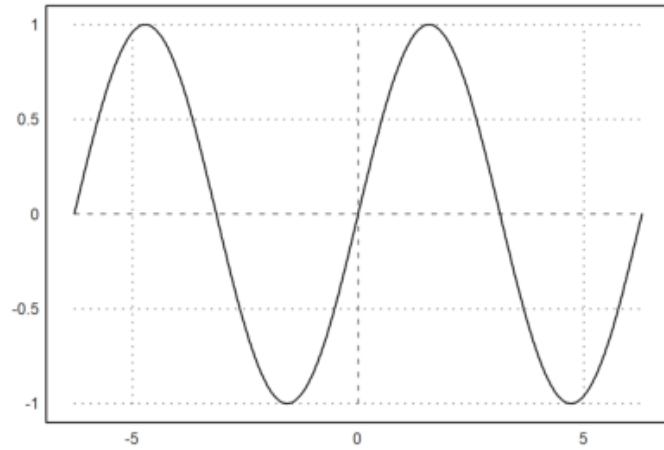
Rentang plot diatur dengan parameter yang ditetapkan berikut

- a,b: X-range (default -2,2)
- c,d: jrange-y (default: skala dengan nilai)
- r: atau jari-jari di sekitar pusat plot
- cx,cy: koordinat pusat plot (default 0,0)

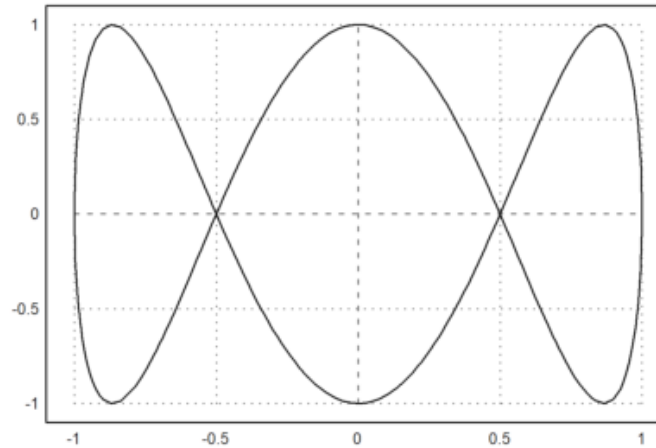
```
>plot2d("x^3-x",-1,2):
```

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



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



Alternatif untuk titik dua adalah perintah `insimg(lines)`, yang menyisipkan plot yang menempati sejumlah baris teks tertentu.

Dalam opsi, plot dapat diatur untuk muncul

- di jendela terpisah yang dapat diubah ukurannya,
- di jendela buku catatan.

Lebih banyak gaya dapat dicapai dengan perintah plot tertentu.

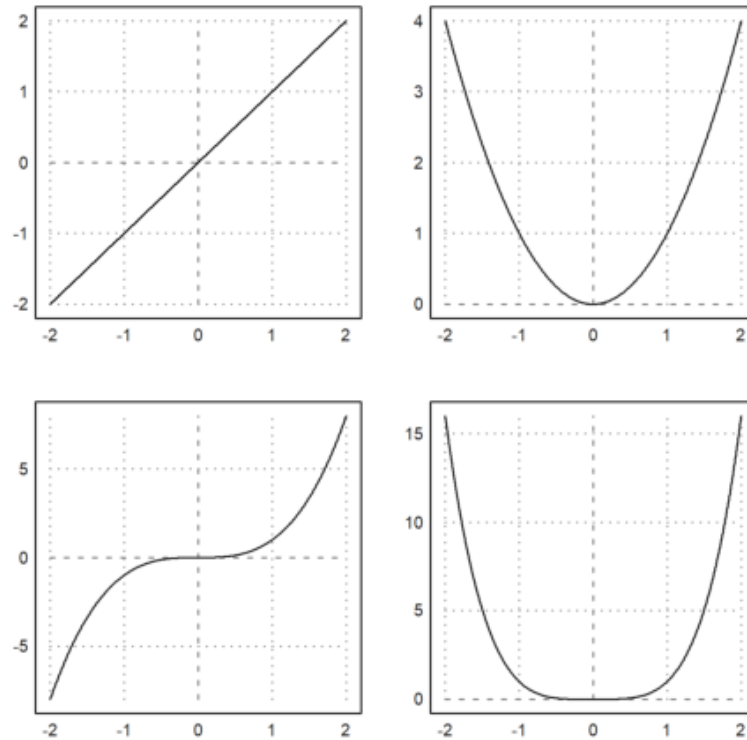
Bagaimanapun, tekan tombol tabulator untuk melihat plotnya, jika tersembunyi.

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

```
>reset;  
>figure(2,2); ...
```

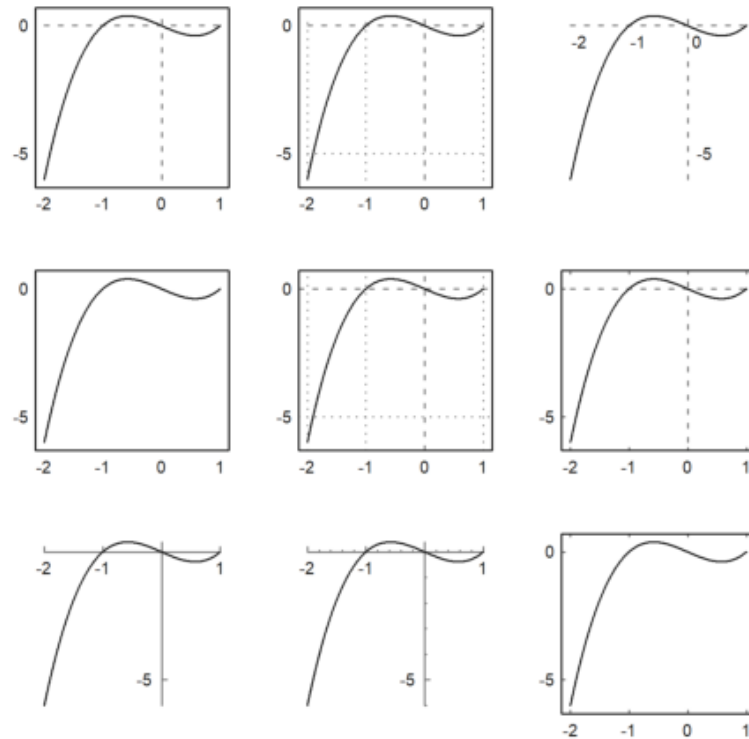
Fungsi `figure(2,2)`; digunakan untuk mengatur ukuran jendela grafik baru menjadi 2 x 2, yang memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan grafik dengan cara yang terorganisir dan jelas.

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



Di `plot2d()`, ada gaya alternatif yang tersedia dengan `grid=x`. Untuk gambaran umum, kami menunjukkan berbagai gaya kisi dalam satu gambar (lihat di bawah untuk perintah `figure()`). Grid gaya `grid = 0` tidak disertakan. Ini tidak menunjukkan kisi dan tidak ada bingkai.

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

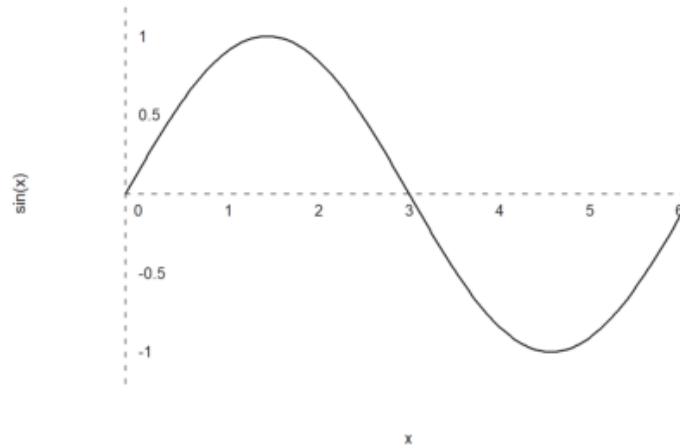


Jika argumen untuk `plot2d()` adalah ekspresi diikuti oleh empat angka, angka-angka ini adalah rentang x dan y untuk plot.

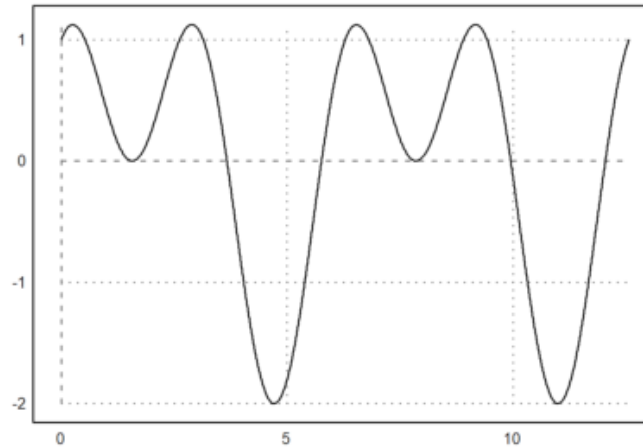
Atau, a , b , c , d dapat ditentukan sebagai parameter yang ditetapkan sebagai $a=\dots$ dll.

Dalam contoh berikut, kita mengubah gaya kisi, 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):
```

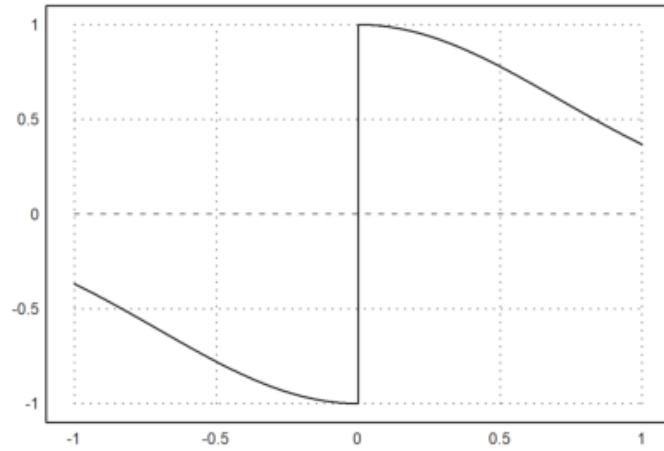


Gambar yang dihasilkan dengan memasukkan plot ke dalam jendela teks disimpan di direktori yang sama dengan buku catatan, secara default di subdirektori bernama "images". Mereka juga digunakan oleh ekspor HTML.

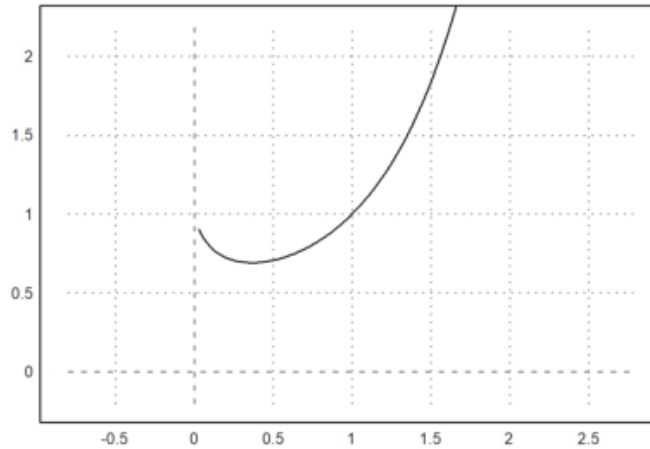
Anda cukup menandai gambar apa pun dan menyalinnya ke clipboard dengan Ctrl-C. Tentu saja, Anda juga dapat mengekspor grafik saat ini dengan fungsi di menu File.

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

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

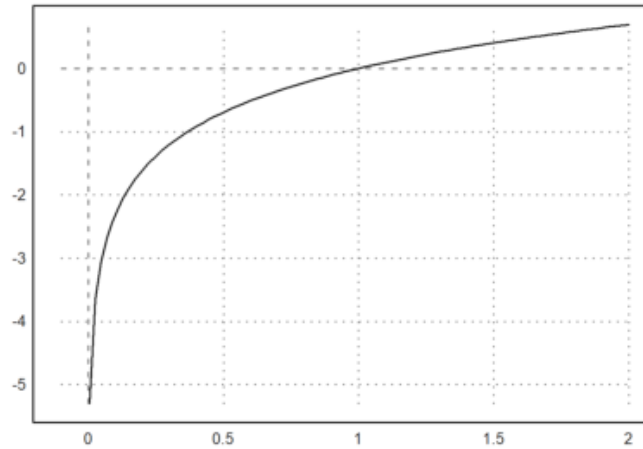


```
>plot2d("x^x",r=1.2,cx=1,cy=1):
```

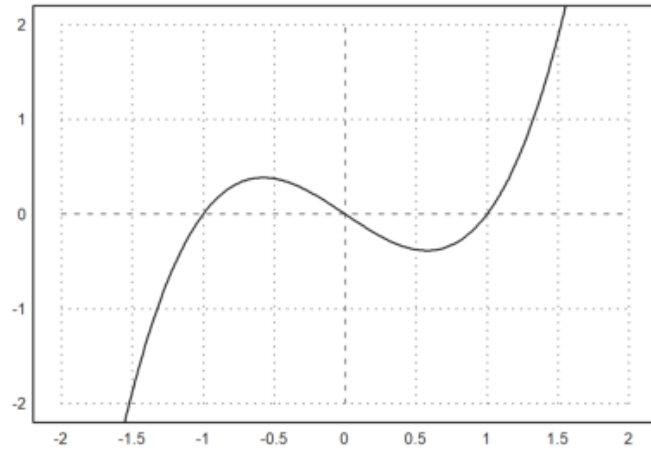
Perhatikan bahwa x^x tidak didefinisikan untuk $x \leq 0$. Fungsi `plot2d` menangkap kesalahan ini, dan mulai merencanakan segera setelah fungsi ditentukan. Ini berfungsi untuk semua fungsi yang mengembalikan NAN di luar jangkauan definisi mereka.

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

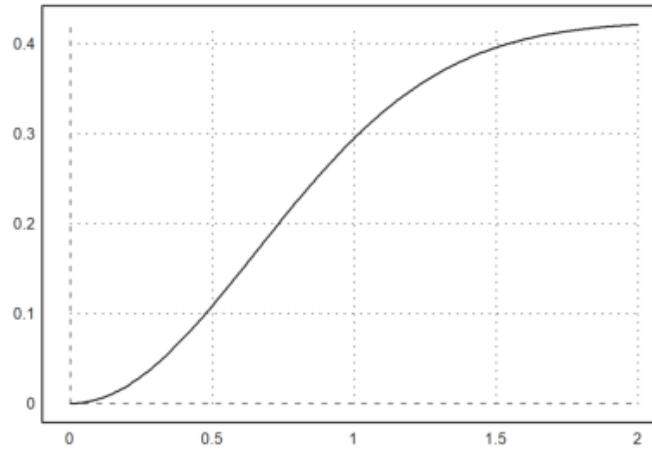


Parameter `square=true` (atau `>square`) memilih jrange-y secara otomatis sehingga hasilnya adalah jendela plot persegi. Perhatikan bahwa secara default, Euler menggunakan ruang persegi di dalam jendela plot.

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

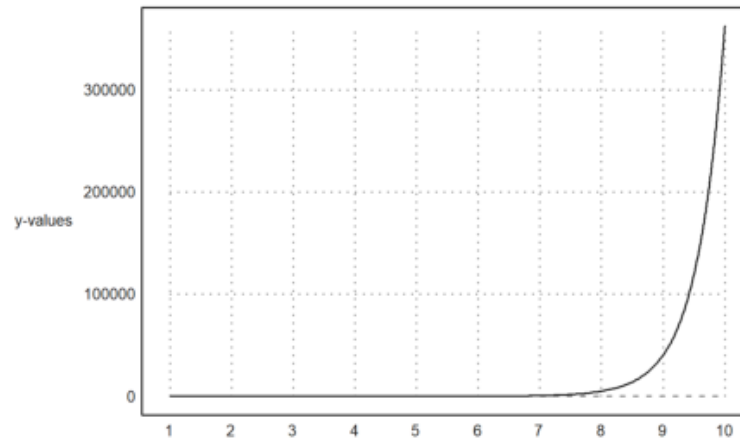


```
>plot2d(''integrate("sin(x)*exp(-x^2)",0,x)'',0,2): // plot integral
```



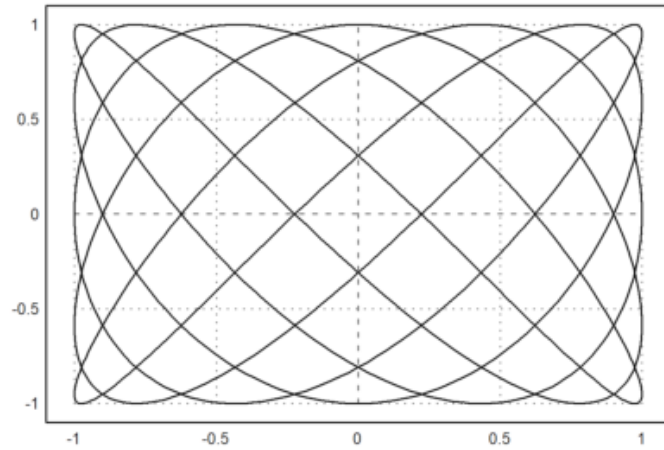
Jika Anda membutuhkan lebih banyak ruang untuk label-y, panggil `shrinkwindow()` dengan parameter yang lebih kecil, atau atur nilai positif untuk "smaller" di `plot2d()`.

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

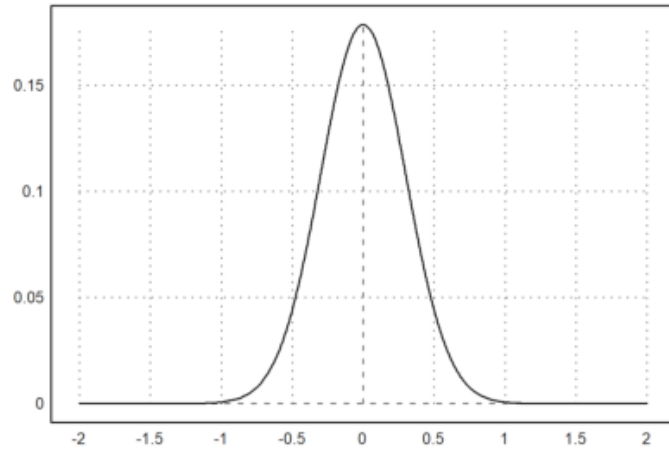


Symbolic expressions can also be used, since they are stored as simple string expressions.

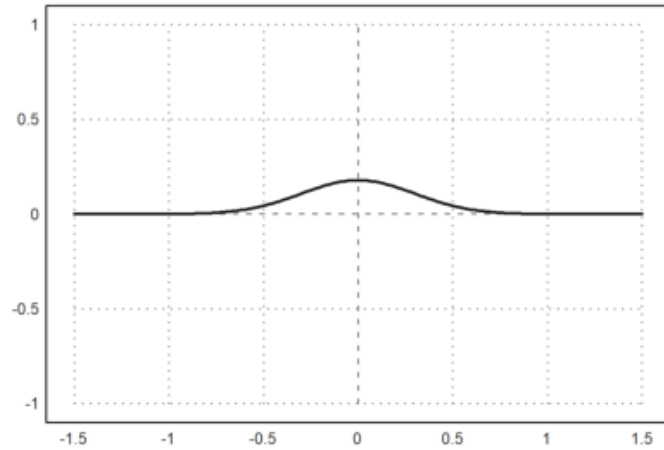
```
>x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(5x),cos(7x)):
```



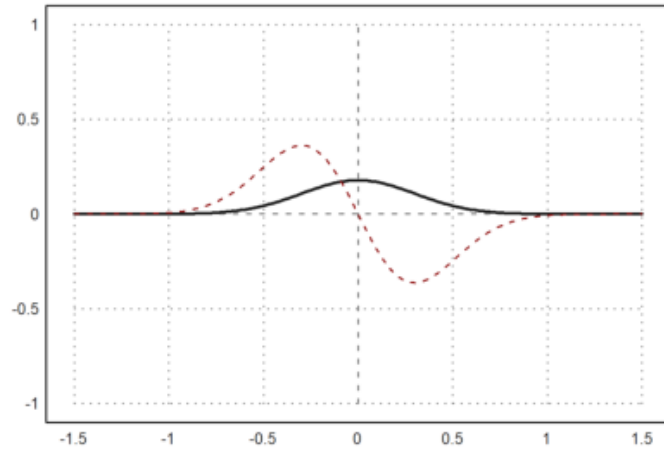
```
>a:=5.6; expr &= exp(-a*x^2)/a; // define expression  
>plot2d(expr,-2,2): // plot from -2 to 2
```



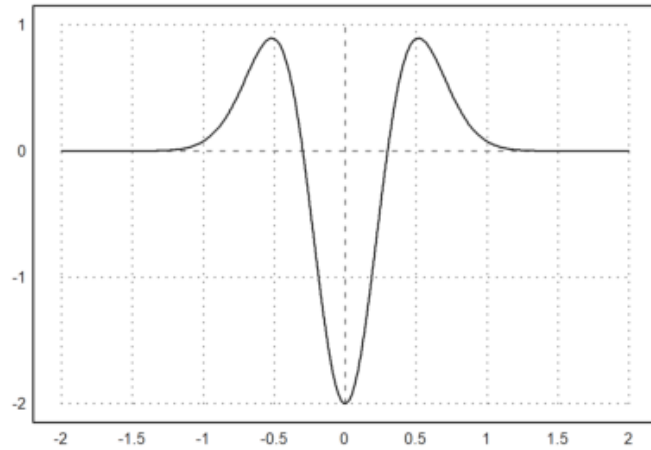
```
>plot2d(expr,r=1,thickness=2): // plot in a square around (0,0)
```



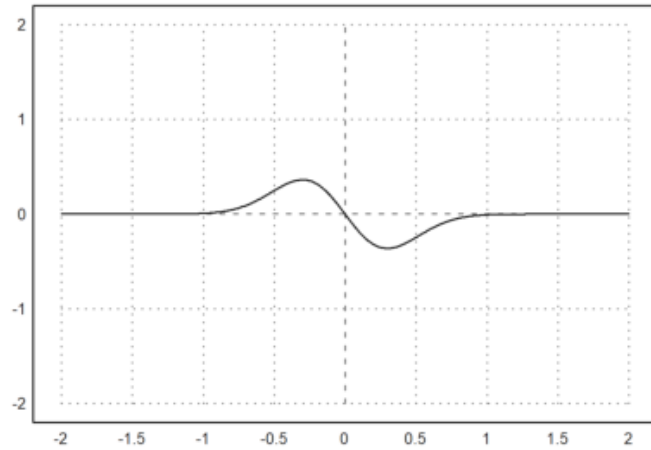
```
>plot2d(&diff(expr,x),>add,style="--",color=red): // add another plot
```

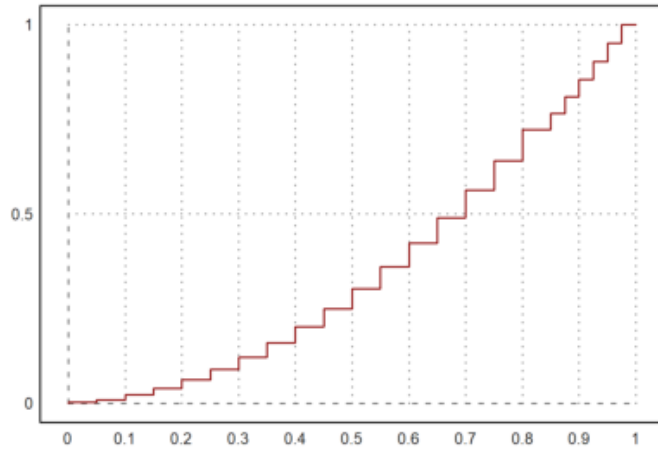
```
>plot2d(&diff(expr,x,2),a=-2,b=2,c=-2,d=1): // plot in rectangle
```



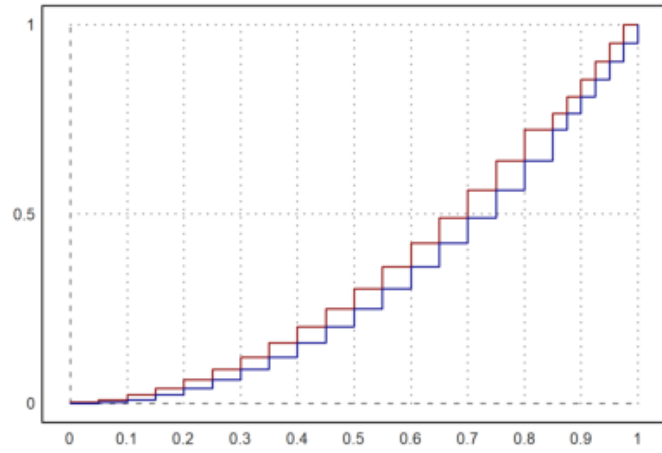
```
>plot2d(&diff(expr,x),a=-2,b=2,>square): // keep plot square
```



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



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

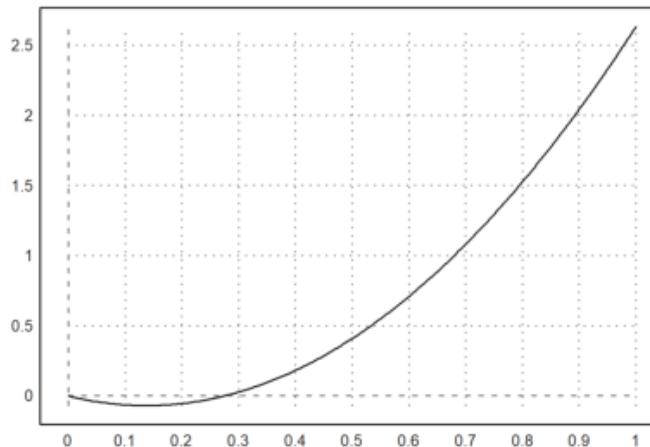


Fungsi dalam satu Parameter

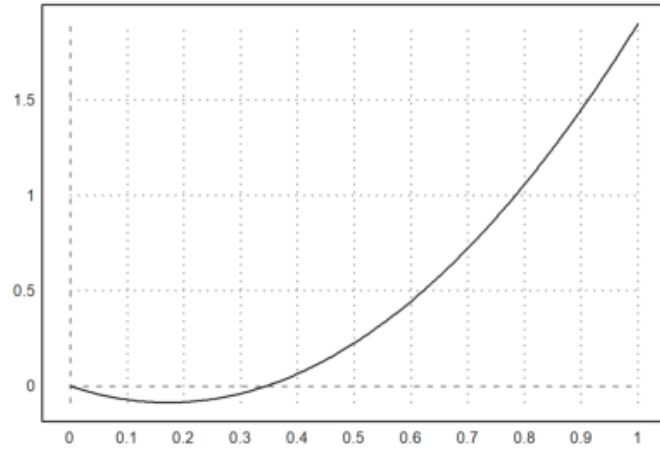
Fungsi plot yang paling penting untuk plot planar adalah `plot2d()`. Fungsi ini diimplementasikan dalam bahasa Euler dalam file "plot.e", yang dimuat di awal program.

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

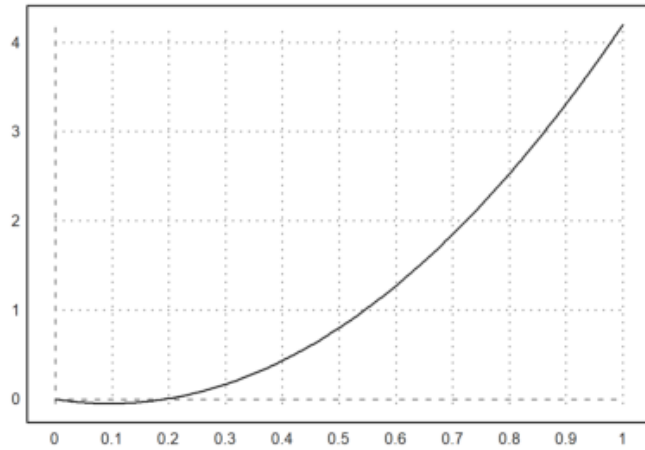
```
>function f(x,a) := x^2/a+a*x^2-x; // define a function  
>a=0.3; plot2d("f",0,1;a): // plot with a=0.3
```



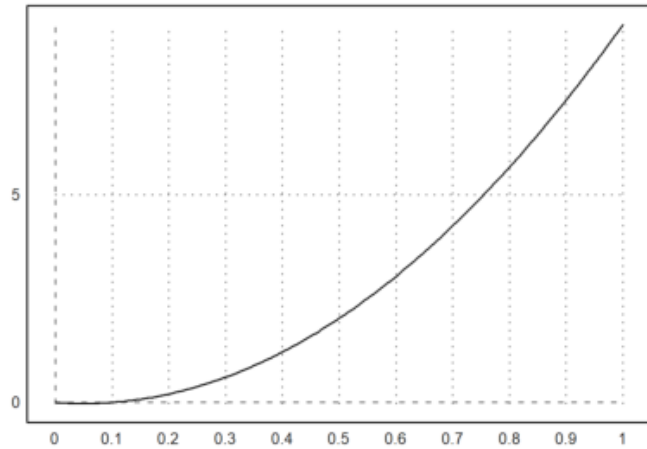
```
>plot2d("f",0,1;0.4): // plot with a=0.4
```



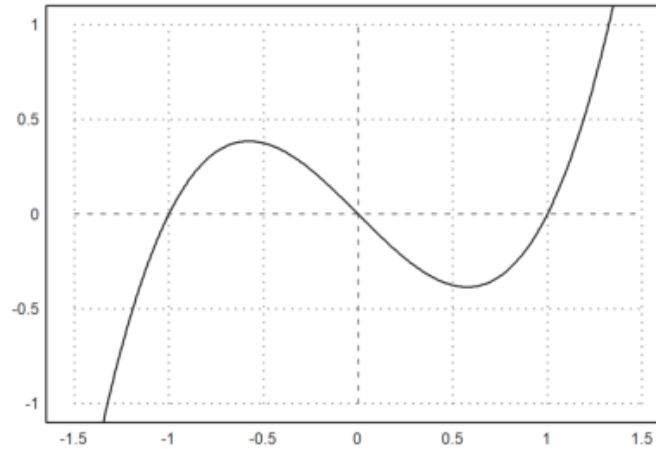
```
>plot2d({"f",0.2}),0,1): // plot with a=0.2
```



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

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



Berikut adalah ringkasan fungsi yang diterima

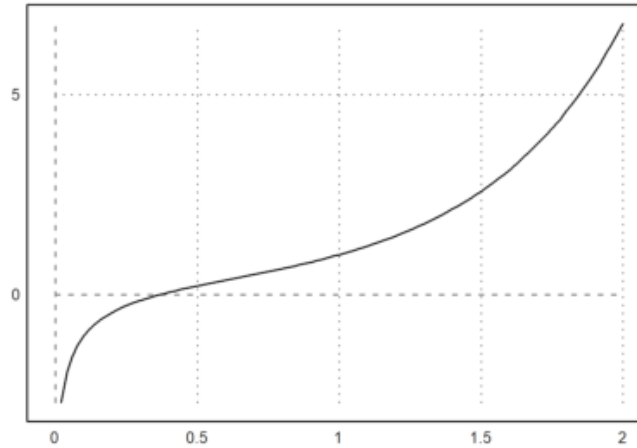
- ekspresi atau ekspresi simbolis dalam x
- fungsi atau fungsi simbolis dengan nama sebagai "f"
- fungsi simbolis hanya dengan nama f

Fungsi `plot2d()` juga menerima fungsi simbolis. Untuk fungsi simbolis, nama saja berfungsi.

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

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

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

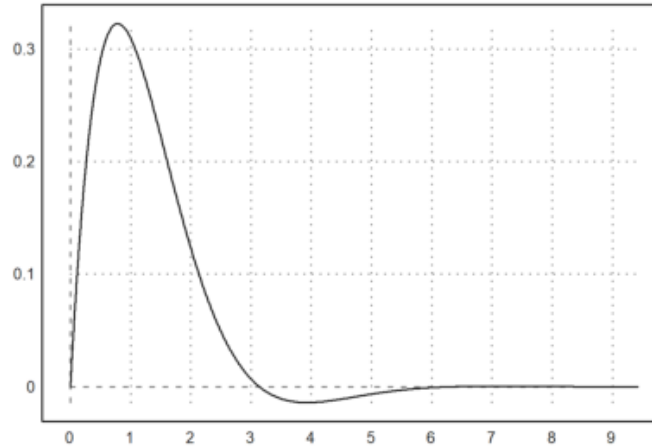


Tentu saja, untuk ekspresi atau ekspresi simbolis, nama variabel sudah cukup untuk memplotnya.

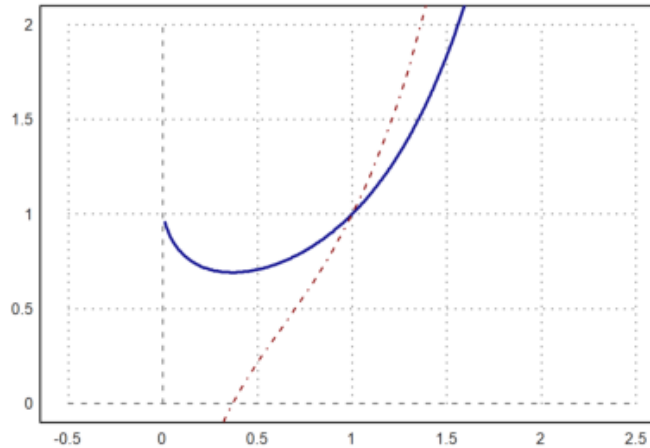
```
>expr &= sin(x)*exp(-x)
```

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

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



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



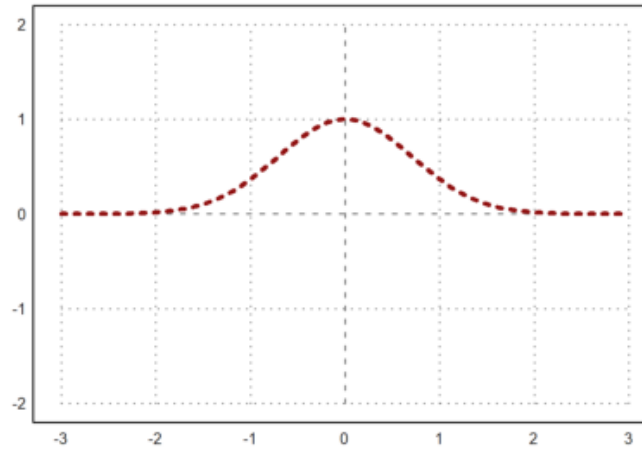
Untuk gaya garis ada berbagai opsi.

- style="...". Pilih dari "-", "_", "-.", ".", ".-", "-.-".
- color: Lihat di bawah untuk warna.
- ketebalan: Defaultnya adalah 1.

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

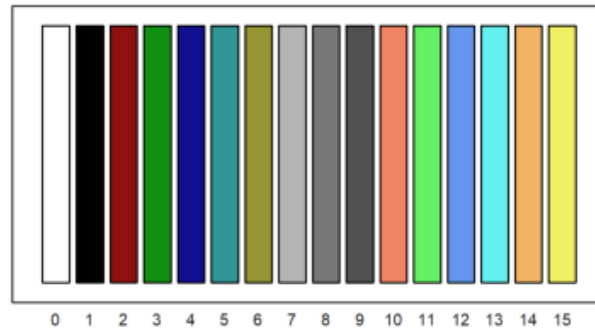
- 0..15: indeks warna default.
- Konstanta warna: putih, hitam, merah, hijau, biru, cyan, zaitun, abu-abu muda, abu-abu, abu-abu gelap, oranye, hijau muda, pirus, biru muda, oranye muda, kuning
- RGB(Merah,Hijau,Biru): Parameter adalah real di [0,1].

```
>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):
```



Kode ini mengatur rasio aspek grafik menjadi 2:1 dan kemudian membuat diagram kolom dengan 16 kolom yang memiliki tinggi sama (1), setiap kolom diberi label dari 0 hingga 15 dan diwarnai dengan variasi warna. Grafik ini akan memiliki tampilan yang rapi dan terorganisir tanpa garis grid di latar belakang.

fungsi `aspect(2)`; mengatur rasio aspek grafik menjadi 2:1, yang berarti lebar grafik akan dua kali lipat dari tingginya.

`columnsplo`: Fungsi ini digunakan untuk membuat diagram kolom (bar chart) dari data yang diberikan.

`ones(1,16)`: Membuat vektor baris yang berisi 16 elemen, semua bernilai 1. Ini berarti semua kolom akan memiliki tinggi yang sama (1).

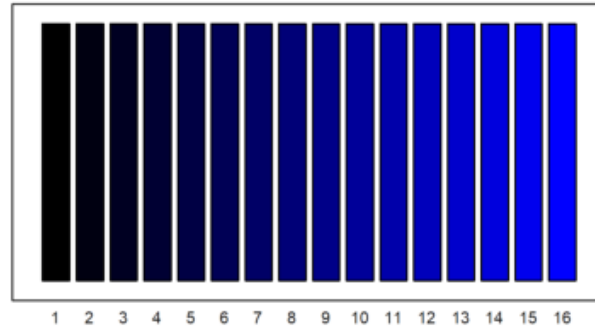
`lab=0:15`: Menetapkan label untuk sumbu x dari kolom, mulai dari 0 hingga 15, yang akan menjadi label untuk setiap kolom.

`grid=0`: Mengatur grid pada plot menjadi tidak ada. Ini berarti tidak akan ada garis grid yang ditampilkan di latar belakang.

`color=0:15`: Mengatur warna kolom dengan menggunakan skala warna dari 0 hingga 15, sehingga setiap kolom dapat memiliki warna yang berbeda.

Tapi Anda bisa menggunakan warna apa saja.

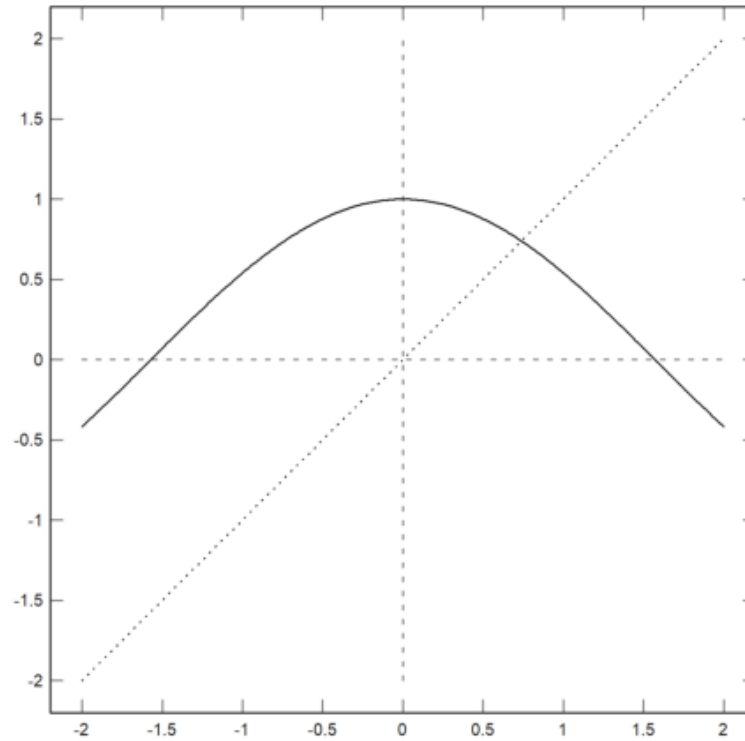
```
>columnsplot(ones(1,16),grid=0,color=rgb(0,0,linspace(0,1,15))):
```



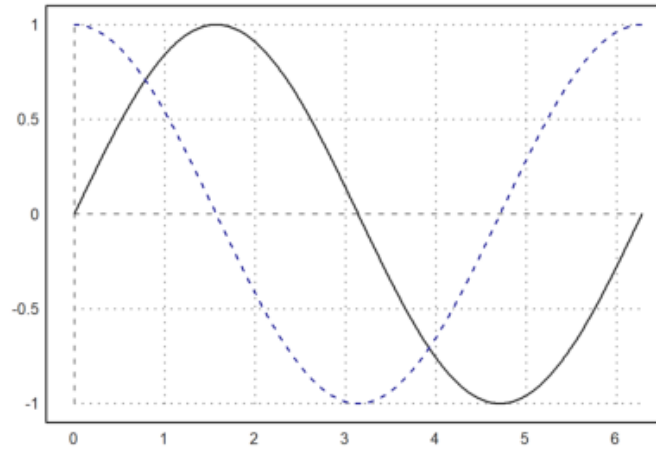
Menggambar Beberapa Kurva pada bidang koordinat yang sama

Plot lebih dari satu fungsi (beberapa fungsi) ke dalam satu jendela dapat dilakukan dengan cara yang berbeda. Salah satu metode adalah 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):
```

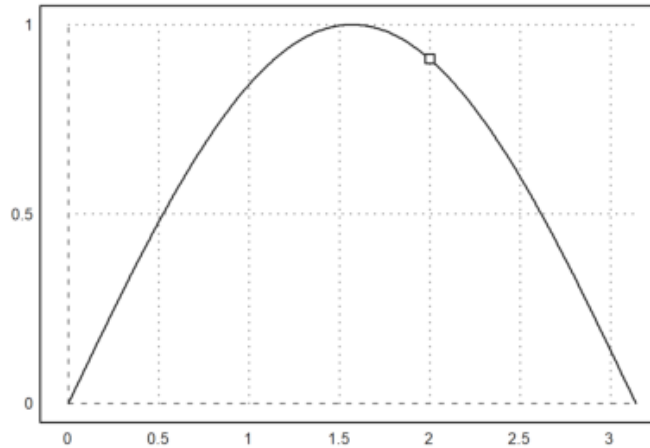


```
>aspect(1.5); plot2d("sin(x)",0,2pi); plot2d("cos(x)",color=blue,style="--",>add):
```



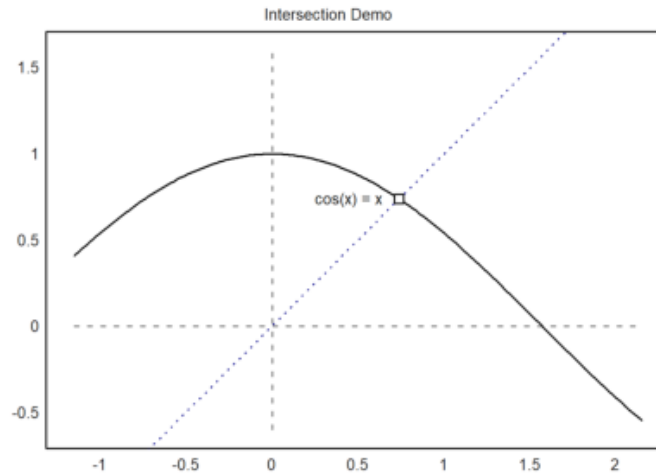
Salah satu kegunaan `>add` adalah untuk menambahkan titik pada kurva.

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



Kami menambahkan titik persimpangan dengan label (pada posisi "cl" untuk kiri tengah), dan memasukkan hasilnya ke dalam buku catatan. 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 memplot fungsi $\text{sinc}(x) = \sin(x)/x$ 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 bendera (`>add`), yang membuat plot menggunakan rentang sebelumnya.

Kami menambahkan kotak label yang menjelaskan fungsinya.

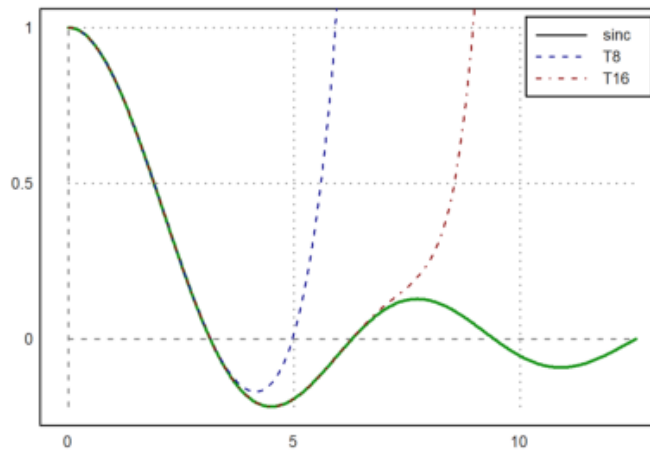
```
>$taylor(sin(x)/x,x,0,4)
```

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

```

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

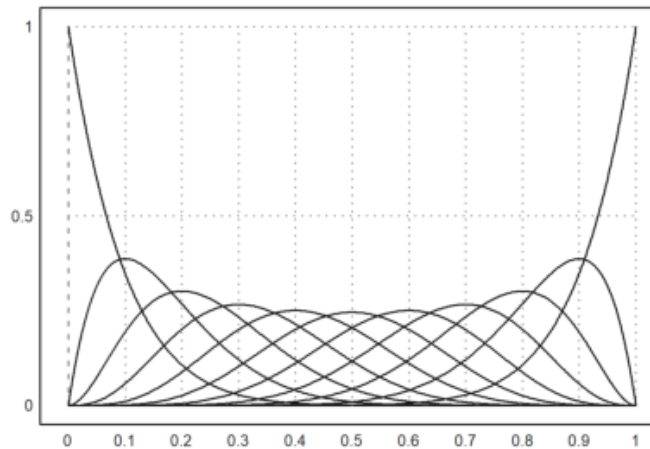
```



Dalam contoh berikut, kami menghasilkan Bernstein-Polynomial.

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

```
>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;
```



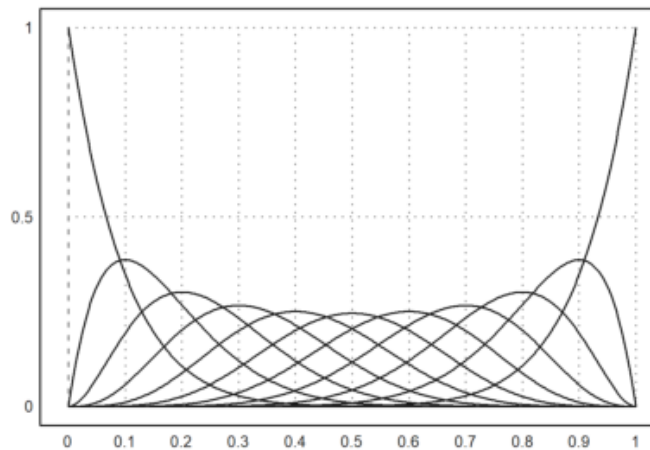
Metode kedua adalah menggunakan sepasang matriks nilai-x dan matriks nilai-y dengan ukuran yang sama.

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

```
>x=linspace(0,1,500);
```

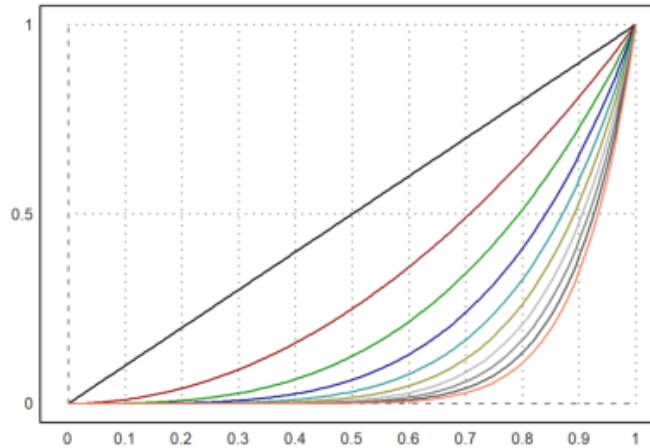
Fungsi ini akan menghasilkan vektor x yang berisi 500 titik yang terdistribusi secara merata antara 0 dan 1, siap untuk digunakan dalam analisis atau pemrograman lebih lanjut.

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



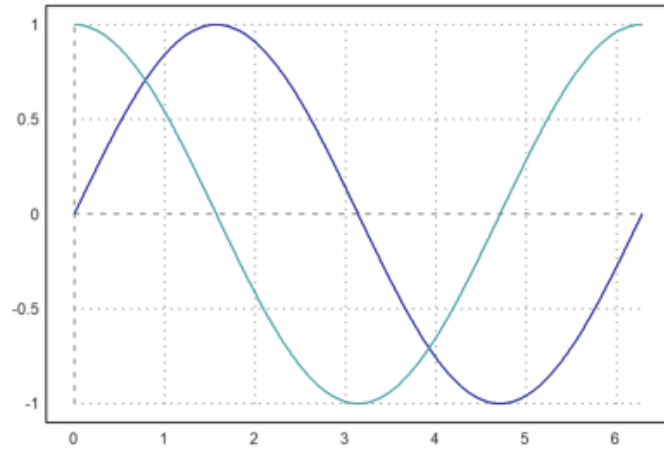
Perhatikan bahwa parameter warna dapat berupa vektor. Kemudian setiap warna digunakan untuk setiap baris matriks.

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

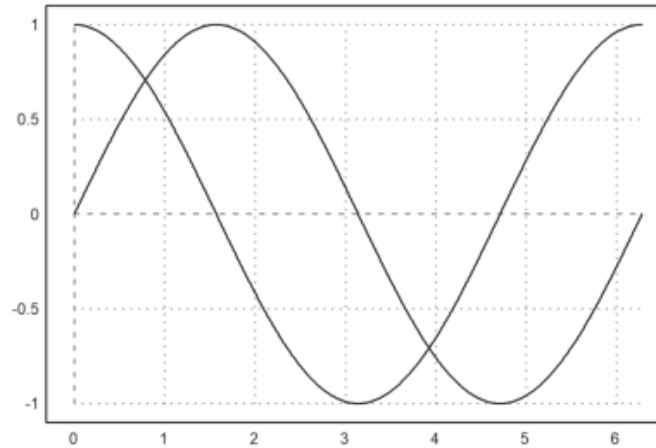



Metode lain adalah menggunakan vektor ekspresi (string). Anda kemudian dapat menggunakan array warna, array gaya, dan array ketebalan dengan panjang yang sama.

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



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



We can get such a vector from Maxima using `makelist()` and `mxm2str()`.

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

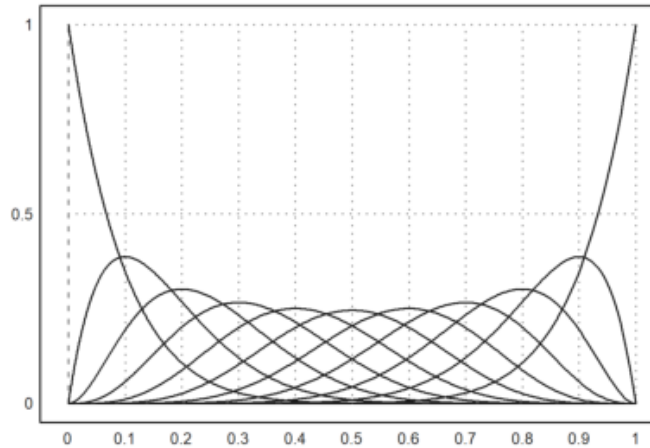
```

      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
```

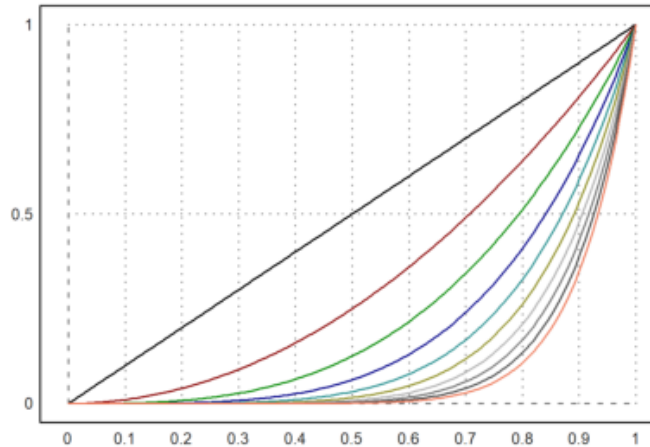


Alternatif lain adalah menggunakan bahasa matriks Euler.

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, itu akan digunakan untuk setiap baris plot.

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

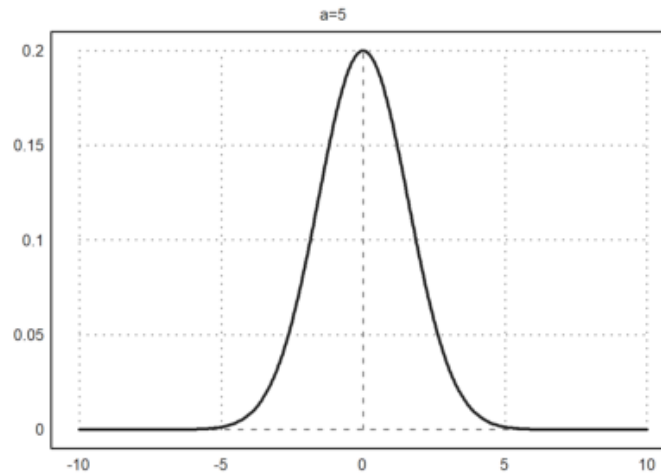


Ekspresi dan fungsi satu baris dapat melihat variabel global.

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

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

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



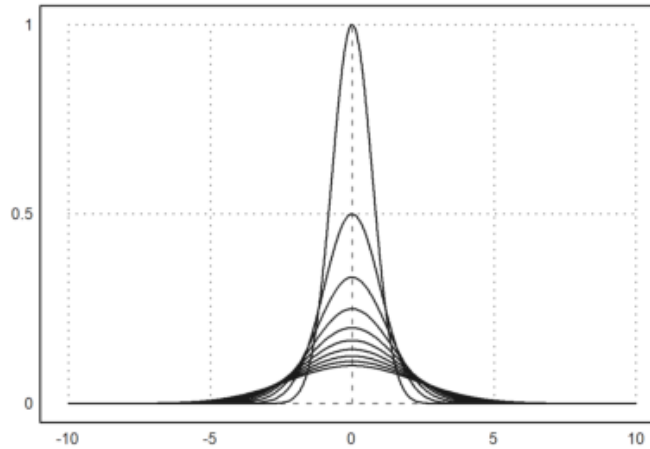
Ekspresi dan fungsi satu baris dapat melihat variabel global. Atau, gunakan koleksi dengan nama fungsi dan semua parameter tambahan. Daftar khusus ini disebut koleksi panggilan, dan itu adalah cara yang lebih disukai untuk meneruskan argumen ke fungsi yang dengan sendirinya diteruskan sebagai argumen ke fungsi lain.

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

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

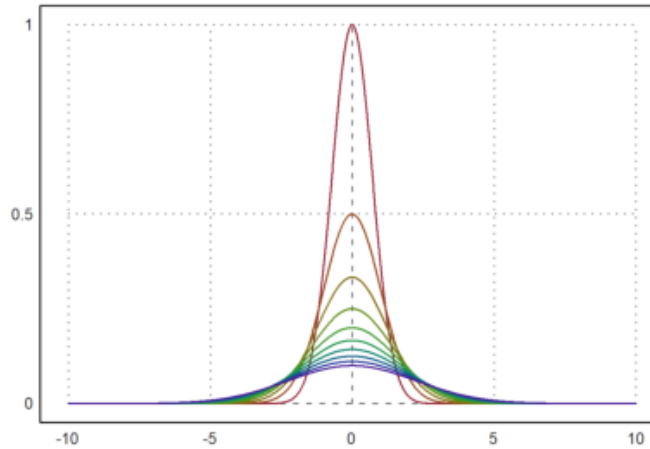
Berhati-hatilah, untuk menempatkan semua parameter yang ditetapkan ke akhir perintah plot2d. Dalam contoh kita meneruskan `a=5` ke fungsi `f`, yang kita plot dari -10 hingga 10.

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



Kita dapat mencapai hasil yang sama dengan cara berikut menggunakan bahasa matriks EMT. Setiap baris matriks $f(x,a)$ adalah satu fungsi. 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),color=getspectral(a/10)):
```

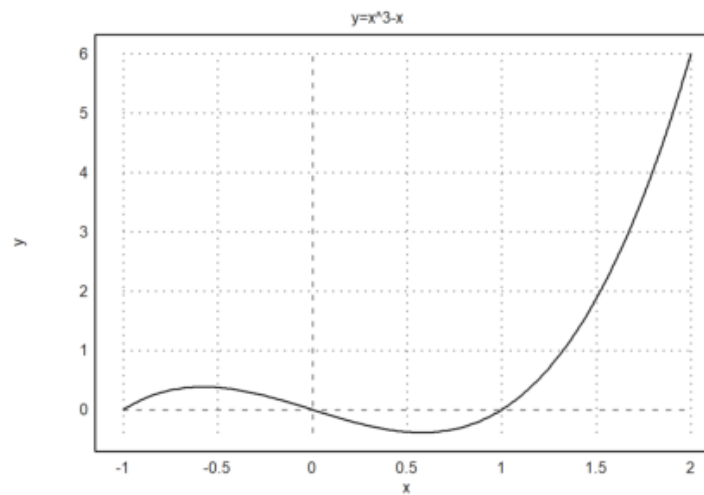
Label Teks

Dekorasi sederhana bisa

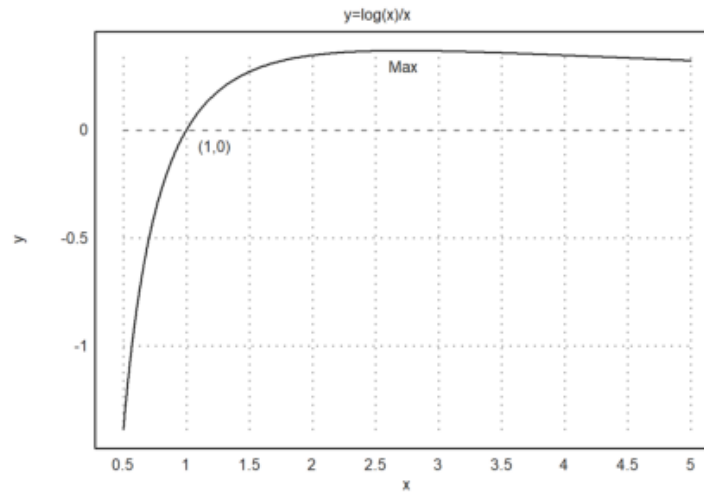
- judul dengan `title="..."`
- label x dan y dengan `xl="..."`, `yl="..."`
- label teks lain dengan `label("...",x,y)`

Perintah label akan memplot ke dalam plot saat ini pada koordinat plot (x,y). Itu bisa mengambil argumen posisional.

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

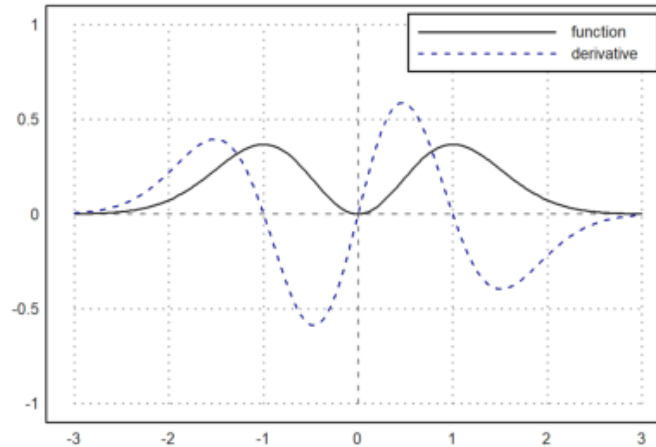


```
>expr := "log(x)/x"; ...
> plot2d(expr,0.5,5,title="y="+expr,xl="x",yl="y"); ...
> label("(1,0)",1,0); label("Max",E,expr(E),pos="lc"):
```



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

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

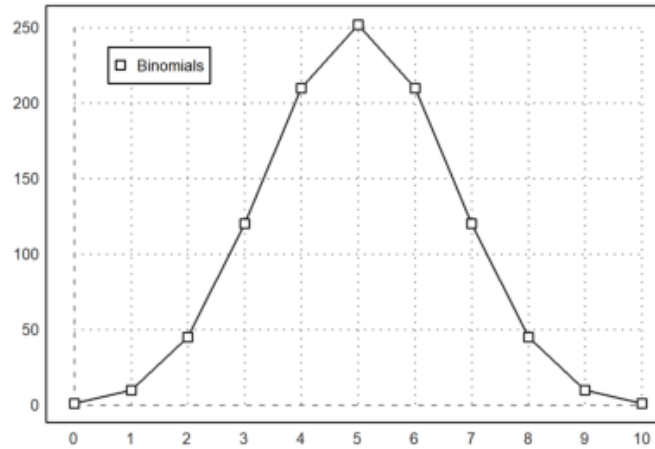


Kotak ini ditambatkan di kanan atas secara default, tetapi >kiri menambatkan di kiri atas. Anda dapat memindahkannya ke tempat mana pun yang Anda suka. Posisi jangkar adalah sudut kanan atas kotak, dan angkanya adalah pecahan dari ukuran jendela grafis. Lebarnya otomatis.

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

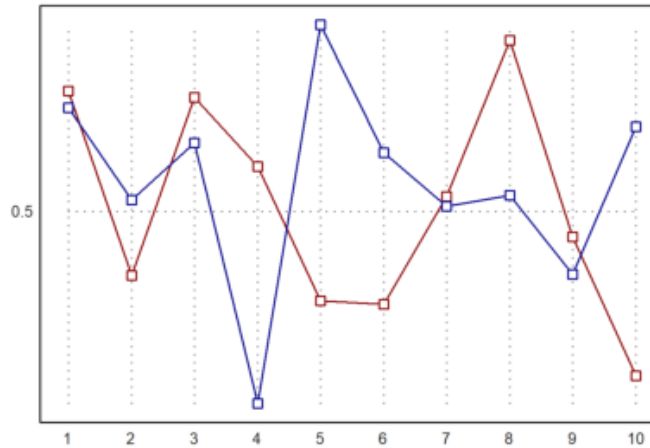
Dalam contoh berikut, hanya ada satu fungsi. Jadi kita bisa menggunakan string alih-alih vektor string. Kami mengatur warna teks menjadi hitam untuk contoh ini.

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



Gaya plot ini juga tersedia di `statplot()`. Seperti pada `plot2d()` warna dapat diatur untuk setiap baris plot. Ada lebih banyak plot khusus untuk tujuan statistik (lihat tutorial tentang statistik).

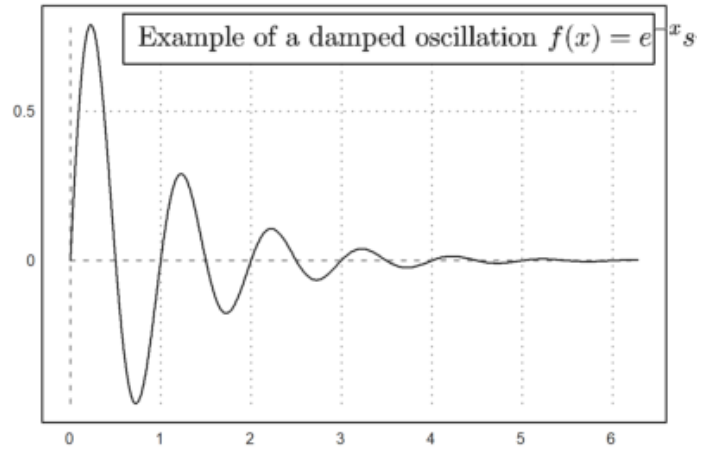
```
>statplot(1:10,random(2,10),color=[red,blue]):
```



Fitur serupa adalah fungsi `textbox()`.

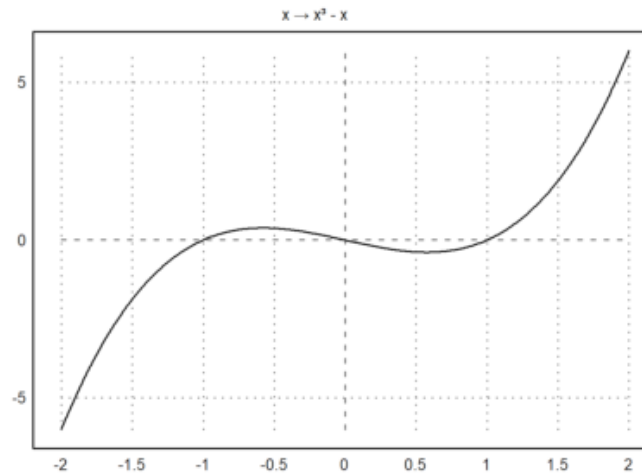
Lebar secara default adalah lebar maksimum baris teks. Tapi itu bisa diatur oleh pengguna juga.

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



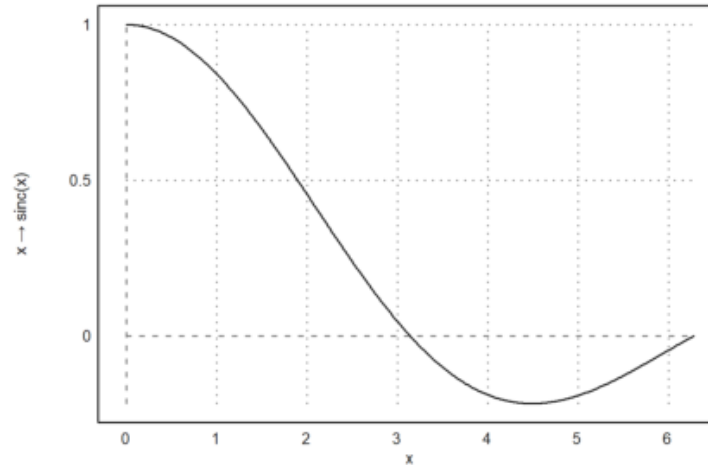
Label teks, judul, kotak label, dan teks lainnya dapat berisi string Unicode (lihat sintaks EMT untuk selengkapnya tentang string Unicode).

```
>plot2d("x^3-x",title=u"x \rarr; x3 - x"):
```



Label pada sumbu x dan y dapat vertikal, serta sumbu.

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

****Getah**

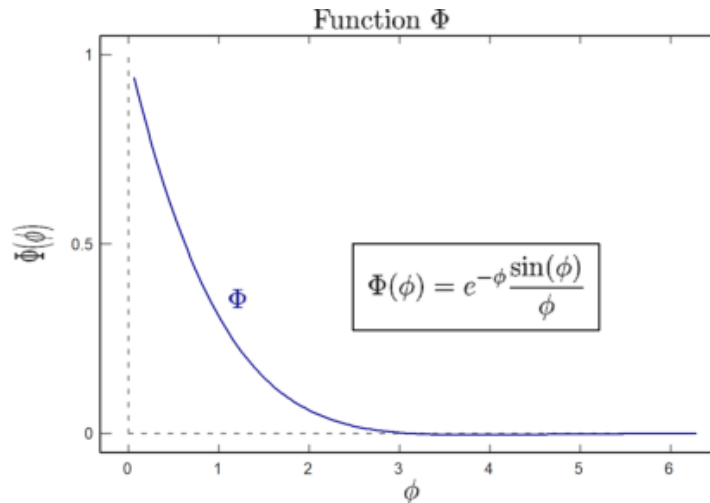
Anda juga dapat memplot rumus LaTeX jika Anda telah menginstal sistem LaTeX. Saya merekomendasikan MiKTeX. Jalur ke biner "latex" dan "dvi2png" harus berada di jalur sistem, atau Anda harus mengatur LaTeX di menu opsi.

Perhatikan, penguraian 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).

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

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

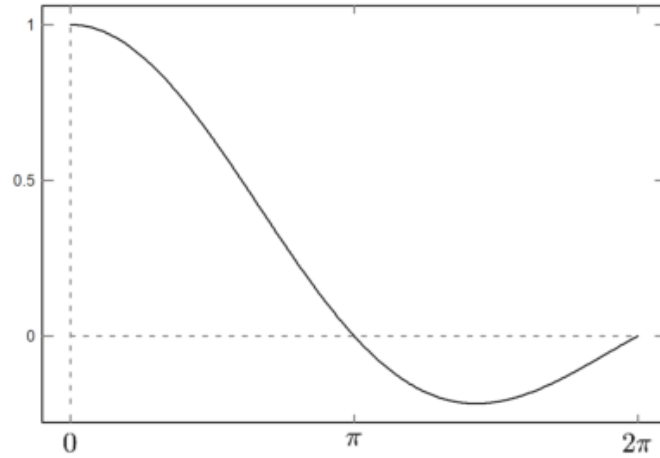
```
>label(latex("\Phi",color=blue),1,0.4):
```



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

Cara termudah adalah dengan melakukan plot kosong dengan bingkai menggunakan `grid=4`, dan kemudian menambahkan kisi 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,2pi],["0","\pi","2\pi"],>latex):
```



Tentu saja, fungsi juga dapat digunakan.

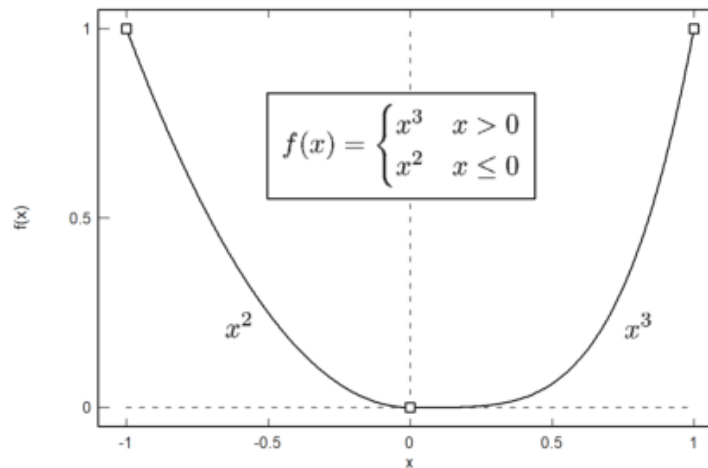
```
>function map f(x) ...
```

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

Parameter "peta" membantu menggunakan fungsi untuk vektor. Untuk plot, itu tidak perlu. Tetapi untuk menunjukkan bahwa vektorisasi berguna, kami menambahkan beberapa poin kunci ke plot pada $x=-1$, $x=0$ dan $x=1$.

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

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



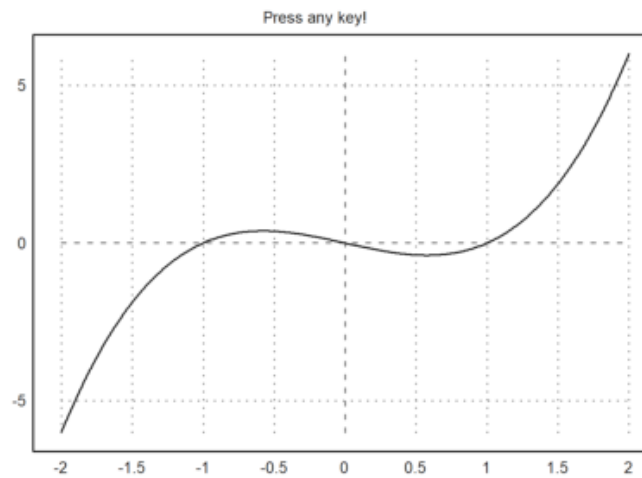
Saat memplot fungsi atau ekspresi, parameter `>user` memungkinkan pengguna untuk memperbesar dan menggeser plot dengan tombol kursor atau mouse. Pengguna dapat

- memperbesar dengan `+` atau `-`
- Pindahkan plot dengan tombol kursor
- Pilih jendela plot dengan mouse
- Setel ulang tampilan dengan spasi
- keluar dengan pengembalian

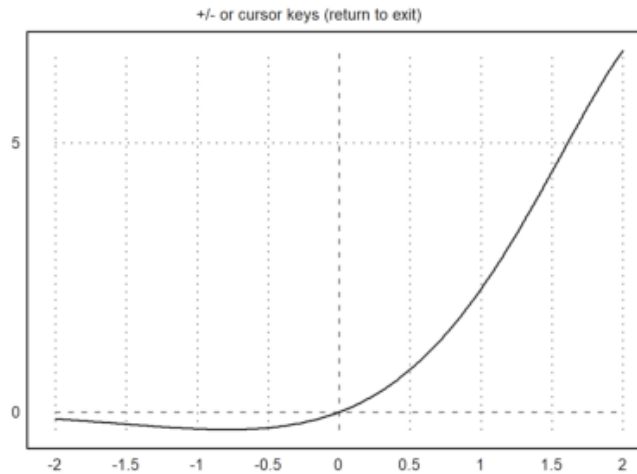
Tombol spasi akan mengatur ulang plot ke jendela plot asli.

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

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



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



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

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

Kita membutuhkan fungsi plot terlebih dahulu. Sebagai contoh, kita melakukan interpolasi dalam 5 titik dengan polinomial. Fungsi harus diplot ke dalam 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
```

```

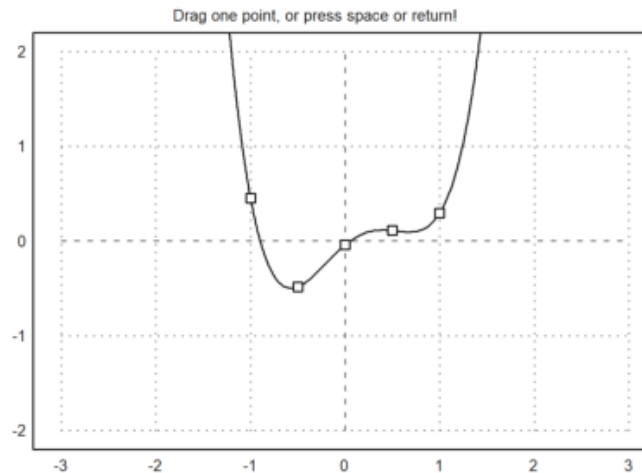
    plot2d(xp[select],yp[select],color=red,>points,>add);
endif;
title("Drag one point, or press space or return!");
endfunction

```

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-nilai secara global.

Sekarang kita menghasilkan beberapa nilai acak, dan biarkan pengguna menyeret titik-titiknya.

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



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

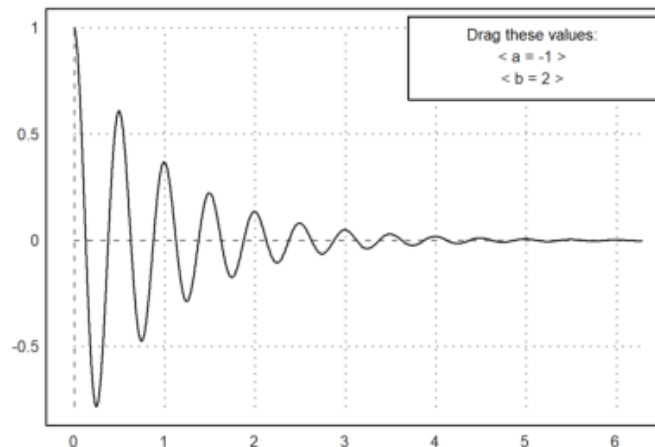
Pertama kita membutuhkan fungsi plot.

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

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

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):
```



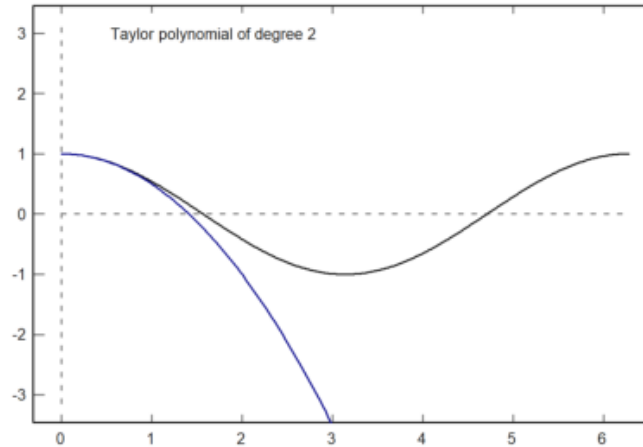
Dimungkinkan untuk membatasi nilai yang diseret ke bilangan bulat. Sebagai contoh, kita menulis fungsi plot, yang memplot polinomial Taylor derajat n ke fungsi kosinus.

```
>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 membiarkan derajat n bervariasi dari 0 hingga 20 dalam 20 pemberhentian. Hasil dari dragvalues() digunakan untuk memplot sketsa dengan n ini, dan untuk memasukkan plot ke dalam buku catatan.

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



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

```
>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 kutu sumbu otomatis dan menambahkan label ke setiap centang. Ini dapat diubah dengan parameter grid. Gaya default sumbu dan label dapat dimodifikasi. Selain itu, label dan judul dapat ditambahkan secara manual. Untuk mengatur ulang ke gaya default, gunakan `reset()`.

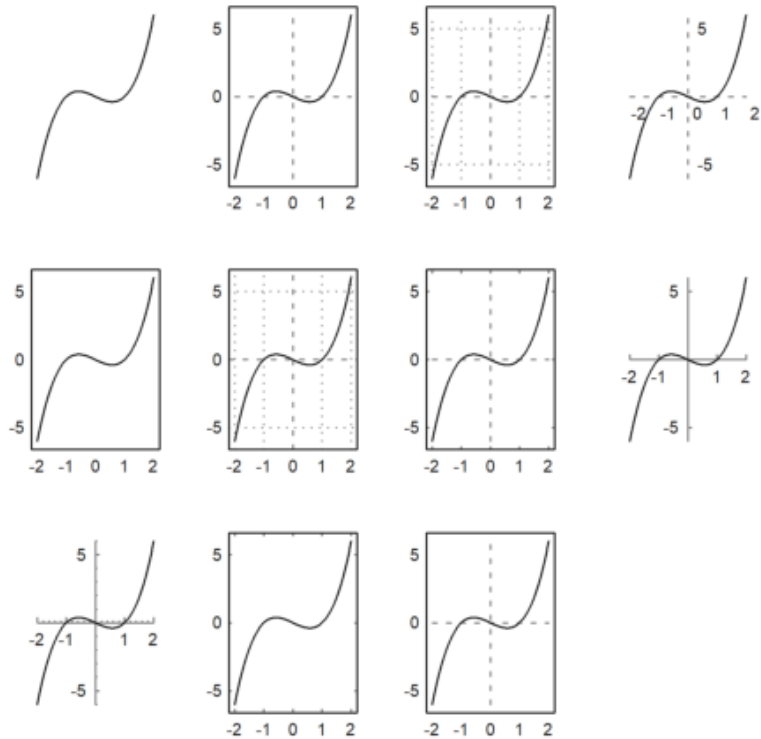
```
>aspect();  
>figure(3,4); ...  
> figure(1); plot2d("x^3-x",grid=0); ... // no grid, frame or axis
```

Tidak ada tampilan bingkai dan sumbu

```
> figure(2); plot2d("x^3-x",grid=1); ... // x-y-axis
```

Terdapat sumbu x-y

```
> 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):
```



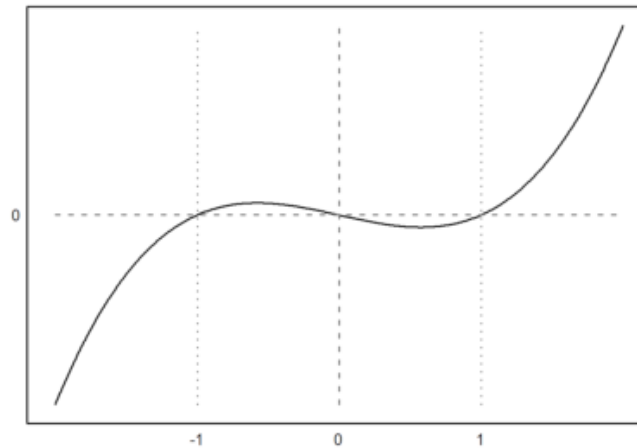
Parameter `<frame` mematikan bingkai, dan `framecolor=blue` mengatur bingkai ke warna biru.

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

```

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

```

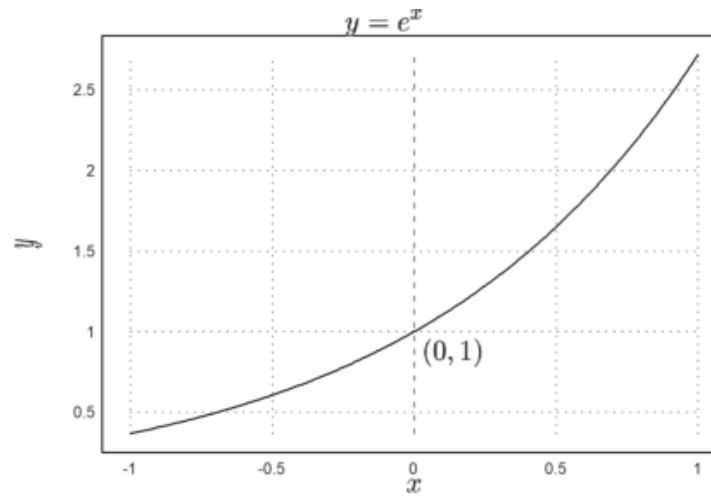


Untuk judul plot dan label sumbu, lihat contoh berikut.

```

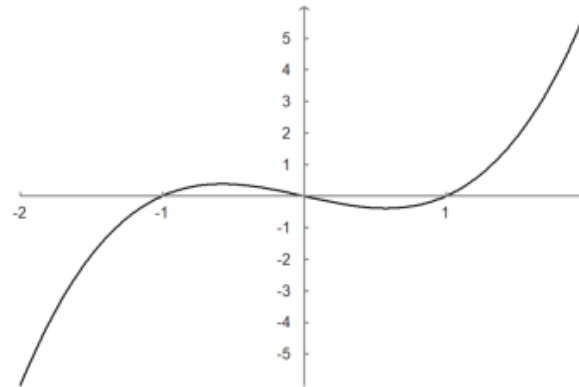
>plot2d("exp(x)",-1,1);
>textcolor(black); // set the text color to black
>title(latex("y=e^x")); // title above the plot
>xlabel(latex("x")); // "x" for x-axis
>ylabel(latex("y"),>vertical); // vertical "y" for y-axis
>label(latex("(0,1)"),0,1,color=blue): // label a point

```



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

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

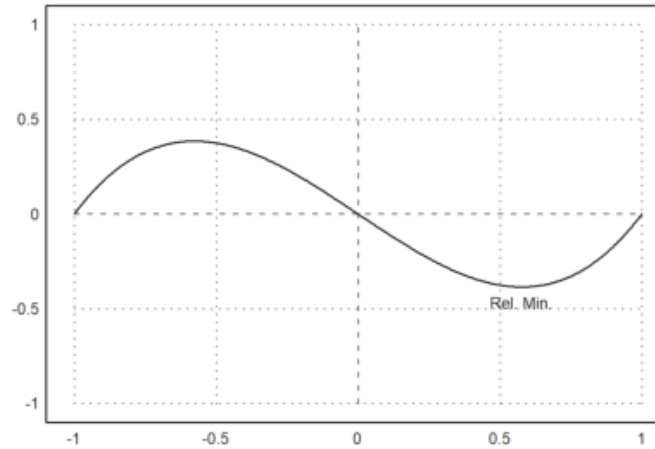



Teks pada plot dapat diatur dengan `label()`. Dalam contoh berikut, "lc" berarti pusat bawah. Ini mengatur posisi label relatif terhadap koordinat plot.

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

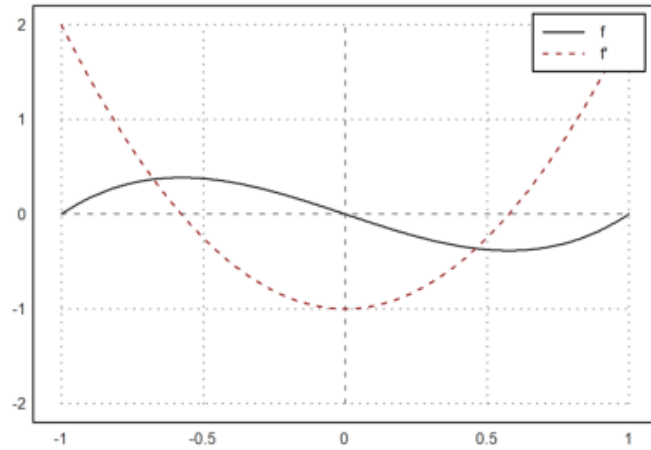
$$x^3 - x$$

```
>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
```

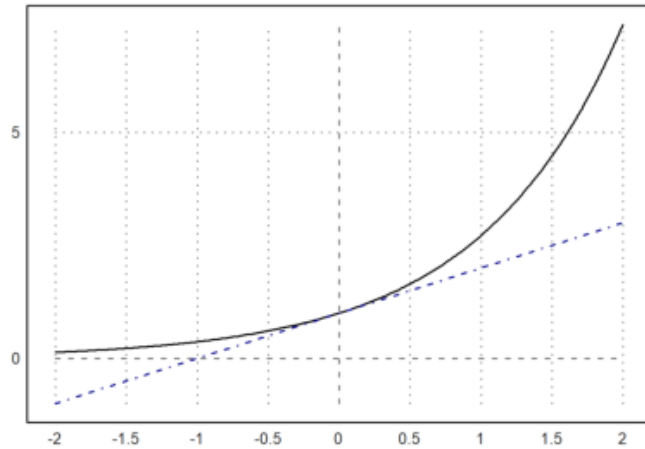


Ada juga kotak teks.

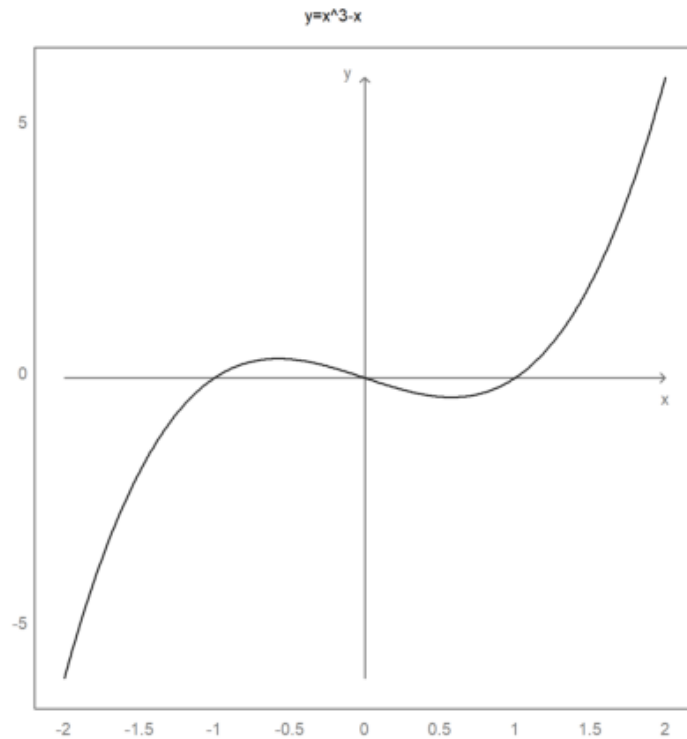
```
>plot2d(&f(x),-1,1,-2,2); // function
>plot2d(&diff(f(x),x),>add,style="--",color=red); // derivative
>labelbox(["f","f'"],["-","--"],[black,red]): // label box
```



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



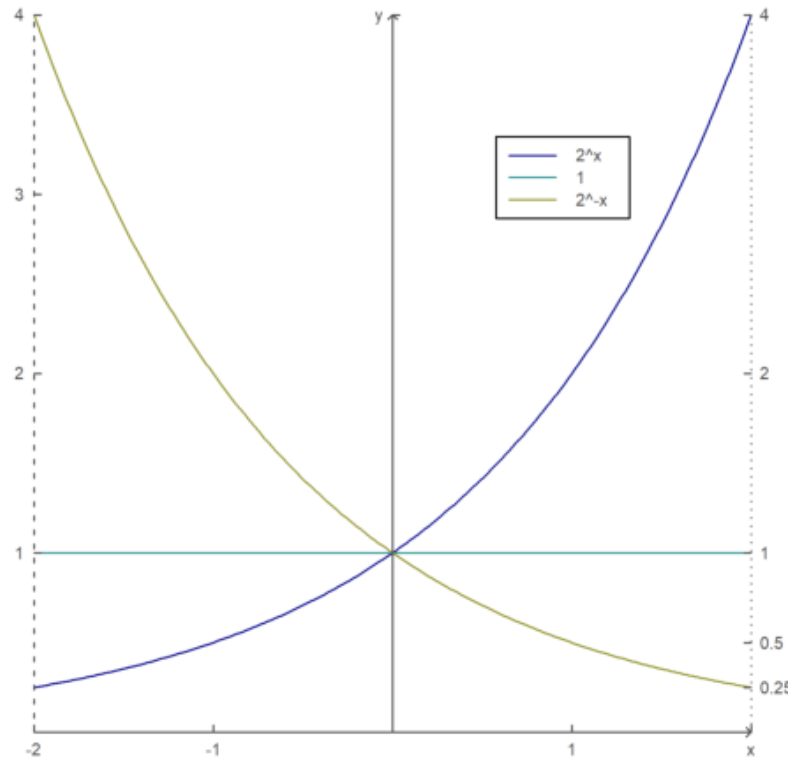
```
> gridstyle("->", color=gray, textcolor=gray, framecolor=gray); ...  
> plot2d("x^3-x", grid=1); ...  
> settitle("y=x^3-x", color=black); ...  
> label("x", 2, 0, pos="bc", color=gray); ...  
> label("y", 0, 6, pos="cl", color=gray); ...  
> reset():
```



Untuk kontrol yang lebih baik, 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.

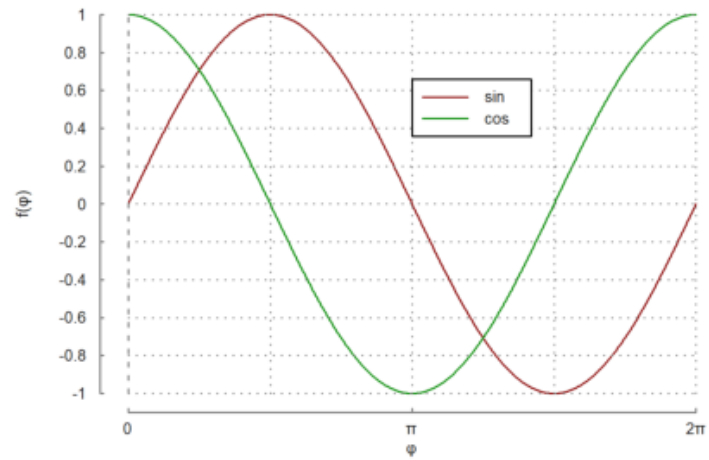
```
>fullwindow; ...  
> gridstyle(color=darkgray,textcolor=darkgray); ...  
> plot2d(["2^x","1","2^(-x)"],a=-2,b=2,c=0,d=4,<grid,color=4:6,<frame); ...  
> xaxis(0,-2:1,style="->"); xaxis(0,2,"x",<axis); ...  
> yaxis(0,4,"y",style="->"); ...  
> yaxis(-2,1:4,>left); ...  
> yaxis(2,2^(-2:2),style=".",<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", u"&pi;", u"2&pi;"], style="-", >ticks, >zero); ...
> xgrid((0:0.5:2)*pi, <ticks); ...
```

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



Memetok Data 2D

Jika x dan y adalah vektor data, data ini akan digunakan sebagai koordinat x dan y dari kurva. Dalam hal ini, a , b , c , dan d , atau jari-jari r dapat ditentukan, atau jendela plot akan menyesuaikan secara otomatis dengan data. Atau, $>$ persegi dapat diatur untuk mempertahankan rasio aspek persegi.

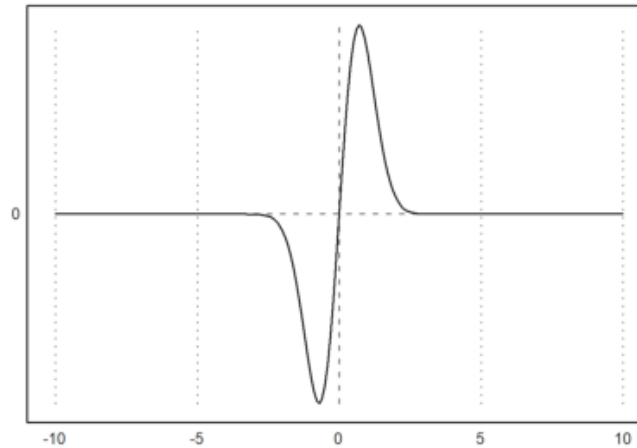
Memplot ekspresi hanyalah singkatan dari plot data. Untuk plot data, Anda memerlukan satu atau lebih baris nilai- x , dan satu atau lebih baris nilai- y . Dari rentang dan nilai- x , fungsi `plot2d` akan menghitung data untuk diplot, secara default dengan evaluasi adaptif dari fungsi tersebut. Untuk plot titik gunakan `">titik"`, untuk garis campuran dan titik gunakan `">titik tambahan"`.

Tetapi Anda dapat 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. Plotnya bekerja seperti poligon, tetapi hanya menggambar sudutnya.

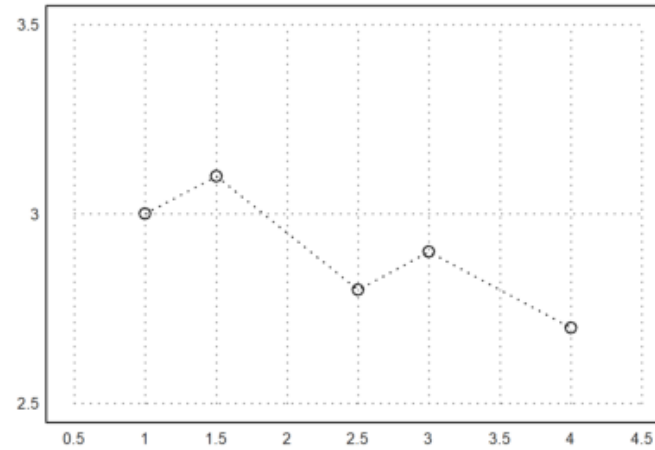
- `style="..."`: Pilih dari "`[]`", "`<>`", "`o`", "`.`", "`..`", "`+`", "`*`", "`[]`", "`<>`", "`o`", "`..`", "`''`", "`|`".

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

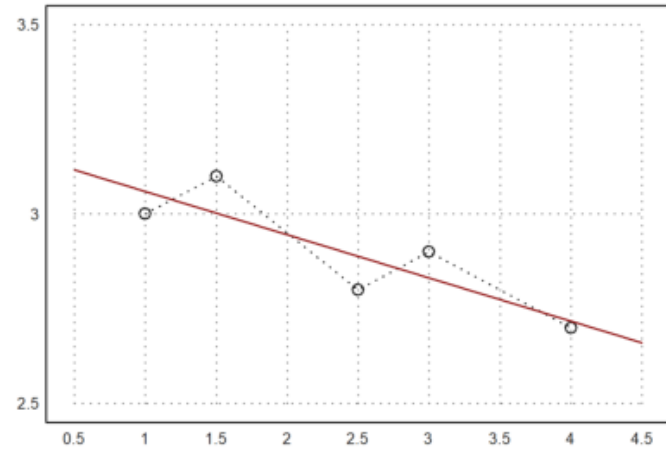
mendapat warna yang berbeda. Untuk matriks koordinat dan vektor kolom, warna berlaku untuk baris matriks.

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

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



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



Menggambar Daerah Yang Dibatasi Kurva

Plot data benar-benar poligon. Kita juga dapat memplot kurva atau kurva yang diisi.

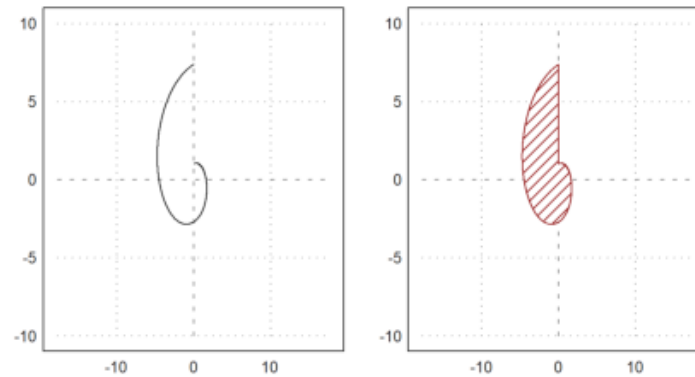
- filled=true mengisi plot.
- style="...": Pilih dari "", "/", "", "/".
- fillcolor: Lihat di atas untuk warna yang tersedia.

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

```
>t=linspace(0,2pi,1000); // parameter for curve
```

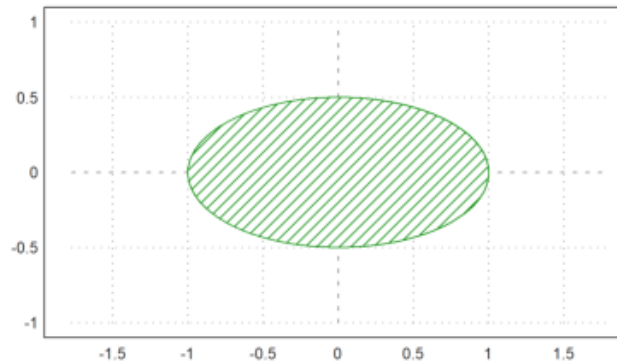
Perintah ini menghasilkan vektor t yang berisi 1000 titik yang terdistribusi secara merata dari 0 hingga 2π

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

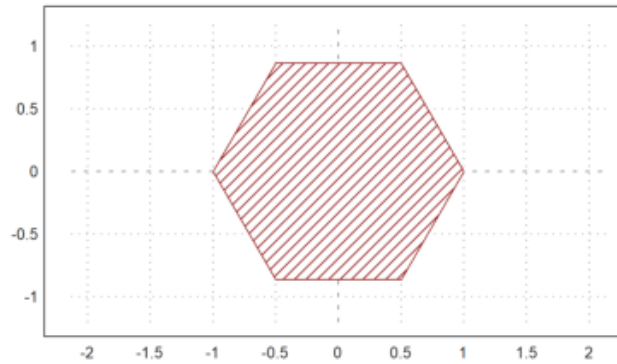


Dalam contoh berikut, kita memplot elips terisi dan dua segi enam terisi menggunakan kurva tertutup dengan 6 titik dengan gaya isian yang berbeda.

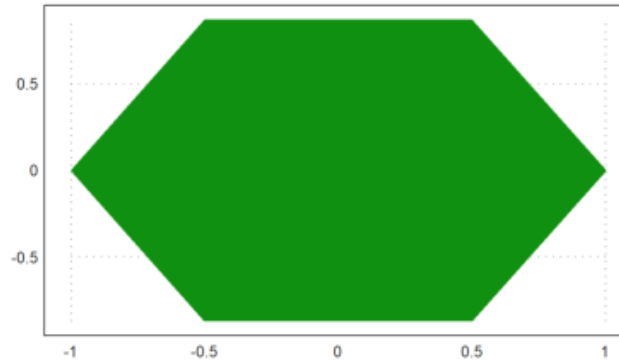
```
>x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(x),cos(x)*0.5,r=1,>filled,style="/"):
```



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

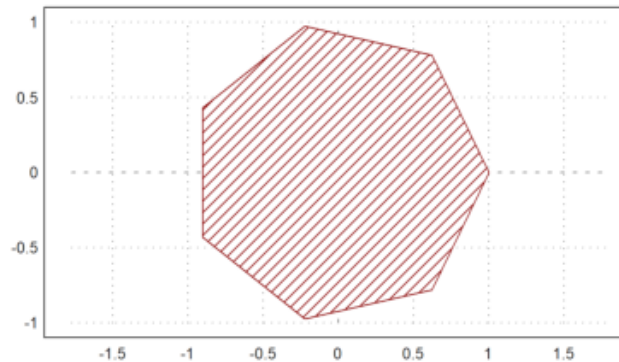


```
>t=linspace(0,2pi,6); plot2d(cos(t),sin(t),>filled,style="#"):
```



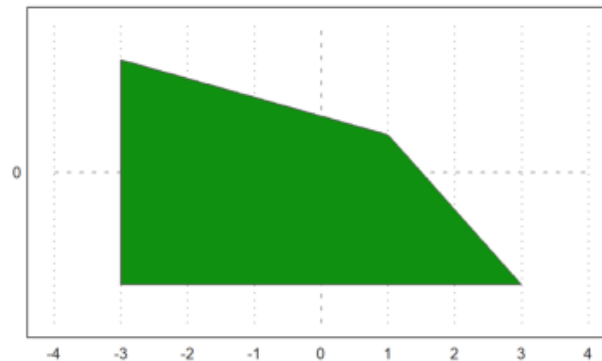
Contoh lain adalah septagon, yang kami buat dengan 7 titik pada lingkaran satuan.

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



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

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



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

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

Kita sekarang memiliki vektor x dan y dari nilai. `plot2d()` dapat memplot nilai-nilai ini sebagai kurva yang menghubungkan titik-titik. Plot bisa diisi. Dalam hal ini Ini menghasilkan hasil yang bagus karena aturan penggulitan, yang digunakan untuk isi.

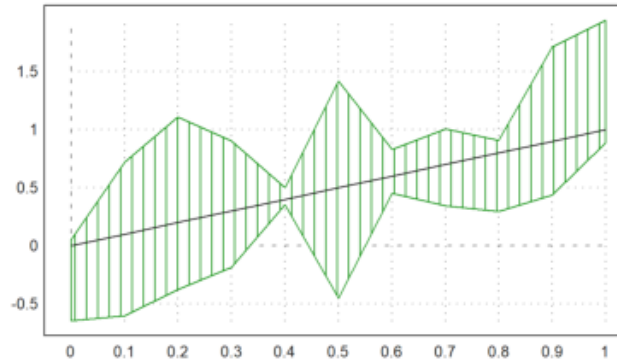
```
>plot2d(x,y,<grid,<frame,>filled):
```



Vektor interval diplot terhadap nilai x sebagai wilayah yang diisi antara nilai interval yang lebih rendah dan atas.

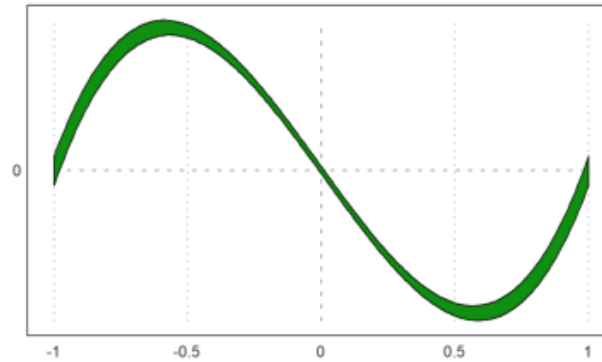
Ini dapat berguna untuk memplot kesalahan perhitungan. Tapi itu bisa juga digunakan untuk memplot kesalahan statistik.

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



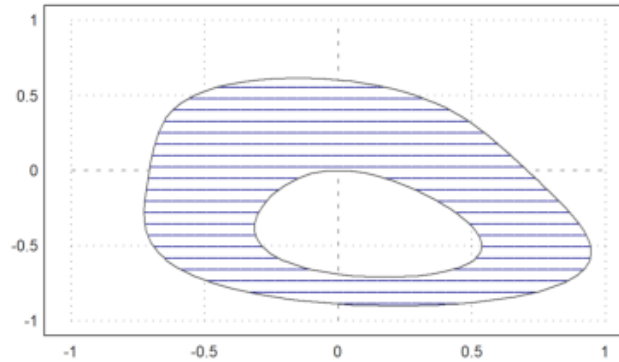
Jika x adalah vektor yang diurutkan, dan y adalah vektor interval, maka `plot2d` akan memplot rentang interval yang terisi dalam bidang. Gaya isian sama dengan gaya poligon.

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



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

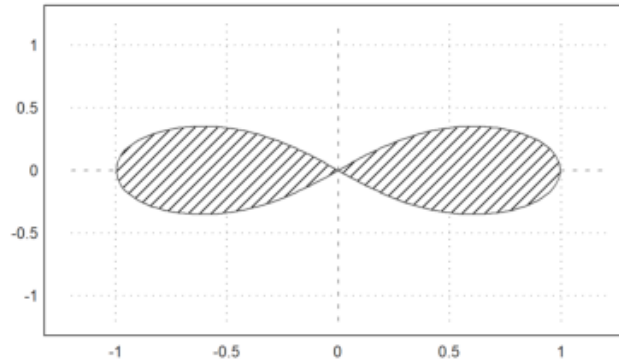
```
>expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)
>plot2d(expr,level=[0;1],style="-",color=blue): // 0 <= f(x,y) <= 1
```



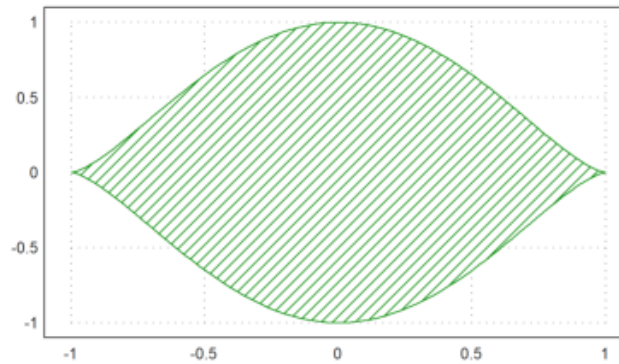
We can also fill ranges of values like

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

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



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



Grafik Fungsi Parametrik

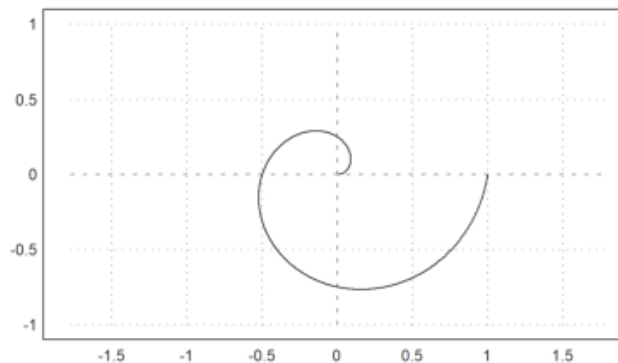
Nilai x tidak perlu diurutkan. (x,y) hanya menggambarkan kurva. Jika x diurutkan, kurva adalah grafik dari suatu fungsi.

Dalam contoh berikut, kita memplot spiral

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

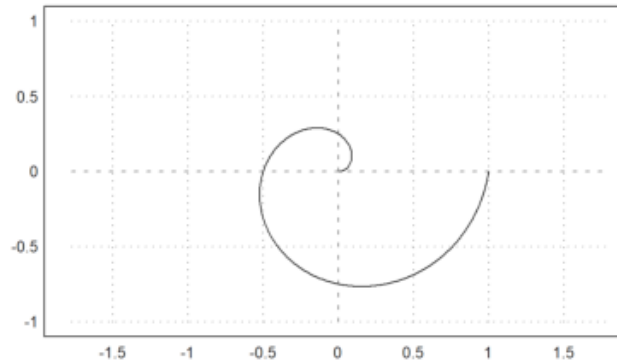
Kita perlu menggunakan sangat banyak titik untuk tampilan yang halus atau fungsi `adaptive()` untuk mengevaluasi ekspresi (lihat fungsi `adaptive()` untuk lebih jelasnya).

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

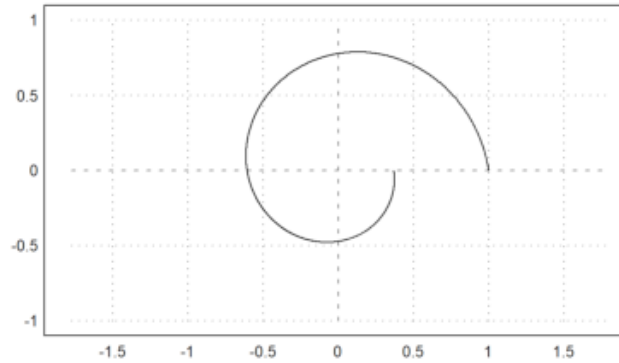


Atau, dimungkinkan untuk menggunakan dua ekspresi untuk kurva. Berikut ini memplot kurva yang sama seperti di atas.

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



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

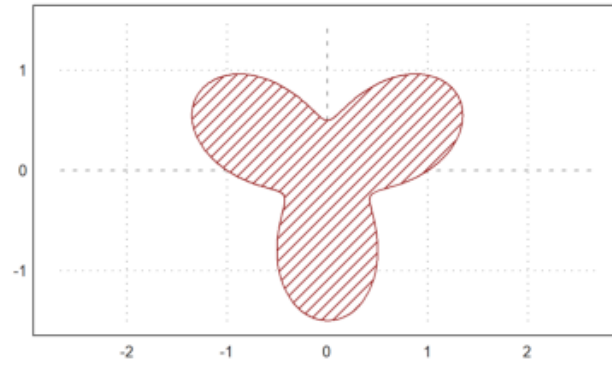
Pada contoh berikutnya, kita memplot kurva

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

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):
```



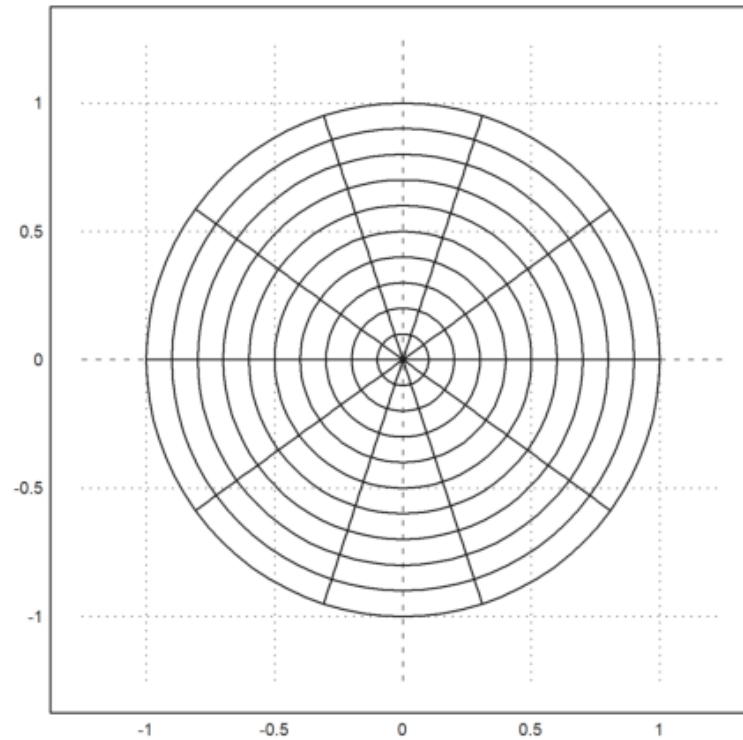
Menggambar Grafik Bilangan Kompleks

Array bilangan kompleks juga dapat diplot. Kemudian titik jaringan akan terhubung. Jika sejumlah garis kisi ditentukan (atau vektor garis kisi 1×2) dalam argumen `cgrid` hanya garis kisi yang terlihat.

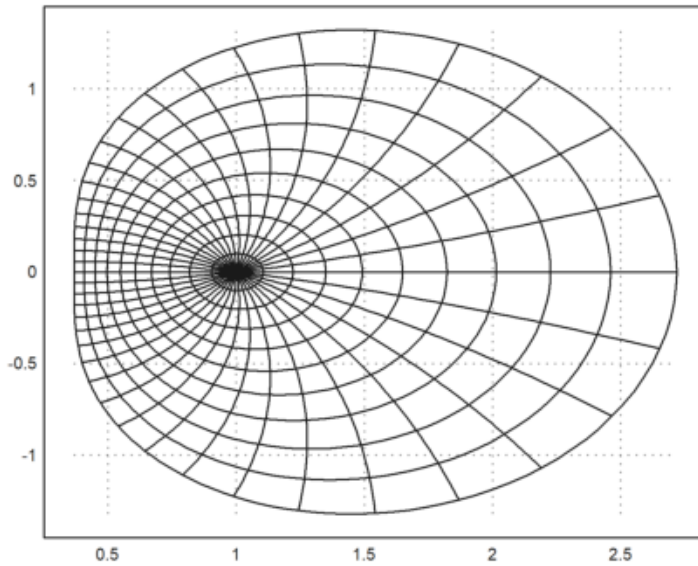
Matriks bilangan kompleks akan secara otomatis diplot sebagai kisi dalam bidang kompleks.

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

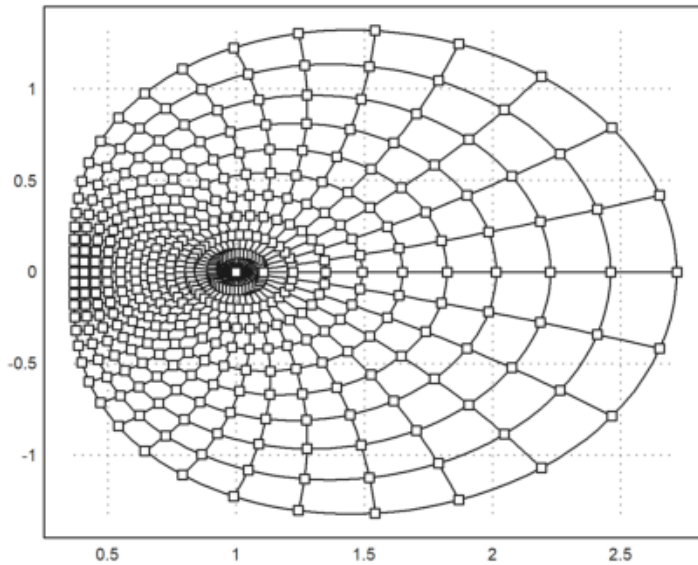
```
>aspect(); r=linspace(0,1,50); a=linspace(0,2pi,80)'; z=r*exp(I*a);...  
>plot2d(z,a=-1.25,b=1.25,c=-1.25,d=1.25,cgrid=10):
```



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



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

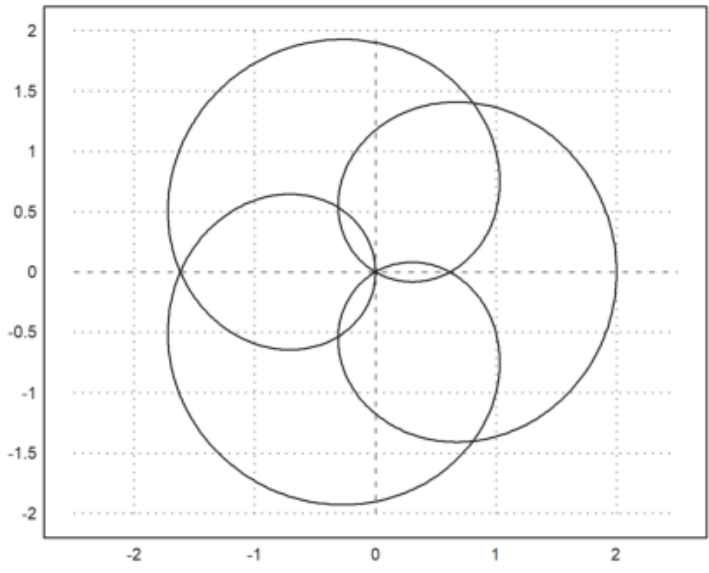


Vektor bilangan kompleks secara otomatis diplot sebagai kurva dalam bidang kompleks dengan bagian real dan bagian imajiner.

Dalam contoh, kita memplot lingkaran satuan dengan

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

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



Plot Statistik

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

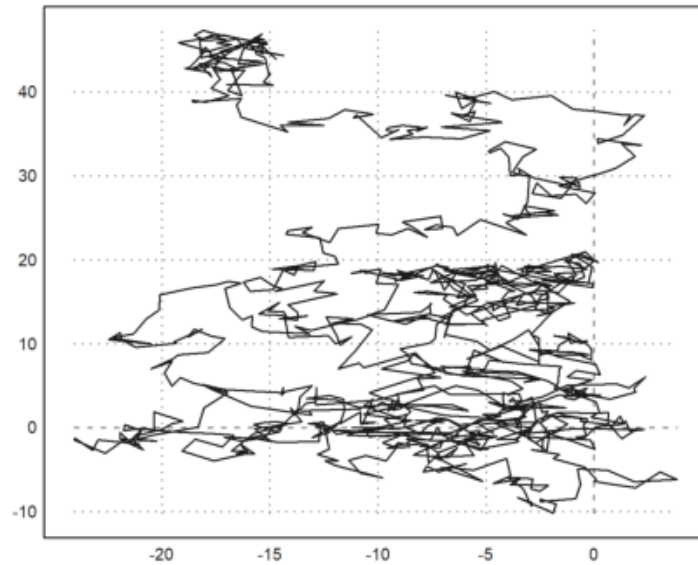
Jumlah kumulatif dari nilai terdistribusi 0-1-normal menghasilkan jalan acak.

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

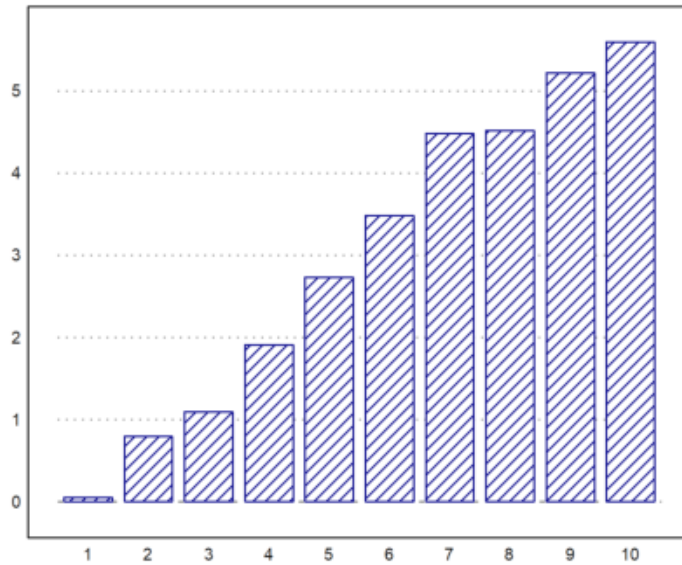


Menggunakan dua baris menunjukkan jalan dalam dua dimensi.

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

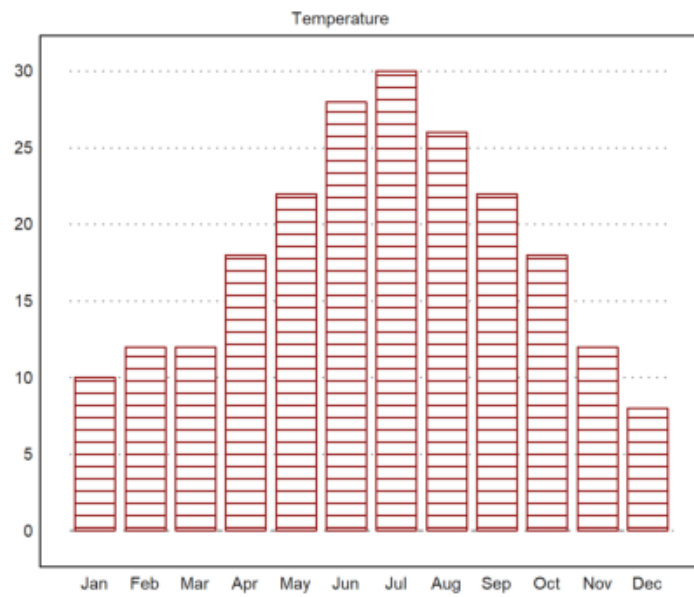


```
>columnspplot(cumsum(random(10)),style="/",color=blue):
```

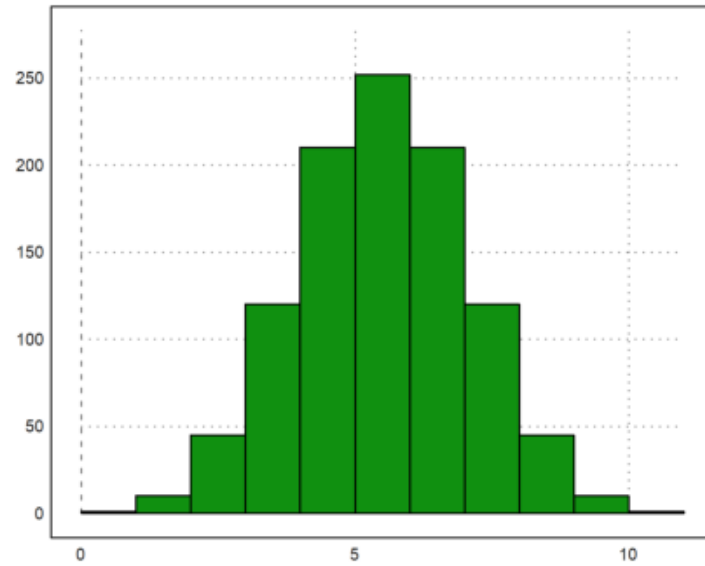


Ini juga dapat menampilkan string sebagai label.

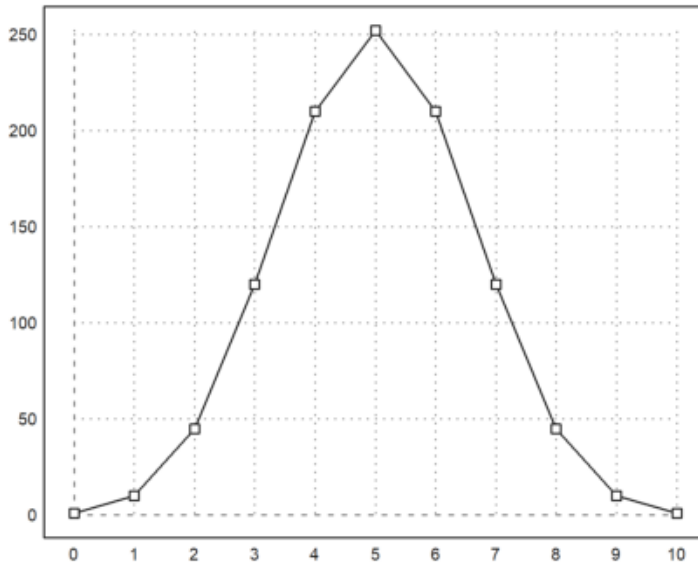
```
>months=["Jan","Feb","Mar","Apr","May","Jun", ...  
> "Jul","Aug","Sep","Oct","Nov","Dec"];  
>values=[10,12,12,18,22,28,30,26,22,18,12,8];  
>columnplot(values,lab=months,color=red,style="-");  
>title("Temperature"):
```



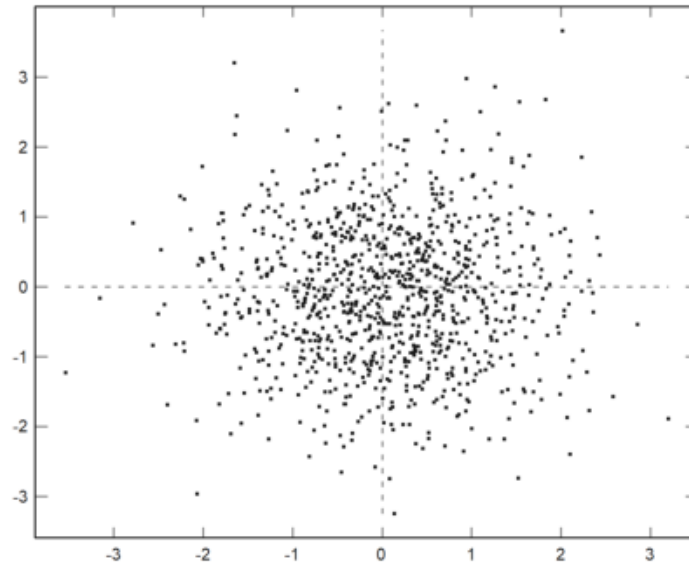
```
>k=0:10;  
>plot2d(k,bin(10,k),>bar):
```



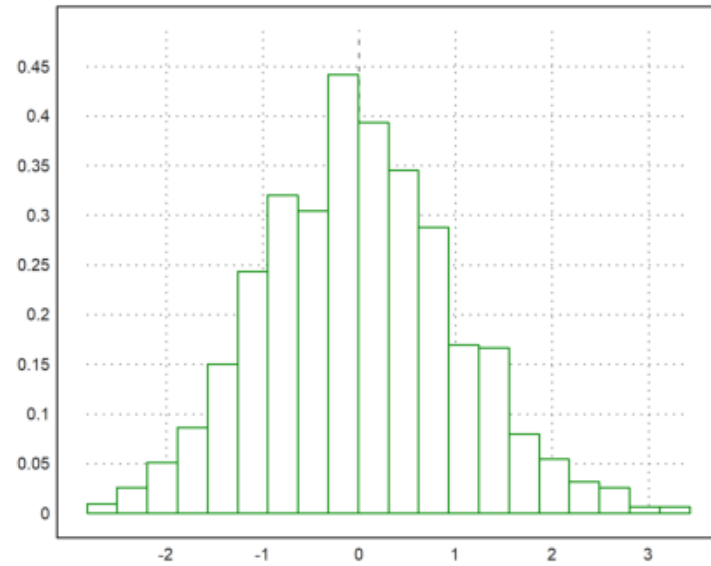
```
>plot2d(k,bin(10,k)); plot2d(k,bin(10,k),>points,>add):
```



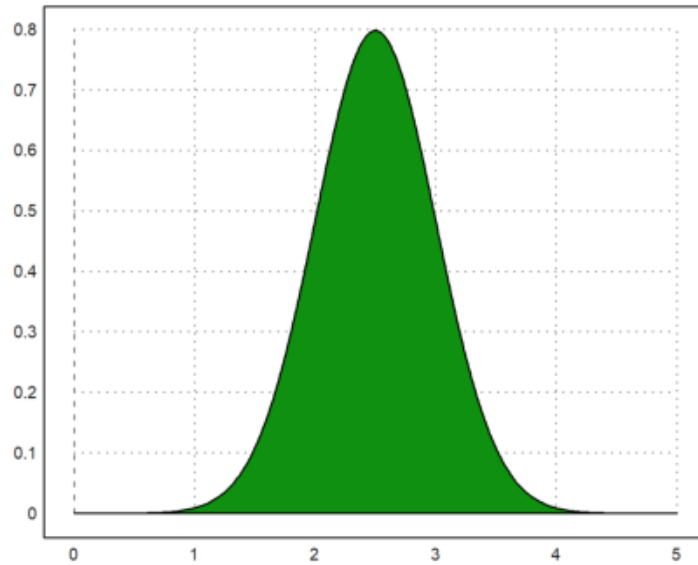
```
>plot2d(normal(1000),normal(1000),>points,grid=6,style=".."):
```



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

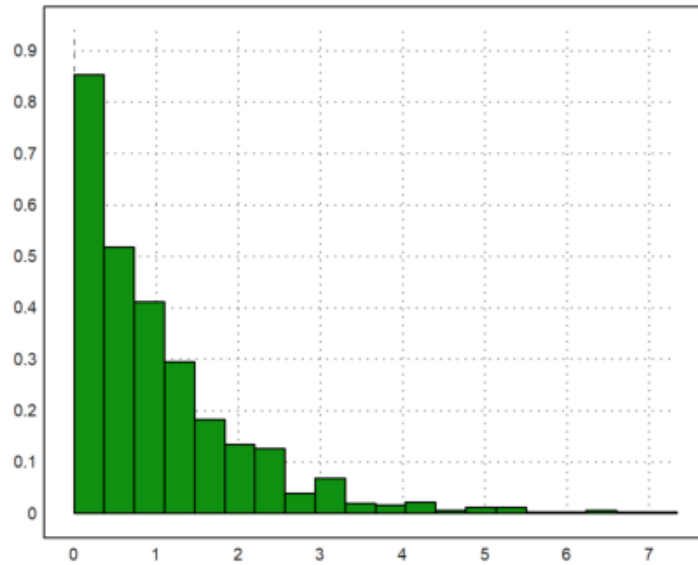


```
>plot2d("qnormal",0,5;2.5,0.5,>filled):
```



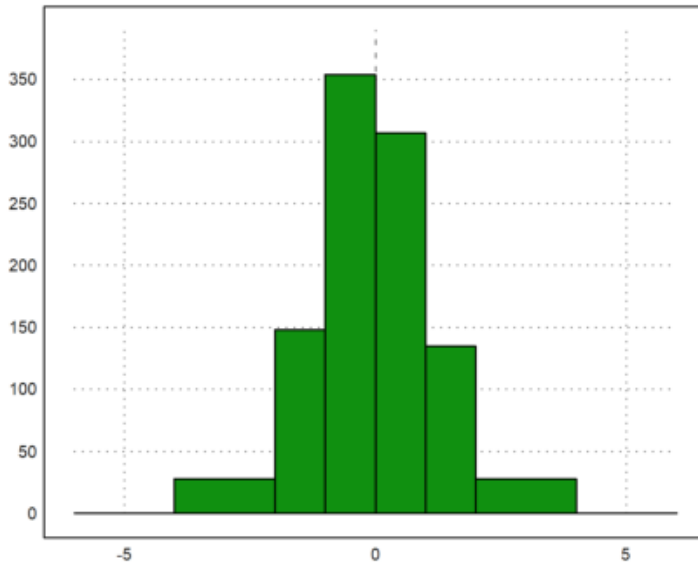
Untuk memplot distribusi statistik eksperimental, Anda dapat menggunakan `distribution=n` dengan `plot2d`.

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

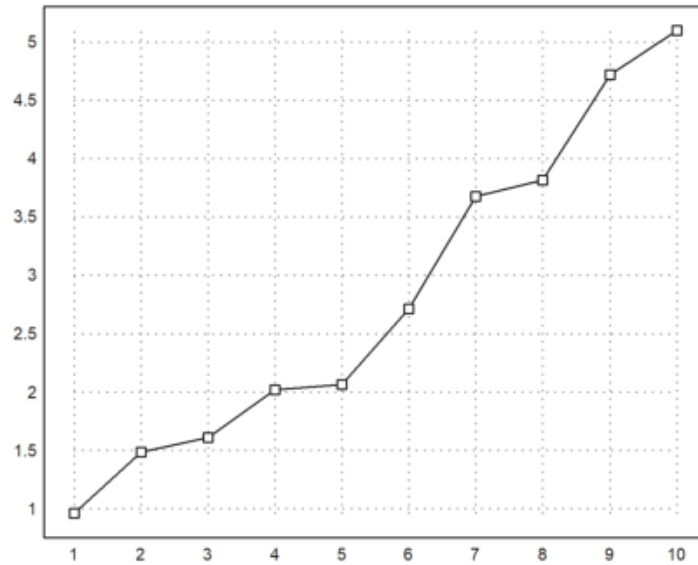
Atau Anda dapat menghitung distribusi dari data dan memplot hasilnya dengan `>bar` di `plot3d`, atau dengan `plot kolom`.

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

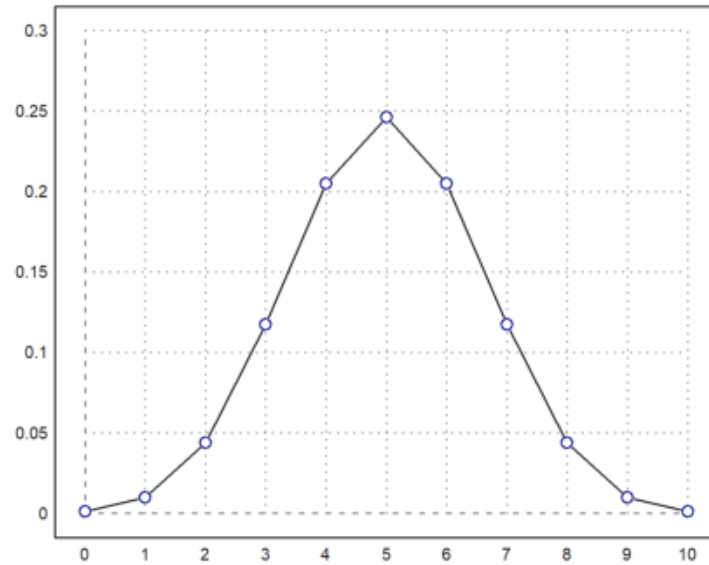


Fungsi `statplot()` mengatur gaya dengan string sederhana.

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



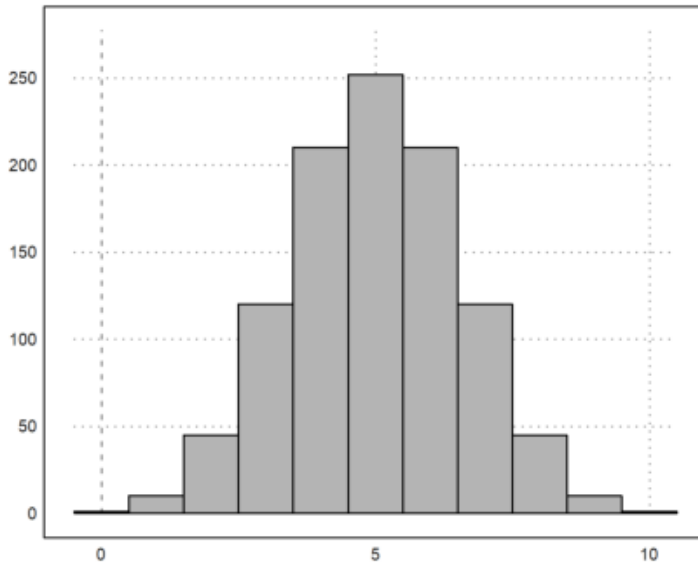
```
>n=10; i=0:n; ...  
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,a=0,b=10,c=0,d=0.3); ...  
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,points=true,style="ow",add=true,color=blue):
```



Selain itu, data dapat diplot sebagai batang. Dalam hal ini, x harus diurutkan dan satu elemen lebih panjang dari y. Bilah akan memanjang dari $x[i]$ ke $x[i+1]$ dengan nilai $y[i]$. Jika x memiliki ukuran yang sama dengan y, itu akan diperpanjang oleh satu elemen dengan spasi terakhir.

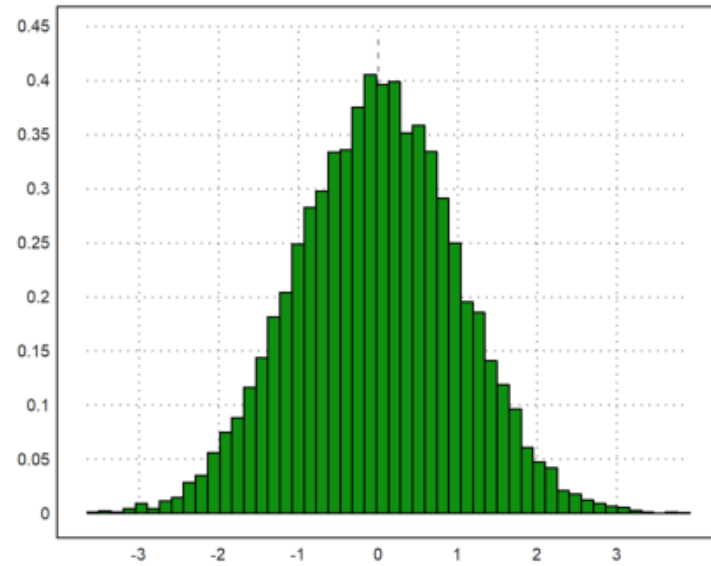
Gaya isian dapat digunakan seperti di atas.

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

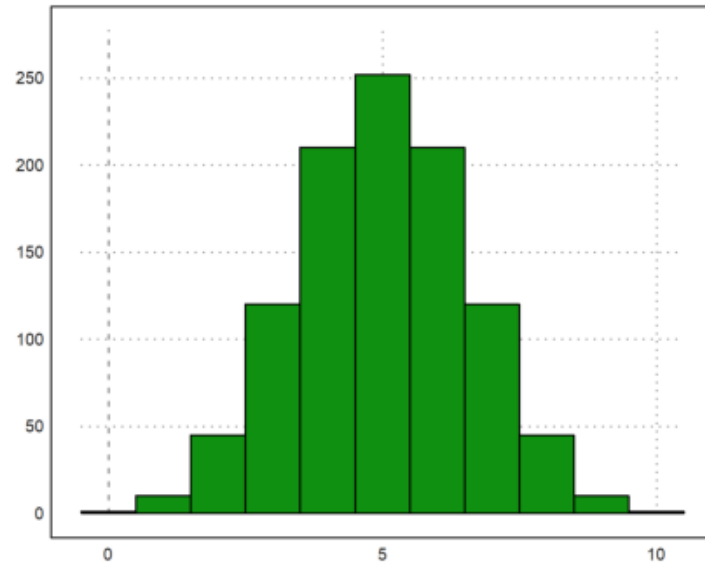


Data untuk plot batang (`bar=1`) dan histogram (`histogram=1`) dapat diberikan secara eksplisit dalam `xv` dan `yv`, atau dapat dihitung dari distribusi empiris dalam `xv` dengan `>distribusi` (atau `distribusi=n`). Histogram nilai `xv` akan dihitung secara otomatis dengan `>histogram`. Jika `>genap`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

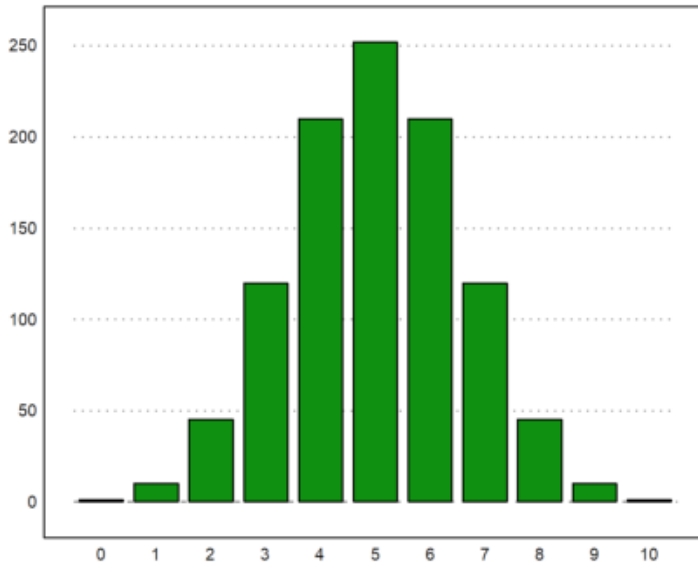
```
>plot2d(normal(10000),distribution=50):
```



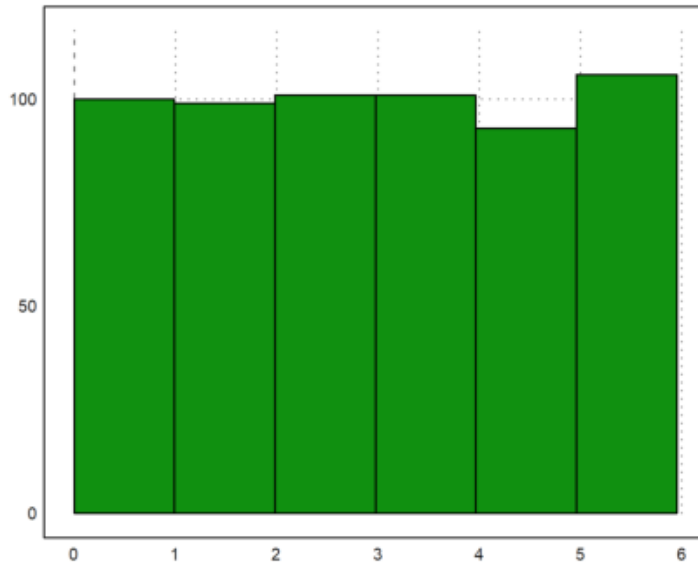
```
>k=0:10; m=bin(10,k); x=(0:11)-0.5; plot2d(x,m,>bar):
```



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

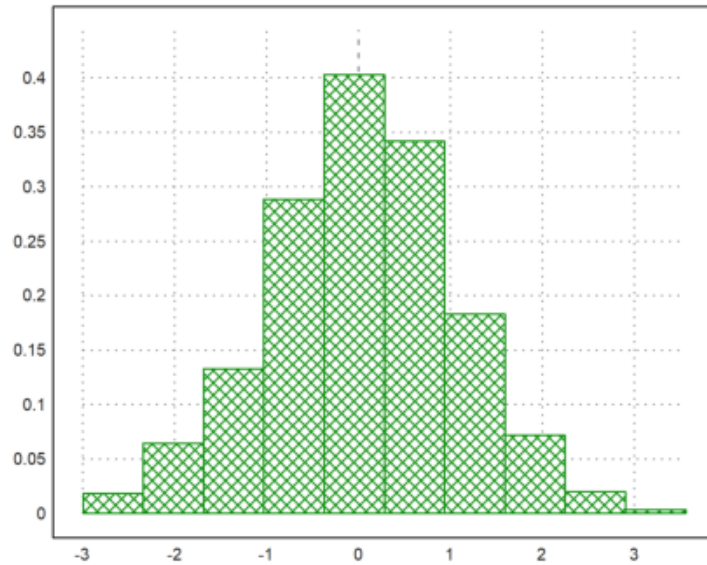


```
>plot2d(random(600)*6,histogram=6):
```

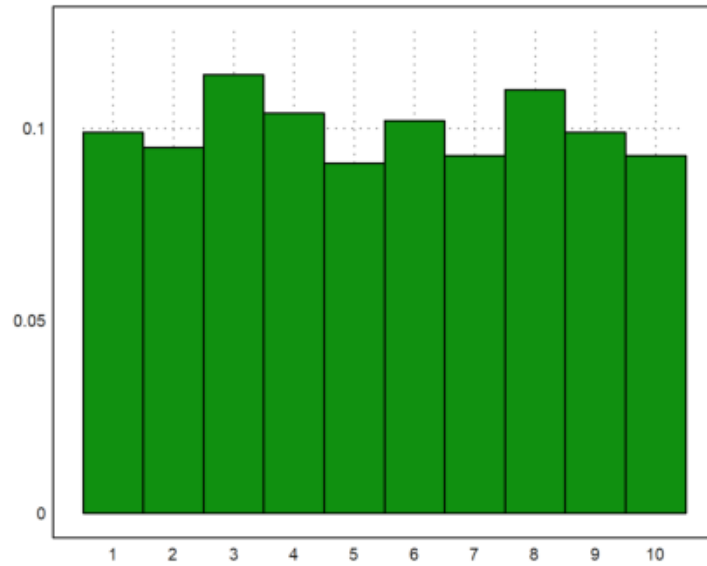
Untuk distribusi, ada parameter `distribution=n`, yang menghitung nilai secara otomatis dan mencetak distribusi relatif dengan `n` sub-interval.

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



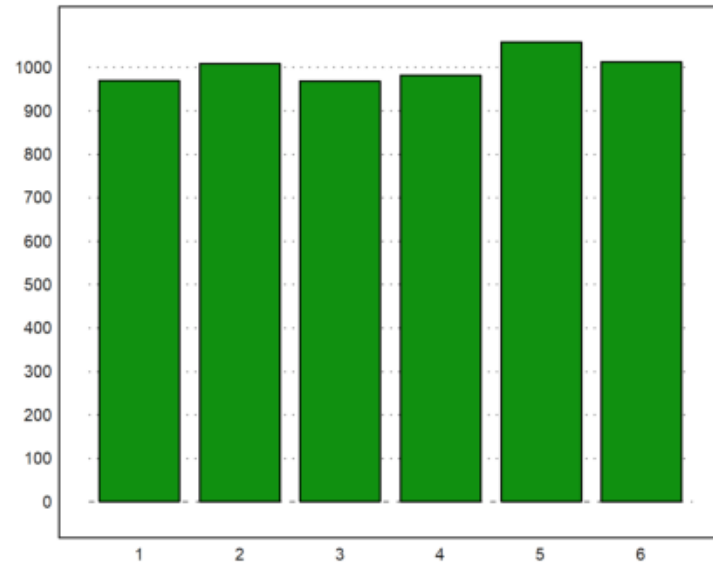
Dengan parameter `even=true`, ini akan menggunakan interval bilangan bulat.

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

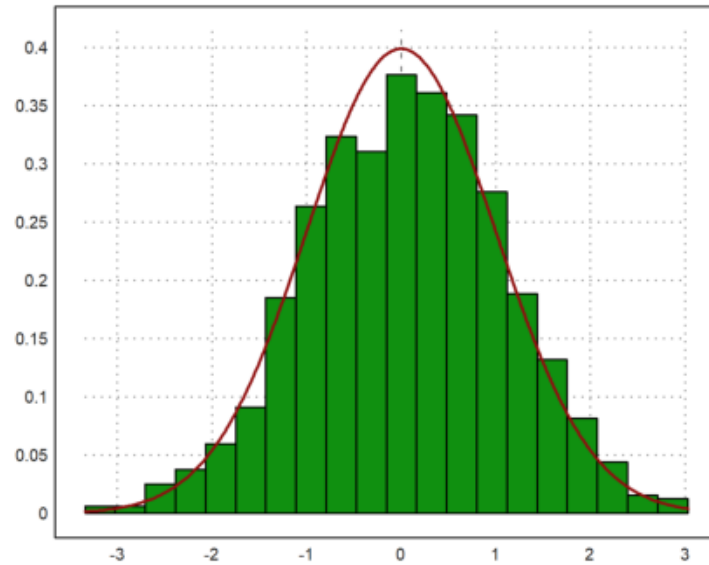


Perhatikan bahwa ada banyak plot statistik, yang mungkin berguna. Lihatlah tutorial tentang statistik.

```
>columnsplo t(getmultiplicities(1:6,intrandom(1,6000,6))):
```

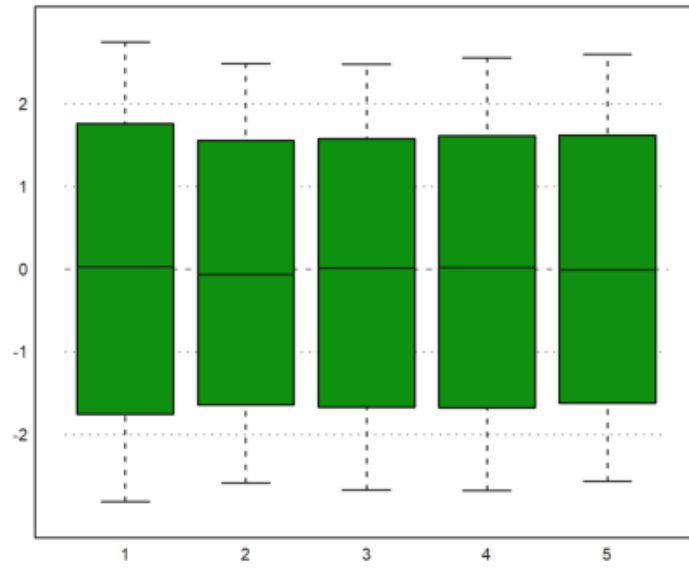


```
>plot2d(normal(1,1000),>distribution); ...  
> plot2d("qnormal(x)",color=red,thickness=2,>add):
```



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

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



Fungsi Implisit

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

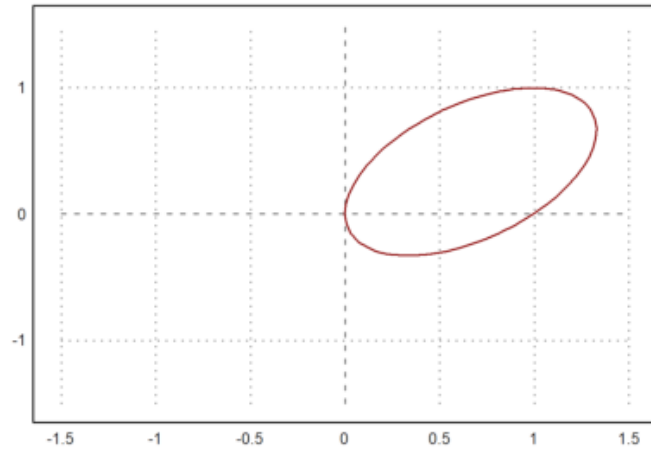
Euler dapat menandai garis level

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

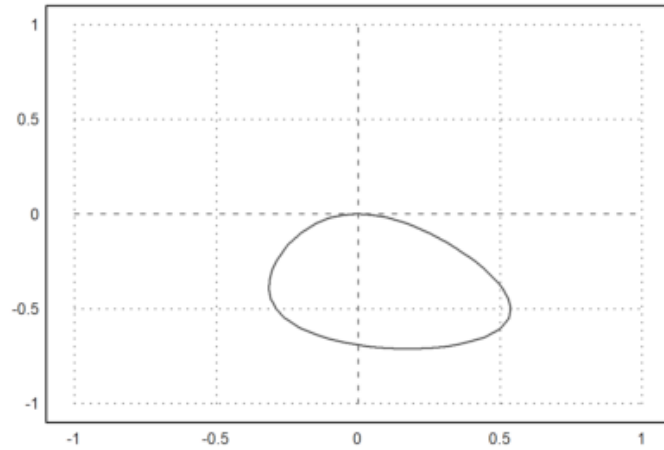
dari fungsi apa pun.

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

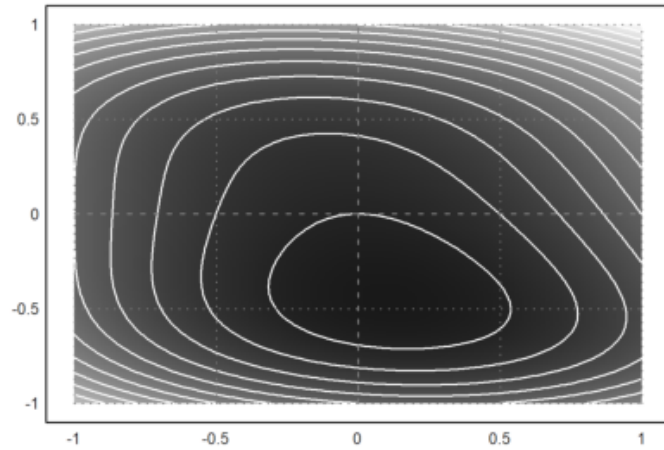
```
>aspect(1.5);  
>plot2d("x^2+y^2-x*y-x",r=1.5,level=0,contourcolor=red):
```



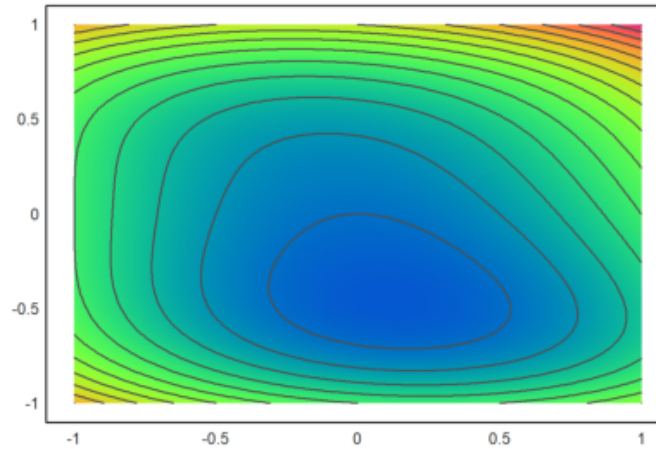
```
>expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)
>plot2d(expr,level=0): // Solutions of f(x,y)=0
```

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

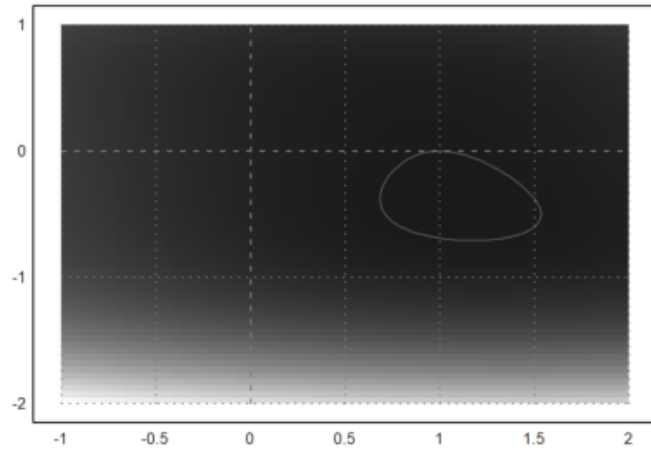


```
>plot2d(expr,level=0:0.5:20,>hue,>spectral,n=200,grid=4): // nicer
```

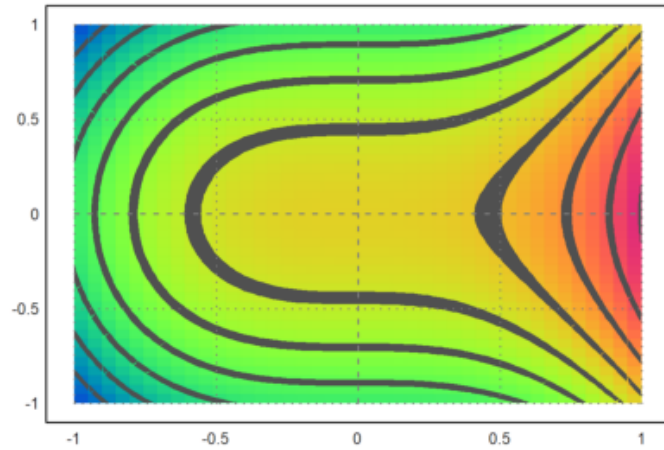


Ini juga berfungsi untuk plot data. Tetapi Anda harus menentukan rentang untuk label sumbu.

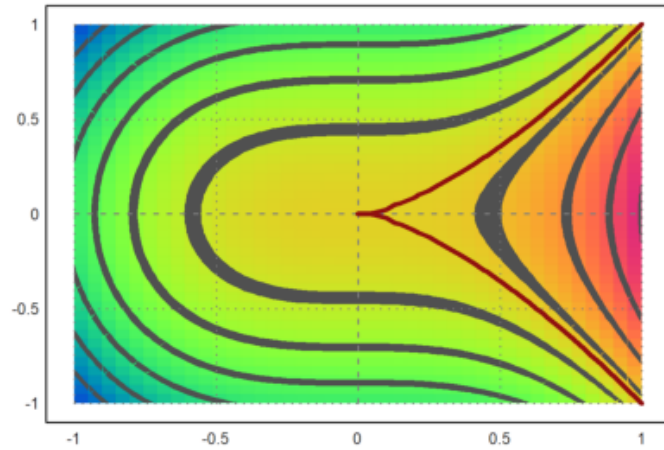
```
>x=-2:0.05:1; y=x'; z=expr(x,y);  
>plot2d(z,level=0,a=-1,b=2,c=-2,d=1,>hue):
```



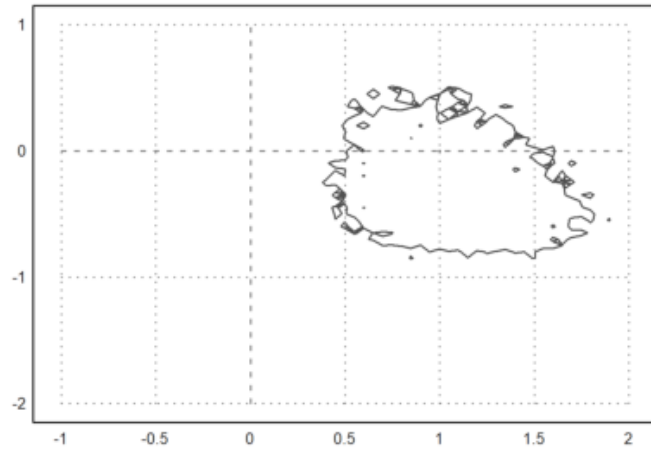
```
>plot2d("x^3-y^2",>contour,>hue,>spectral):
```



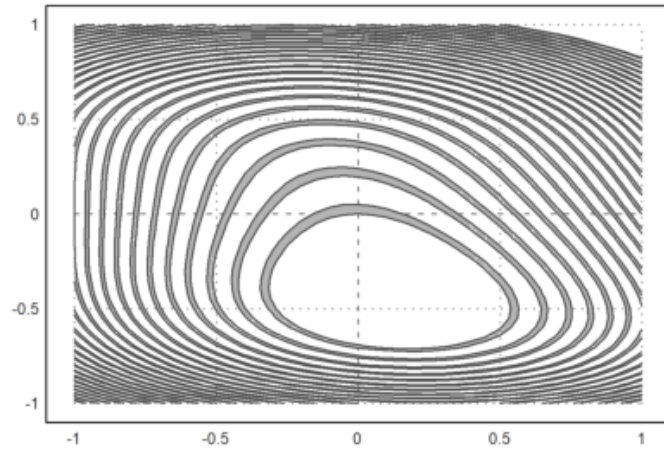
```
>plot2d("x^3-y^2",level=0,contourwidth=3,>add,contourcolor=red):
```



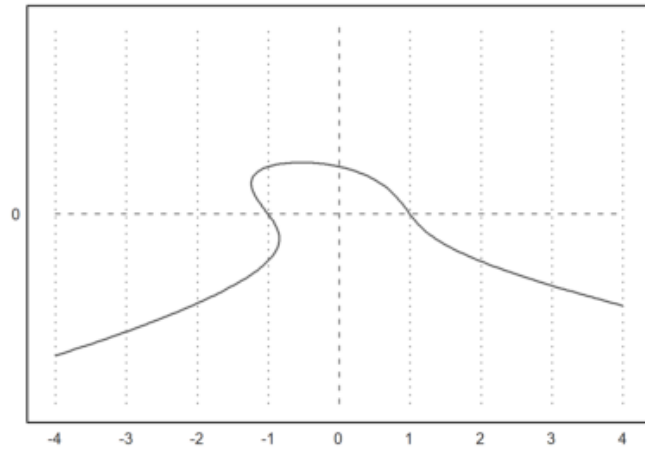
```
>z=z+normal(size(z))*0.2;  
>plot2d(z,level=0.5,a=-1,b=2,c=-2,d=1):
```



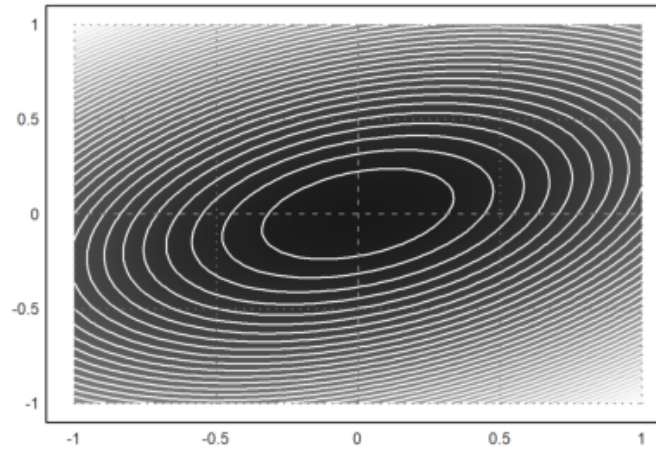
```
>plot2d(expr,level=[0:0.2:5;0.05:0.2:5.05],color=lightgray):
```



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

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



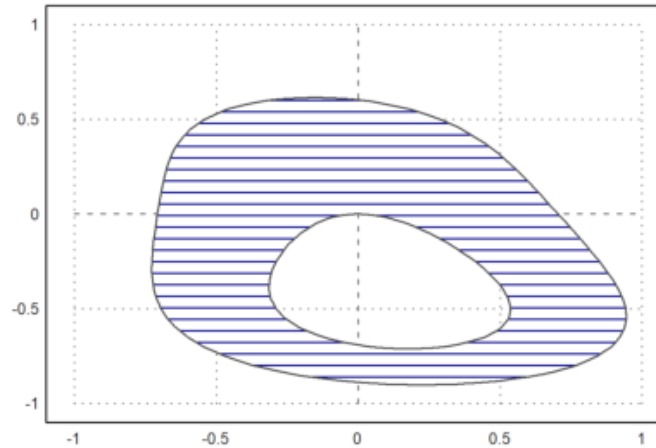
Dimungkinkan juga untuk mengisi set

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

dengan rentang level.

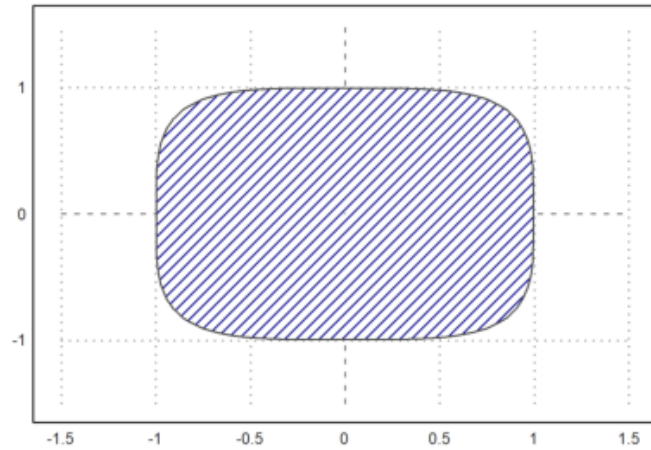
Dimungkinkan untuk mengisi wilayah nilai untuk fungsi tertentu. Untuk ini, level harus berupa matriks 2xn. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

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

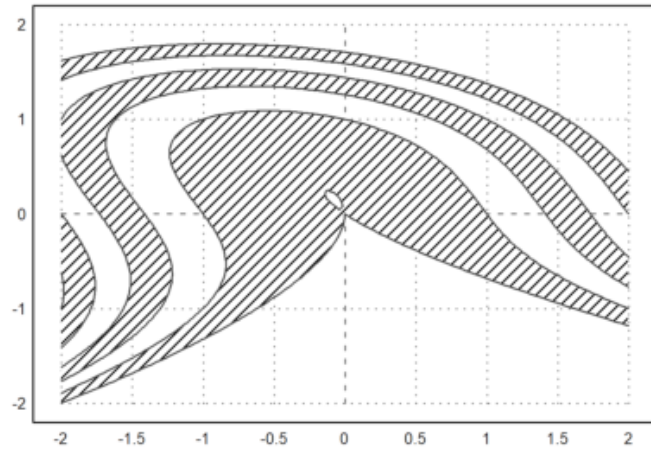


Plot implisit juga dapat menunjukkan rentang level. Kemudian level harus berupa matriks 2xn dari interval level, di mana baris pertama berisi awal dan baris kedua akhir dari setiap interval. Atau, vektor baris sederhana dapat digunakan untuk level, dan parameter dl memperluas nilai level ke interval.

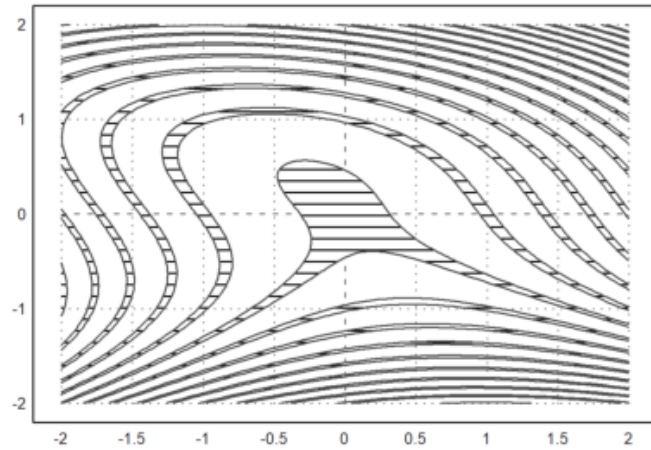
```
>plot2d("x^4+y^4",r=1.5,level=[0;1],color=blue,style="/"):
```



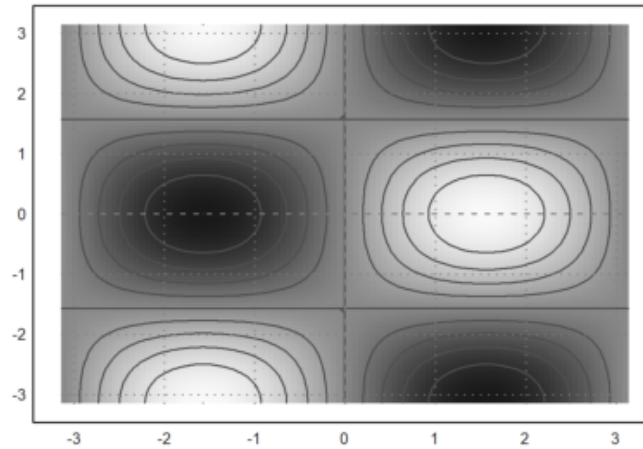
```
>plot2d("x^2+y^3+x*y",level=[0,2,4;1,3,5],style="/",r=2,n=100):
```



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



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

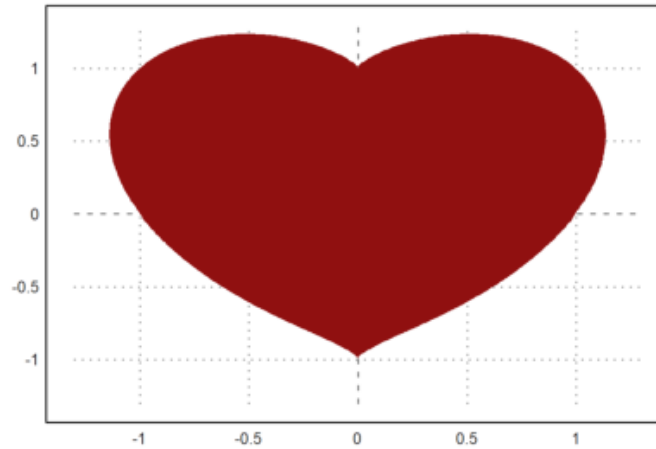


Dimungkinkan juga untuk menandai suatu wilayah

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

Ini dilakukan dengan menambahkan level dengan dua baris.

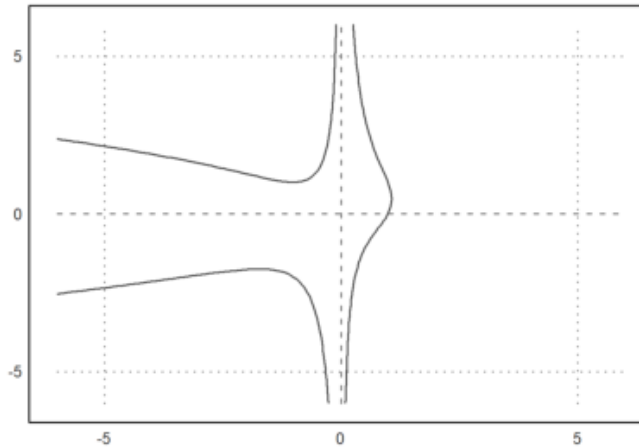
```
>plot2d("(x^2+y^2-1)^3-x^2*y^3",r=1.3, ...
> style="#",color=red,<outline, ...
> level=[-2;0],n=100):
```



Dimungkinkan untuk menentukan tingkat tertentu. Misalnya, kita dapat memplot 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);
  end
end

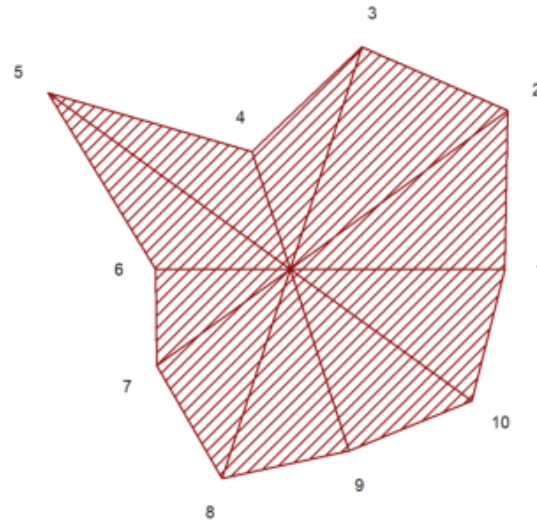
```

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

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

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

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



Terkadang, Anda mungkin ingin merencanakan sesuatu yang tidak dapat dilakukan plot2d, tetapi hampir. Dalam fungsi berikut, kita melakukan plot impuls logaritma. Plot2d dapat melakukan plot logaritma, tetapi tidak untuk bilah 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

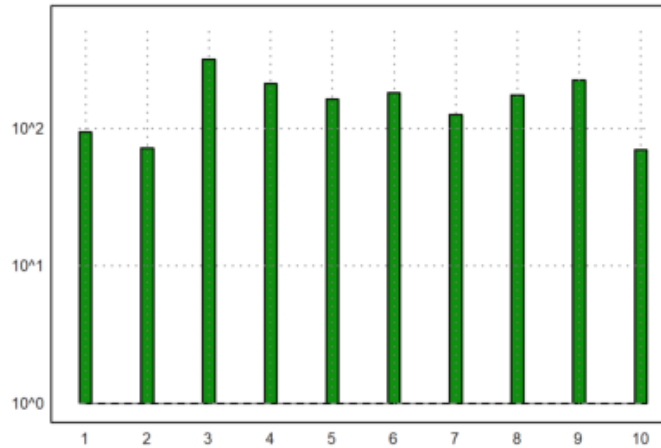
```

Mari kita ujinya dengan nilai yang didistribusikan secara eksponensial.

```

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

```



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

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

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

```

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

```

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

Tekan tombol apa saja untuk menghentikan animasi ini.

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

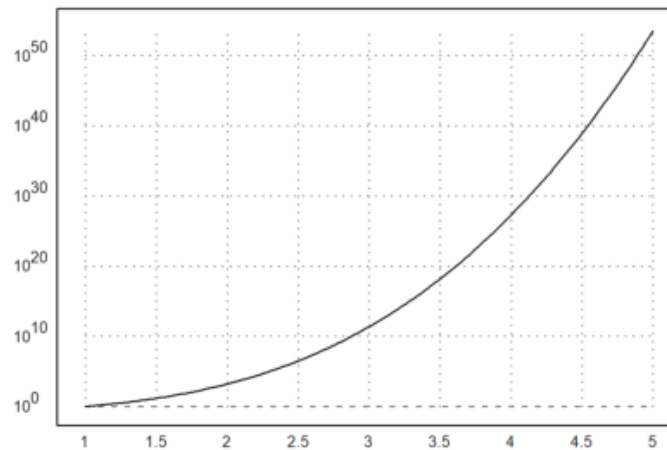
Plot Logaritma

EMT menggunakan parameter "logplot" untuk skala logaritma.

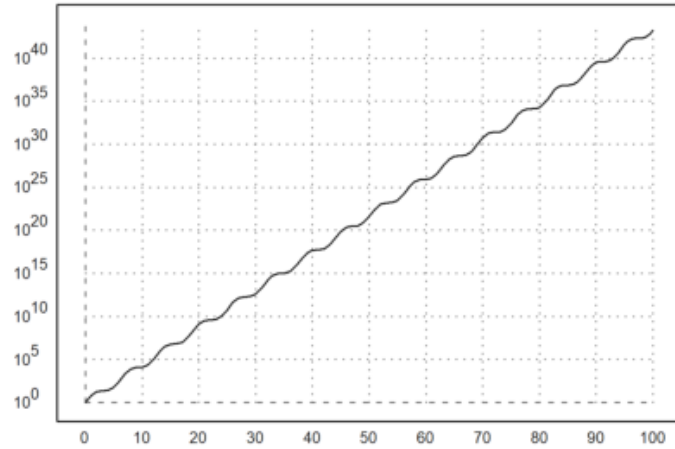
Plot logaritma dapat diplot baik menggunakan skala logaritma di y dengan logplot=1, atau menggunakan skala logaritma di x dan y dengan logplot=2, atau di x dengan logplot=3.

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

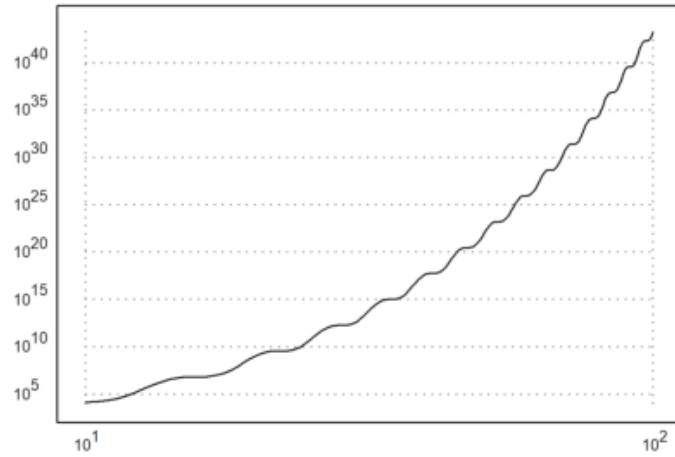
```
>plot2d("exp(x^3-x)*x^2",1,5,logplot=1):
```



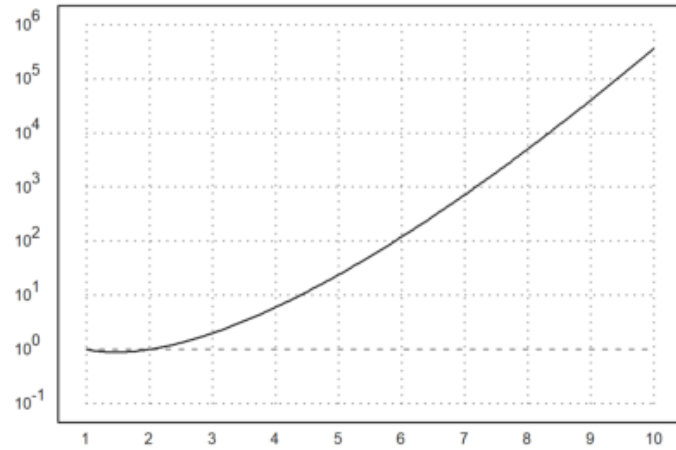
```
>plot2d("exp(x+sin(x))",0,100,logplot=1):
```



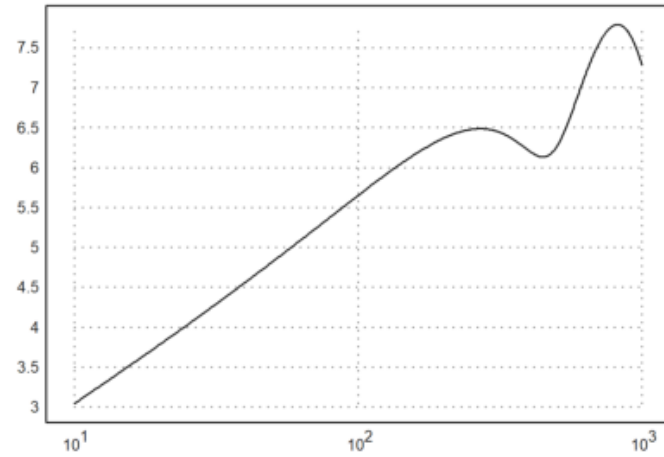
```
>plot2d("exp(x+sin(x))",10,100,logplot=2):
```

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

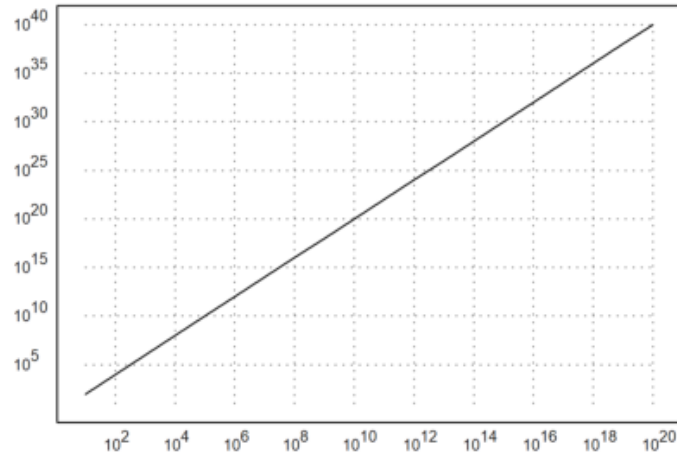


```
>plot2d("log(x*(2+sin(x/100)))",10,1000,logplot=3):
```

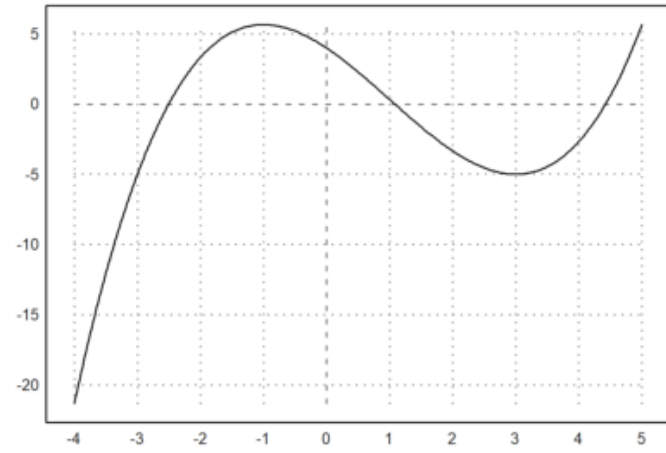


Ini juga berfungsi dengan plot data.

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

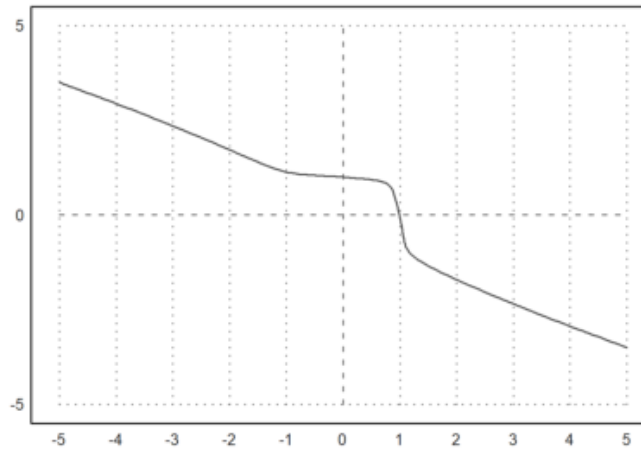


```
>function f(x):= (1/3)x^3-x^2-3*x+4  
>plot2d("f",-4,5):
```

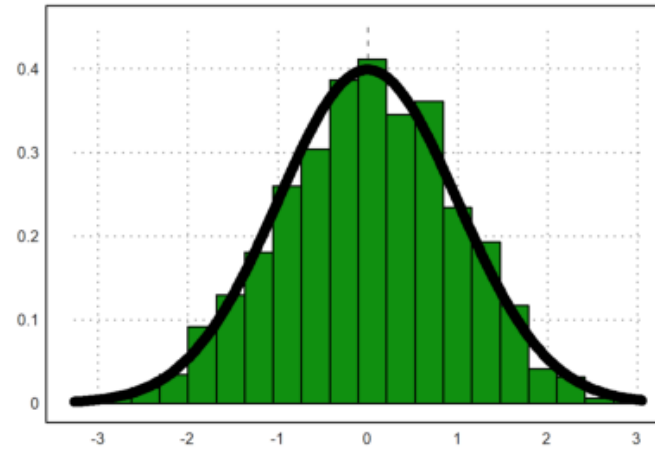


Contoh lain dan soal:

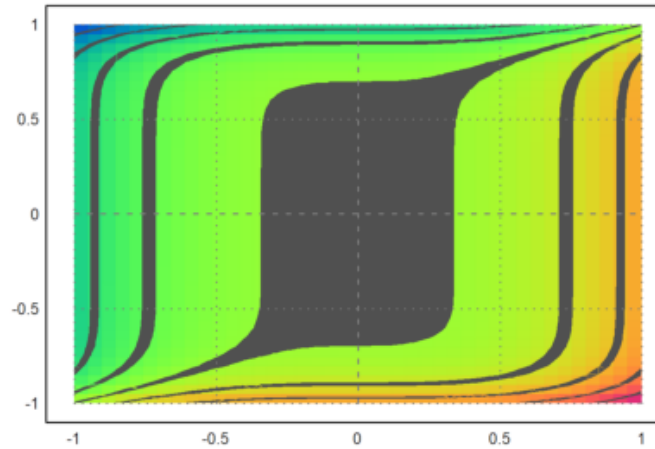
```
>plot2d("x^7+y^9+x*y",level=1,r=5,n=200):
```



```
>plot2d(normal(1,1000),>distribution); ...  
> plot2d("qnormal(x)",color=black,thickness=7,>add):
```



```
>plot2d("x^3-y^9",>contour,>hue,>spectral):
```

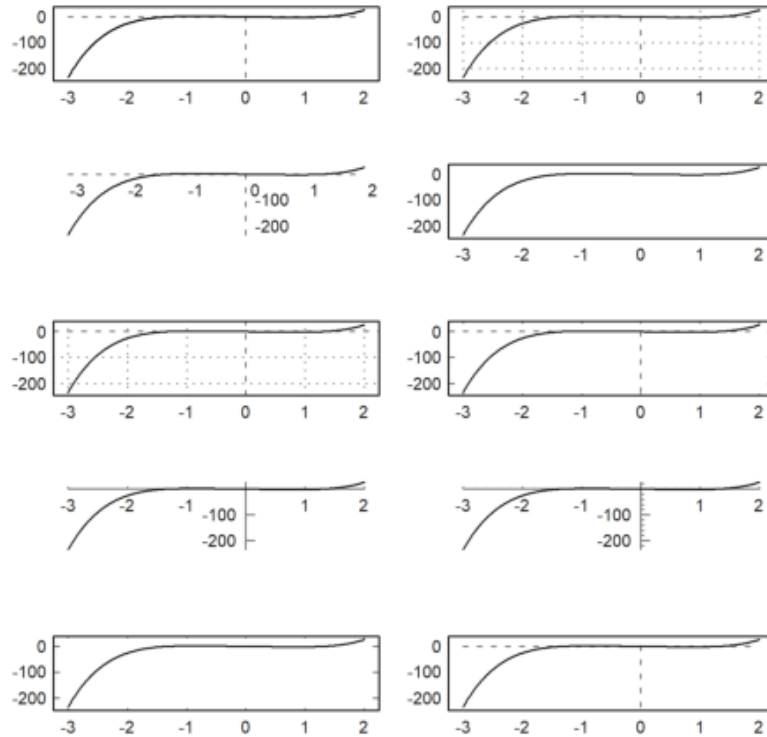


```
>reset;...
```

Buatlah kurva dengan k dari 1 sampai 10, dengan fungsi

$$x^5 - 3x$$

```
>figure(5,2);...
>for k=1:10; figure(k); plot2d("x^5-3x",-3,2,grid=k); end;...
>figure(0):
```

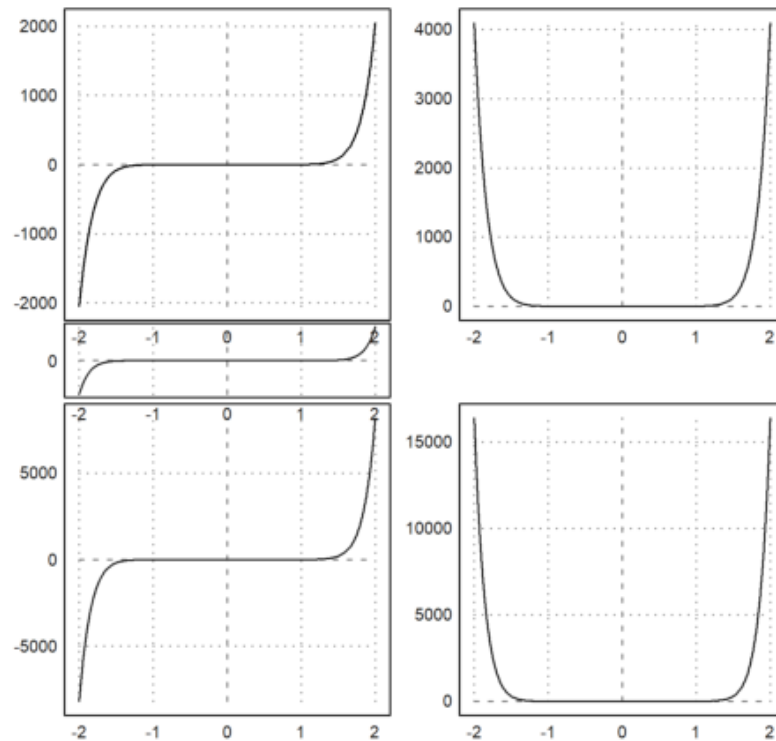



Gambar plot fungsi berikut:

$$x^{1+n}, 1 \leq n \leq 5$$

Penyelesaian:

```
>reset;...  
>figure(2,2);...  
>for n=1 to 5; figure(n); plot2d("x^1"+n); end;...  
>figure(0):
```



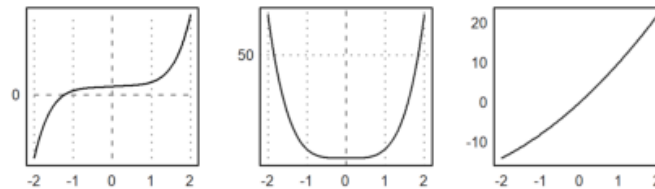
Gambarkan grafik fungsi berikut:

$$x^5 + x + 4$$

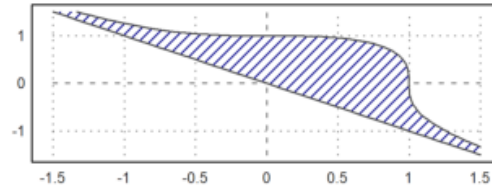
$$4x^2 + 2x^2 + 4$$

$$x^2 + 9x$$

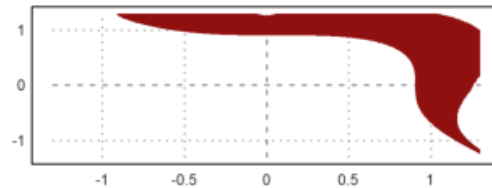
```
>reset;...  
>aspect(3,1);...  
>figure(1,3); figure(1); plot2d("x^5+x+4", grid=2);...  
>figure(2); plot2d("4x^2x^2+4", grid=5);...  
>figure(3); plot2d("x^2+9x", grid=4);...  
>figure(0):
```



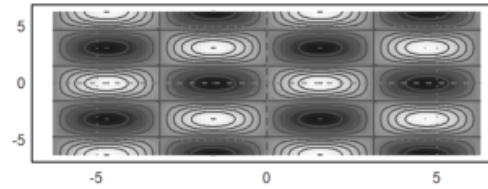
```
>plot2d("x^3+y^3",r=1.5,level=[0;1],color=blue,style="/"):
```



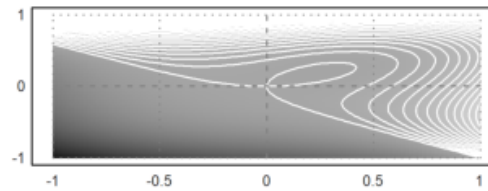
```
>plot2d("(x^3+y^3-2)^3-x^2*y^3",r=1.3, ...
> style="#",color=red,<outline, ...
> level=[-2;0],n=100):
```



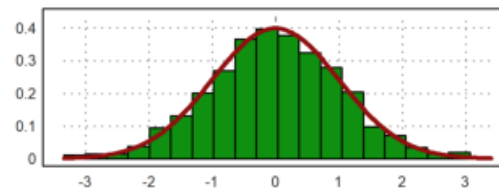
```
>plot2d("sin(x)*cos(y)",r=2pi,>hue,>levels,n=100):
```



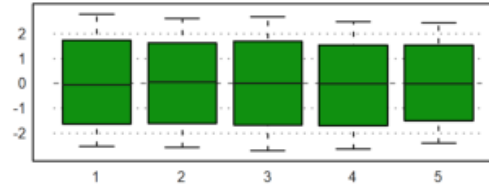
```
>plot2d("x^3+2*y^3-x*y",level=0:0.1:10,n=100,contourcolor=white,>hue):
```



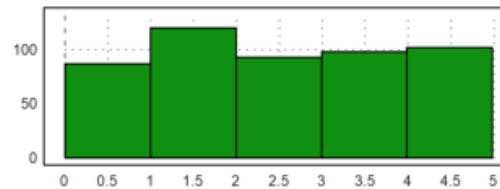
```
>plot2d(normal(1,1000),>distribution); ...  
> plot2d("qnormal(x)",color=red,thickness=3,>add):
```



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



```
>plot2d(random(500)*5,histogram=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`.