
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).

Plot Dasar

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

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

```
>clg; // membersihkan layar  
>window(0,0,1024,1024); // menggunakan semua jendela  
>setplot(0,1,0,1); // menggunakan koordinat plot  
>hold on; // mulai mode timpa  
>n=100; X=random(n,2); Y=random(n,2); //mendapatkan poin yang acak  
>colors=rgb(random(n),random(n),random(n)); // mendapatkan warna random  
>loop 1 to n; color(colors[#]); plot(X[#],Y[#]); end; // plot  
>hold off; // akhiri mode timpa  
>insimg; // insert ke notebook
```



```
>reset;
```

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

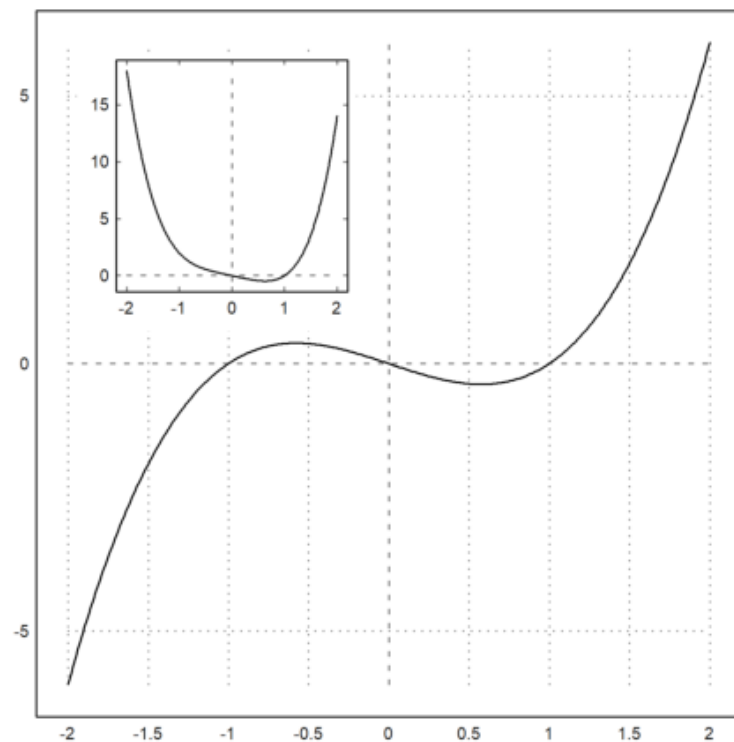
Untuk menghapus semua yang sudah kita lakukan, kita menggunakan `reset()`.

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 gunakan perintah `insimg()` untuk menampilkan gambar hasil plot.

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

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



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

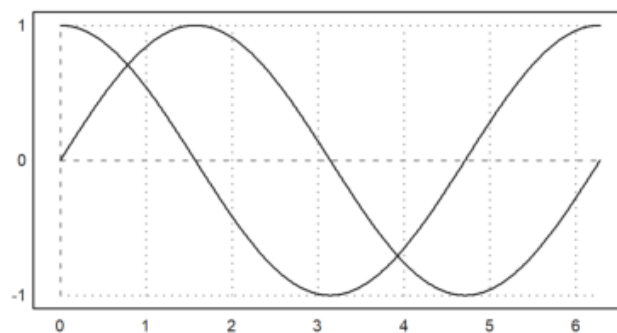
Plot dengan beberapa angka dicapai dengan cara yang sama. Ada fungsi `utility figure()` untuk ini.

Aspek Plot

Plot default menggunakan jendela plot persegi. Anda dapat mengubahnya dengan fungsi `aspect()`. Jangan lupa untuk mengatur ulang aspeknya 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 juga dapat mengubahnya untuk satu plot. Untuk melakukan ini, ukuran area plot saat ini diubah, dan jendela diatur sedemikian rupa sehingga label memiliki ruang yang cukup.

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



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

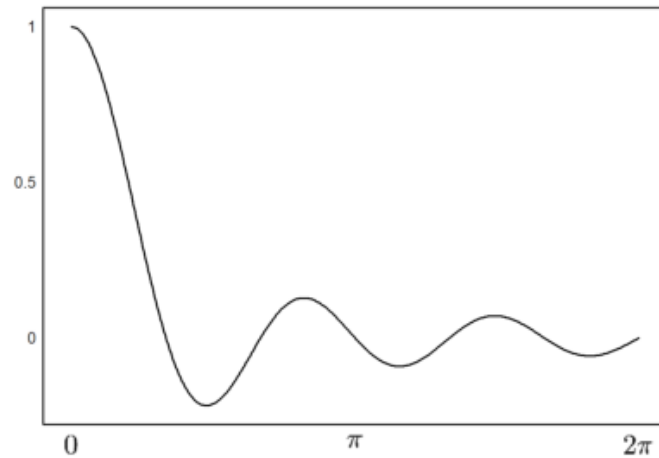
Fungsi `reset()` memulihkan default plot, termasuk rasio aspek.

Contoh Soal

Buatlah grafik fungsi $2\sin(2x)$ dan fungsi $\cos(3x)$ dengan $0 < x < 2\pi$ dan rasio 3:2

Penyelesaian:

```
>reset();
>aspect(3/2); // menyetting rasio 3:2
>plot2d("sinc(3*x)", 0, 2pi, grid=4, <ticks); ...
>ygrid(-2:0.5:2, grid=4); ...
>xgrid([0:2]*pi, <ticks, grid=4); ...
>xtick([0, pi, 2pi], ["0", "\pi", "2\pi"], >latex):
```



Gunakan `xgrid()` dan `xtick()` untuk mengubah rentang x dalam bentuk pi.

Plot 2D di Euler

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

Hal ini memungkinkan untuk memplot di Maxima menggunakan Gnuplot atau di Python menggunakan Math Plot Lib.

Euler dapat memplot plot 2D dari

- ekspresi
- fungsi, variabel, atau kurva yang diparameterkan,
- vektor nilai x-y,
- awan titik-titik di dalam pesawat,
- kurva implisit dengan level atau wilayah level.
- fungsi kompleks

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

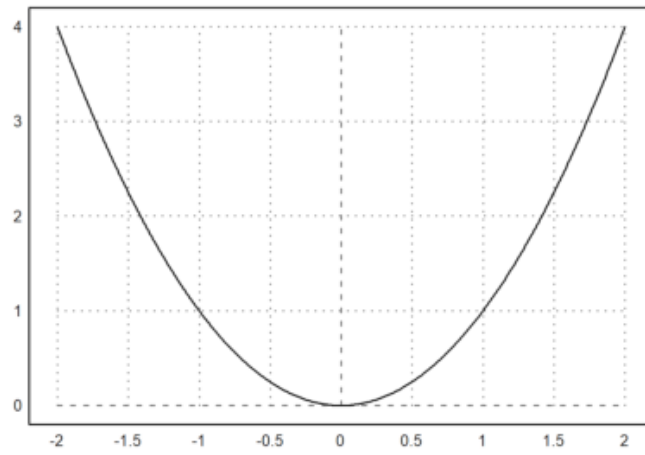
Plot Ekspresi atau Variabel

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

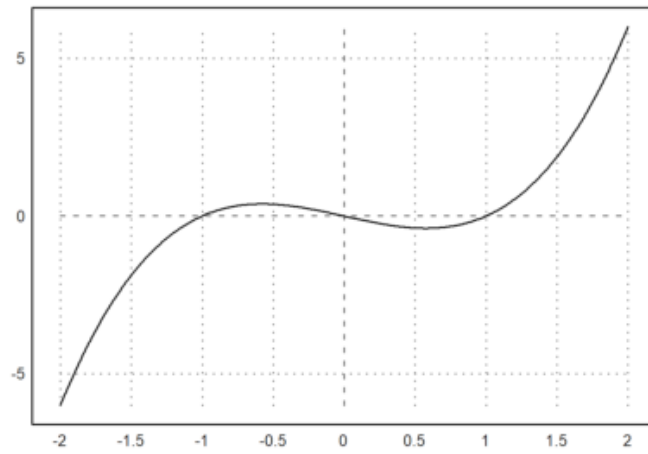
Berikut ini adalah contoh paling dasar, yang menggunakan rentang default dan menetapkan rentang y yang tepat agar sesuai dengan plot fungsi.

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

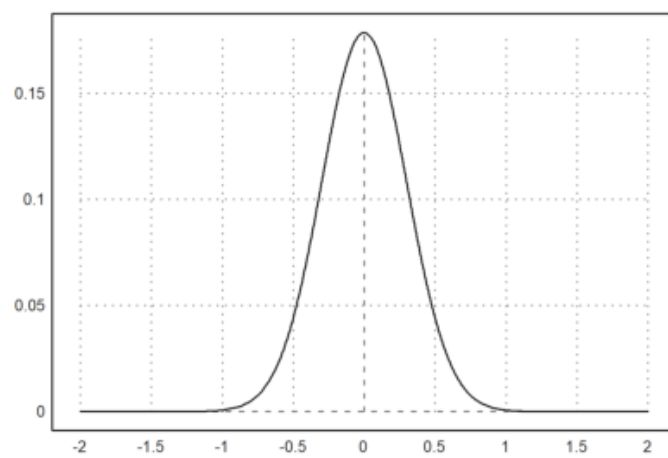
```
>plot2d("x^2") :
```



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



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

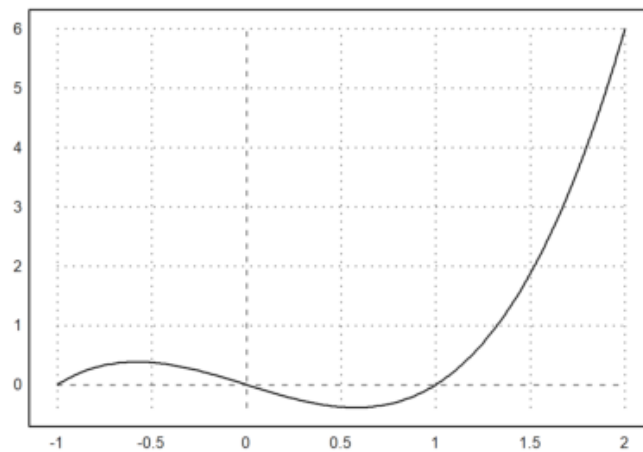


Dari beberapa contoh sebelumnya Anda dapat melihat bahwa aslinya gambar plot menggunakan sumbu X dengan rentang nilai dari -2 sampai dengan 2. Untuk mengubah rentang nilai X dan Y, Anda dapat menambahkan nilai-nilai batas X (dan Y) di belakang ekspresi yang digambar.

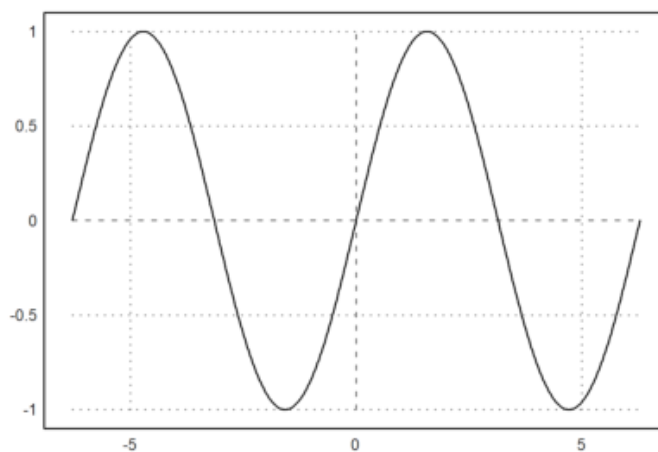
Rentang plot ditetapkan dengan parameter yang ditetapkan berikut ini

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

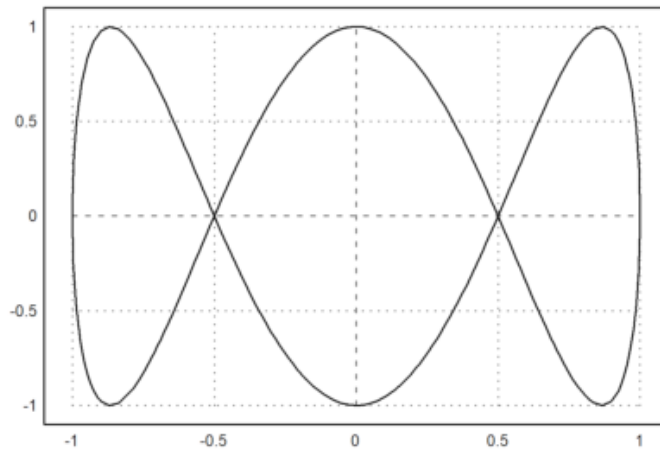
```
>plot2d("x^3-x",-1,2):
```



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



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



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

Dalam opsi, plot dapat diatur untuk muncul

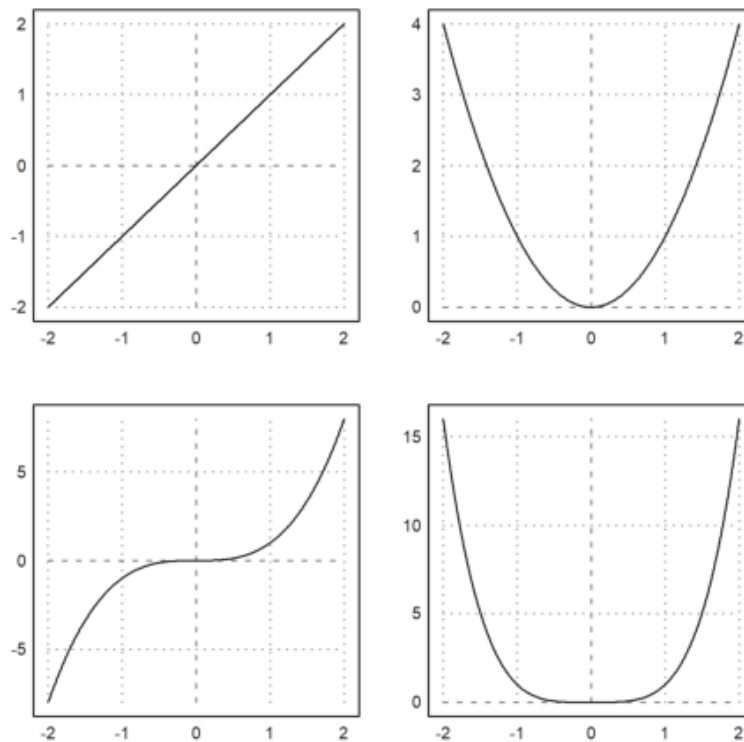
- dalam jendela terpisah yang dapat diubah ukurannya,
- di jendela notebook.

Untuk style lainnya dapat dicapai dengan perintah plot tertentu.

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

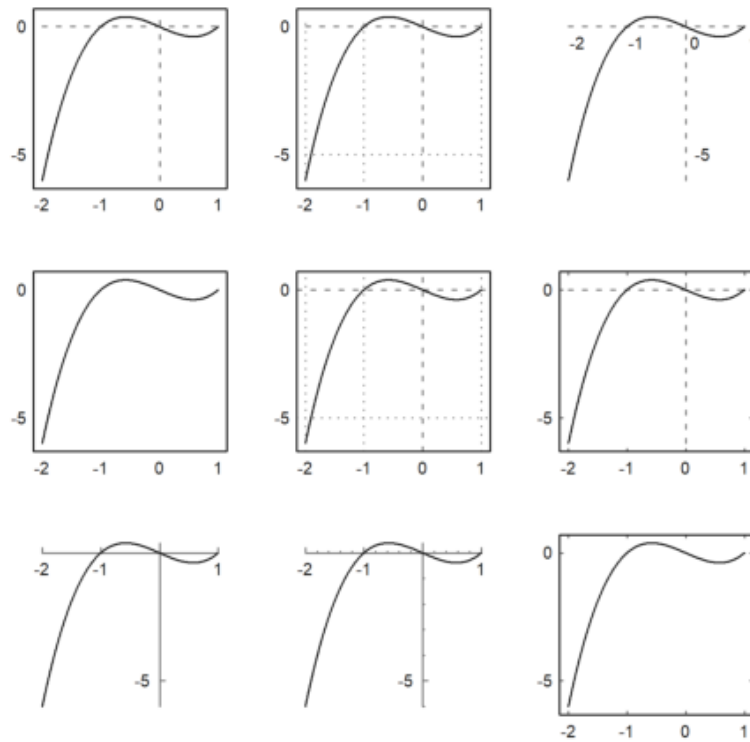
Untuk membagi jendela menjadi beberapa plot, gunakan perintah `figure()`. Pada contoh, kita memplot x^1 hingga x^4 menjadi 4 bagian jendela. Gunakan `figure(0)` untuk mengatur ulang jendela default.

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



Pada `plot2d()`, terdapat beberapa gaya alternatif yang tersedia dengan `grid=x`. Sebagai gambaran umum, kami menampilkan berbagai gaya grid dalam satu gambar (lihat di bawah ini untuk perintah `figure()`). Gaya `grid=0` tidak disertakan. Gaya ini tidak menampilkan grid dan frame.

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

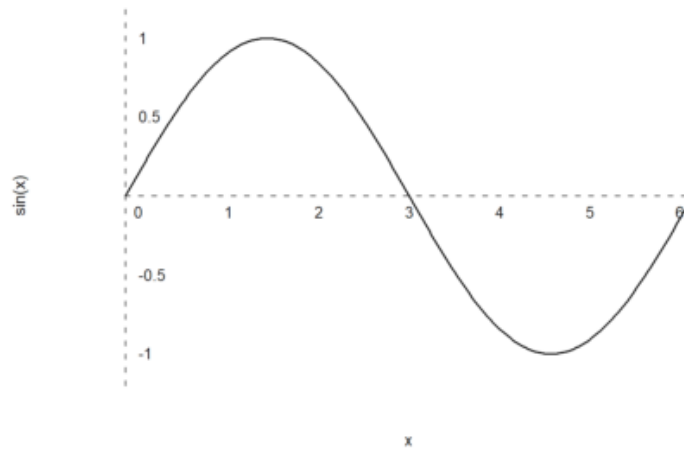


Jika argumen untuk `plot2d()` adalah sebuah ekspresi yang diikuti oleh empat angka, angka-angka ini adalah rentang `x` dan `y` untuk plot.

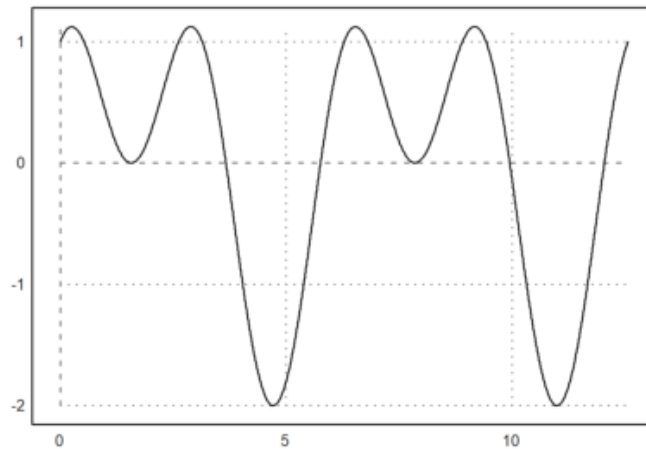
Sebagai alternatif, `a`, `b`, `c`, `d` dapat ditetapkan sebagai parameter yang ditetapkan sebagai `a=...` dst.

Pada 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):
```

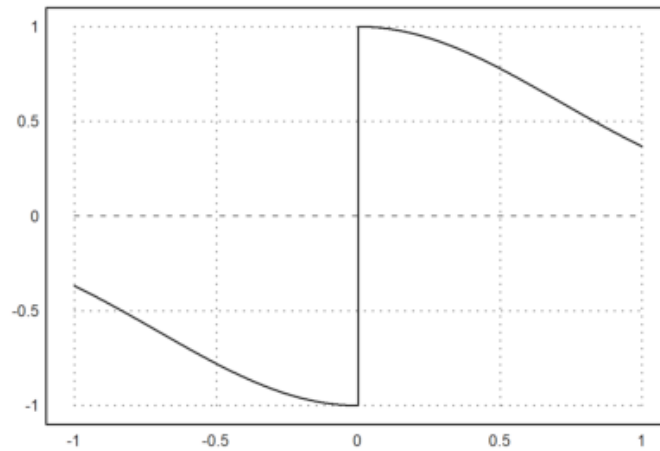


Gambar yang dihasilkan dengan menyisipkan plot ke dalam jendela teks disimpan di direktori yang sama dengan notebook, secara default dalam subdirektori bernama "images". Gambar-gambar tersebut juga digunakan oleh ekspor HTML.

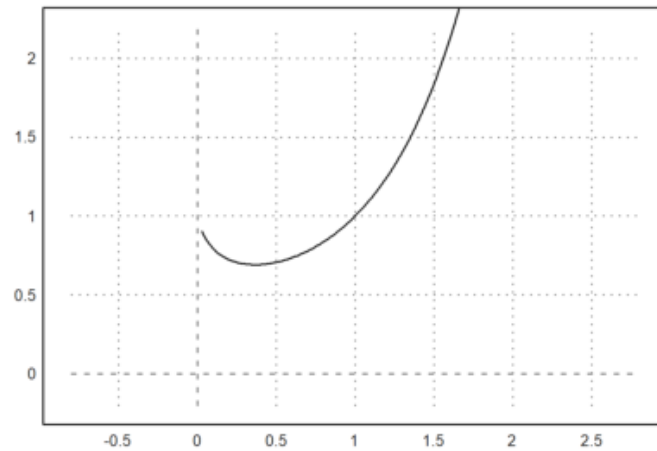
Anda cukup menandai gambar apa pun dan menyalinnya ke clipboard dengan Ctrl-C. Tentu, Anda juga dapat mengeksport grafik saat ini dengan fungsi-fungsi dalam menu File.

Fungsi atau ekspresi dalam plot2d dievaluasi secara adaptif. Untuk kecepatan yang lebih tinggi, matikan plot adaptif dengan <adaptive dan tentukan jumlah subinterval dengan n=... Hal ini hanya diperlukan pada kasus-kasus yang jarang terjadi.

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

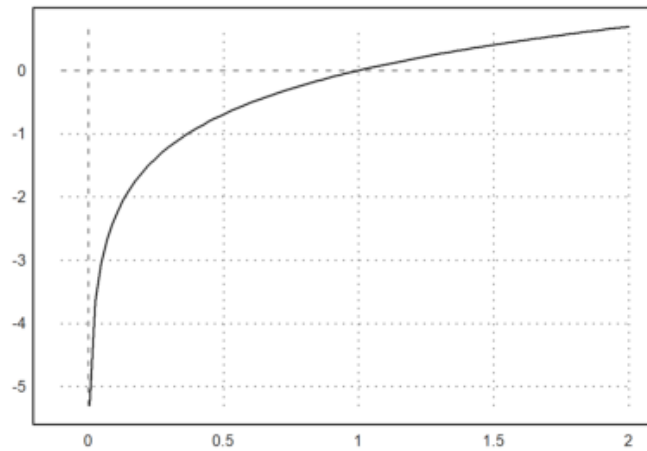


```
>plot2d("x^x",r=1.2,cx=1,cy=1):
```



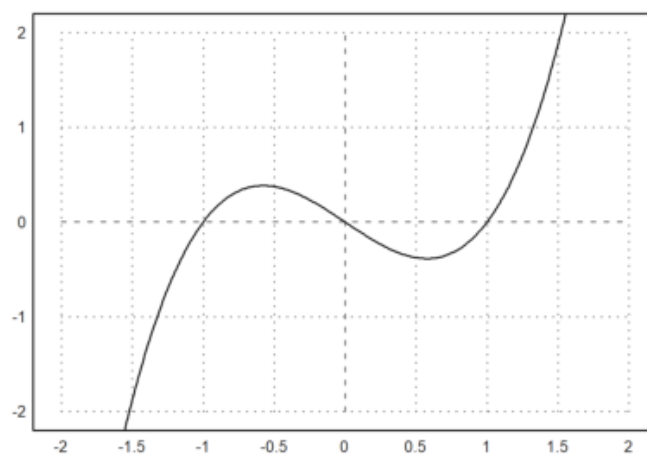
Perhatikan bahwa x^x tidak didefinisikan untuk $x \leq 0$. Fungsi `plot2d` menangkap kesalahan ini, dan mulai memplot segera setelah fungsi didefinisikan. Hal ini berlaku untuk semua fungsi yang mengembalikan NAN di luar jangkauan definisinya.

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

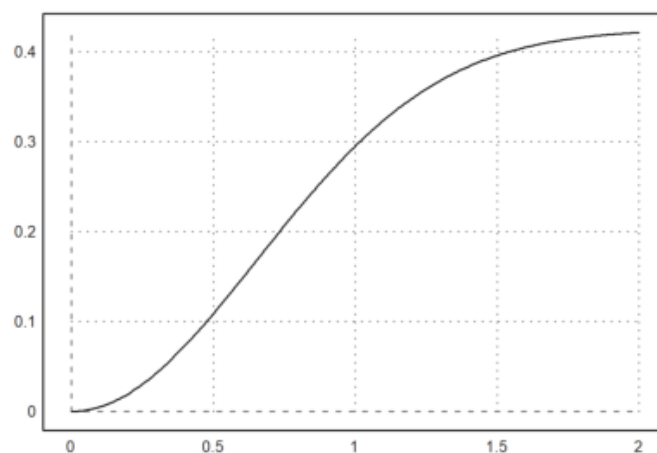


Parameter `square=true` (atau `>square`) memilih rentang y secara otomatis sehingga hasilnya adalah jendela plot persegi. Perhatikan bahwa secara default, Euler menggunakan ruang persegi di dalam jendela plot.

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

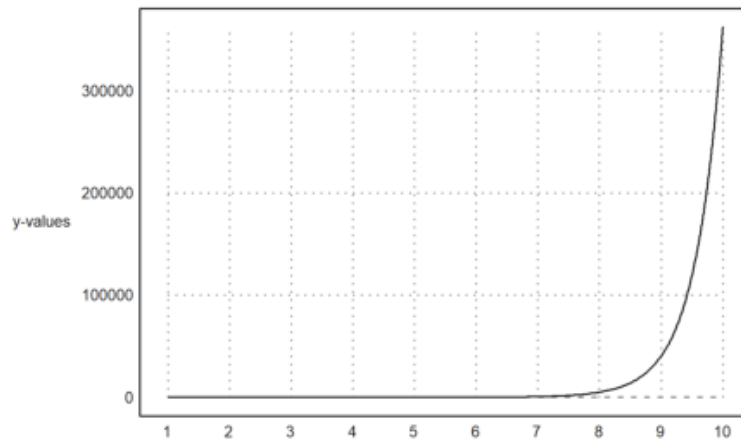


```
>plot2d(''integrate("sin(x)*exp(-x^2)",0,x)'',0,2): // plot integral
```



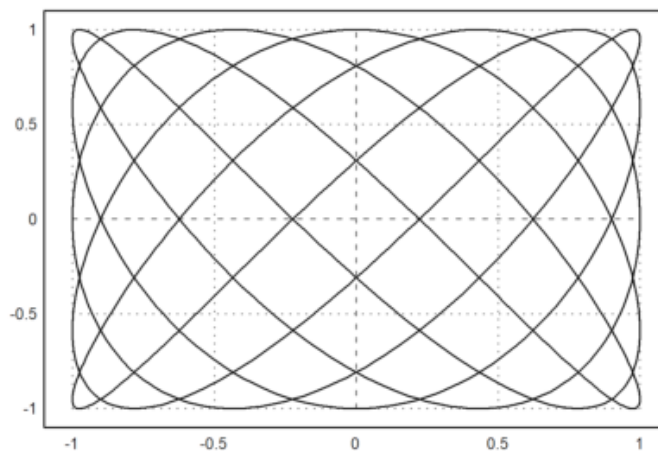
Jika Anda membutuhkan lebih banyak ruang untuk label-y, panggil `shrinkwindow()` dengan parameter lebih kecil, atau tetapkan nilai positif untuk "smaller" pada `plot2d()`.

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

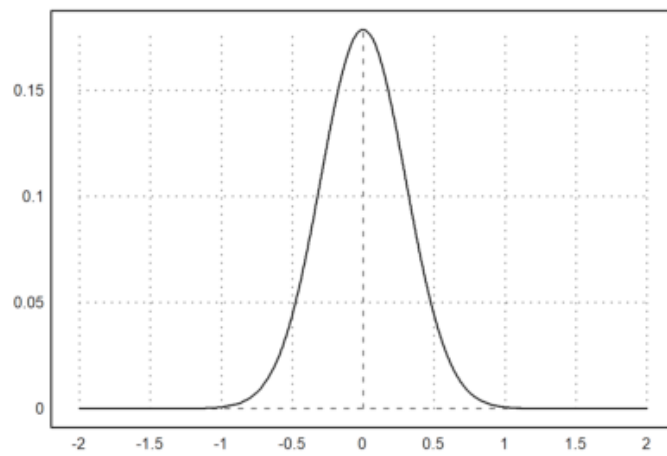


Ekspresi simbolik juga dapat digunakan, karena disimpan sebagai ekspresi string sederhana.

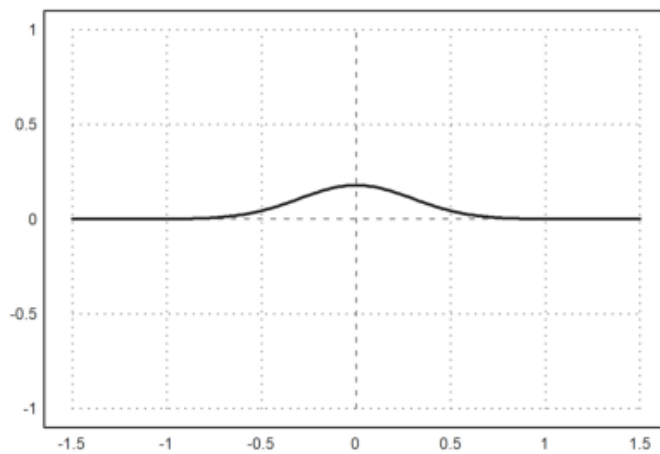
```
>x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(5x),cos(7x)):
```



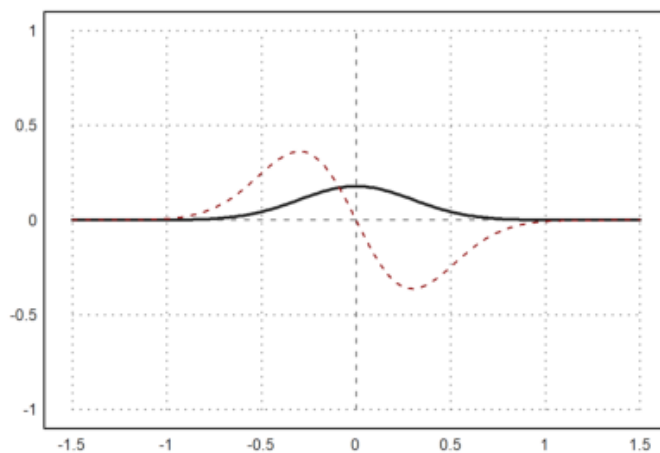
```
>a:=5.6; expr &= exp(-a*x^2)/a; // define expression  
>plot2d(expr,-2,2): // plot from -2 to 2
```



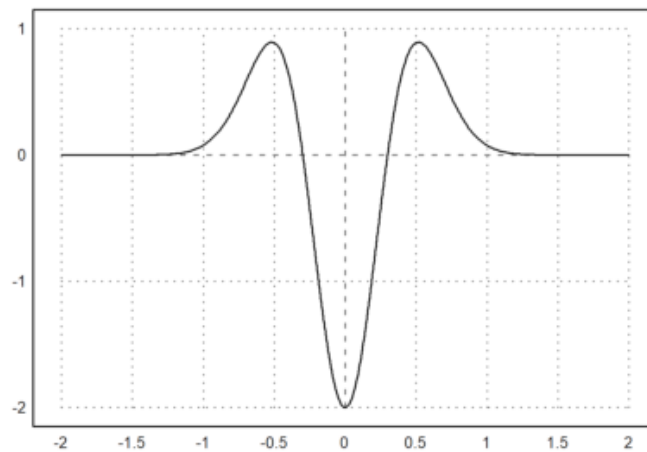
```
>plot2d(expr,r=1,thickness=2): // plot in a square around (0,0)
```



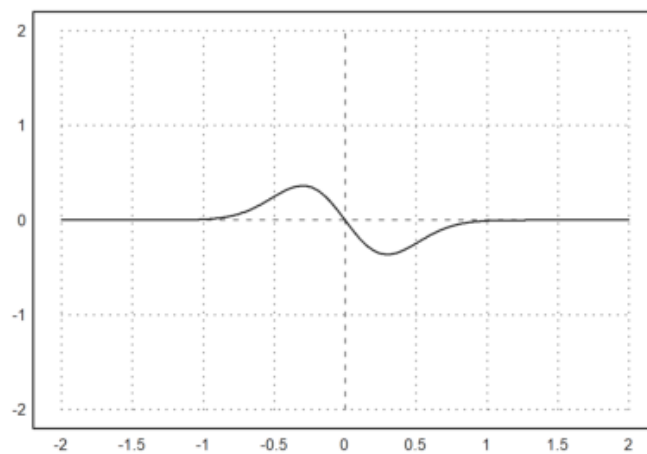
```
>plot2d(&diff(expr,x),>add,style="--",color=red): // add another plot
```



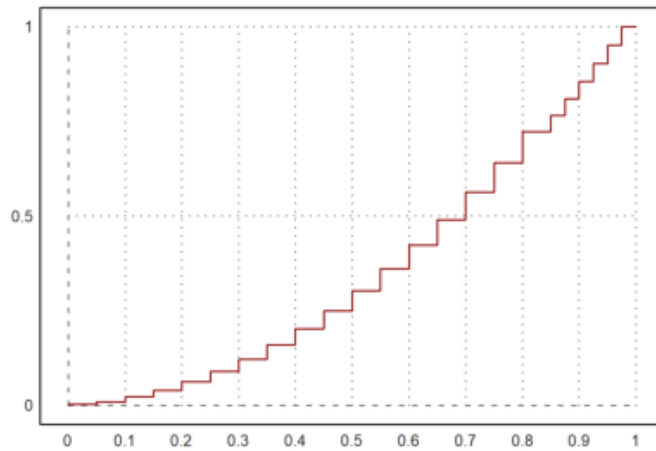
```
>plot2d(&diff(expr,x,2),a=-2,b=2,c=-2,d=1): // plot in rectangle
```



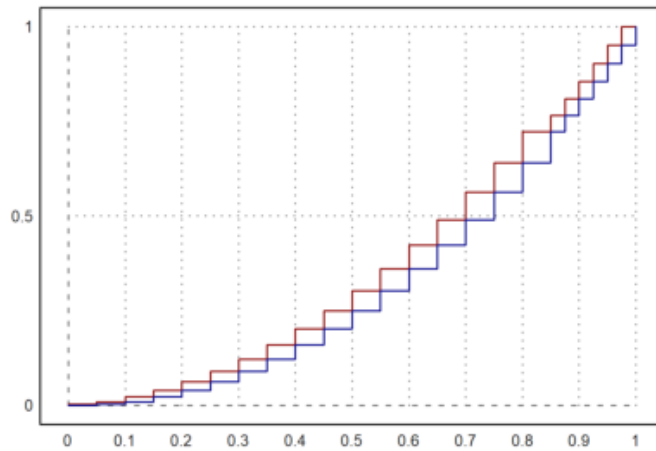
```
>plot2d(&diff(expr,x),a=-2,b=2,>square): // keep plot square
```



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



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



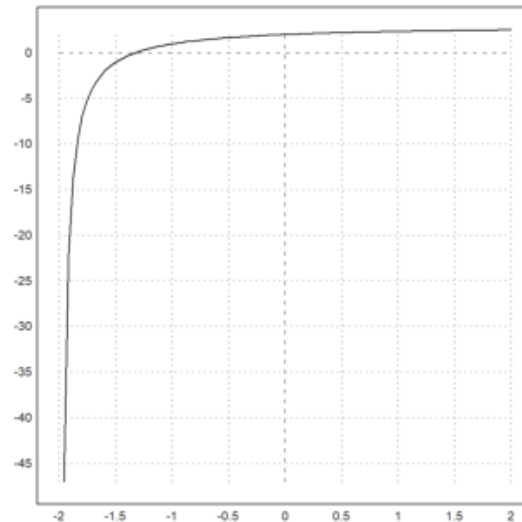
Contoh Soal

Tentukan asimtot dari fungsi rasional berikut

$$\frac{3x + 4}{x + 2}$$

Penyelesaian:

```
>reset();
>plot2d("(3*x+4)/(x+2)",-2,2); insimg(20)
```



Menghitung asimtot datar:
Untuk fungsi rasional

$$f(x) = \frac{ax^n + bx^{n-1} + cx^{n-2} + \dots + k}{px^m + qx^{m-1} + rx^{m-2} + \dots + z}$$

1. Jika $n < m$, maka asimtot datarnya adalah $y=0$
2. Jika $n=m$, maka asimtot datarnya adalah $y=a/p$
3. Jika $n > m$, maka asimtotnya berupa asimtot miring atau asimtot kurva.

$$\frac{3x + 4}{x + 2}$$

Karena $n=m$, maka asimtot datarnya adalah 3
Menghitung asimtot tegak:

$$\frac{3x + 4}{x + 2}$$

Ambil penyebutnya menjadi

$$x + 2 = 0$$

$$x = -2$$

Maka asimtot tegaknya adalah -2

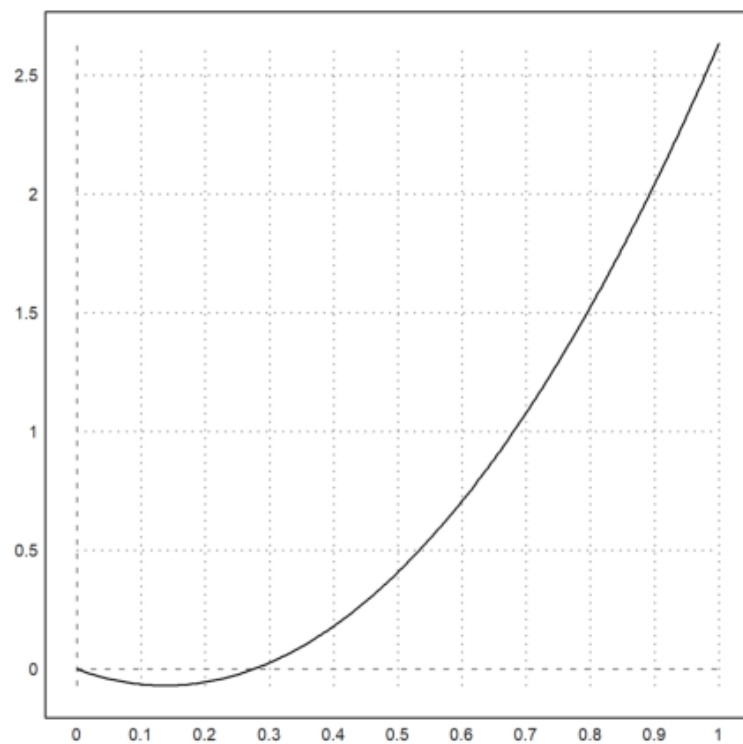
```
>reset();
```

Fungsi dalam satu Parameter

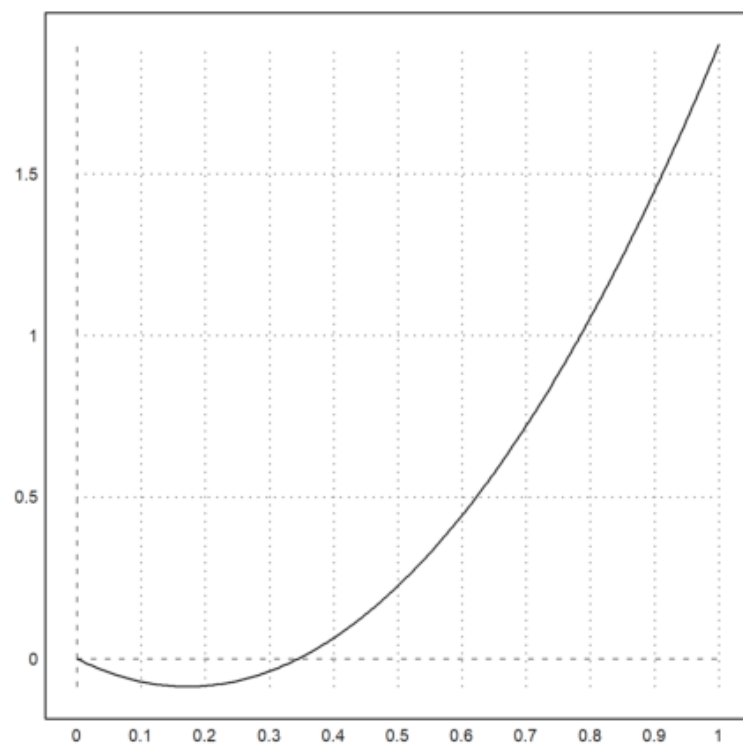
Fungsi plot yang paling penting untuk plot planar adalah `plot2d()`. Fungsi ini diimplementasikan dalam bahasa Euler dalam file "plot.e", yang dimuat pada awal program.

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

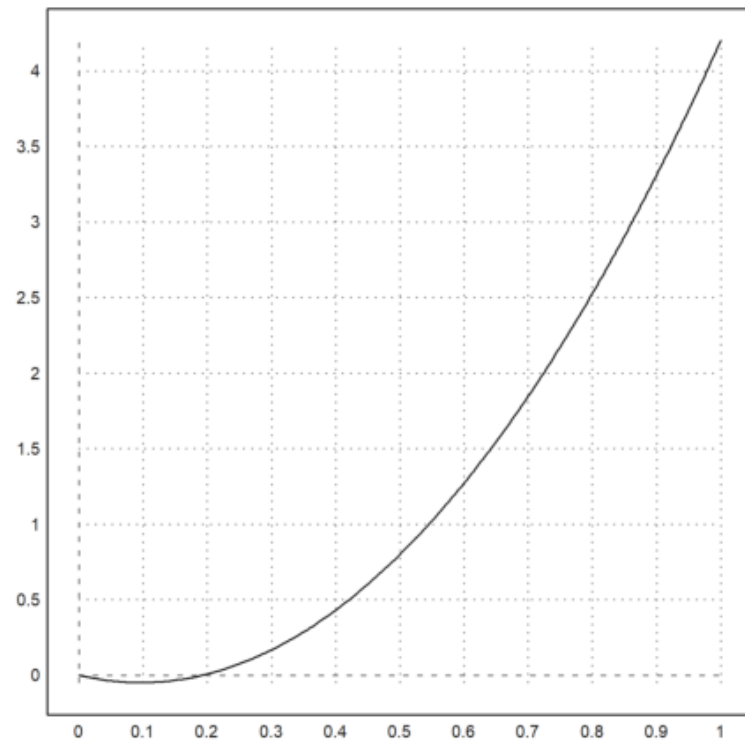

```
>function f(x,a) := x^2/a+a*x^2-x; // mendefinisikan fungsi  
>a=0.3; plot2d("f",0,1;a): // plot dengan a=0.3
```



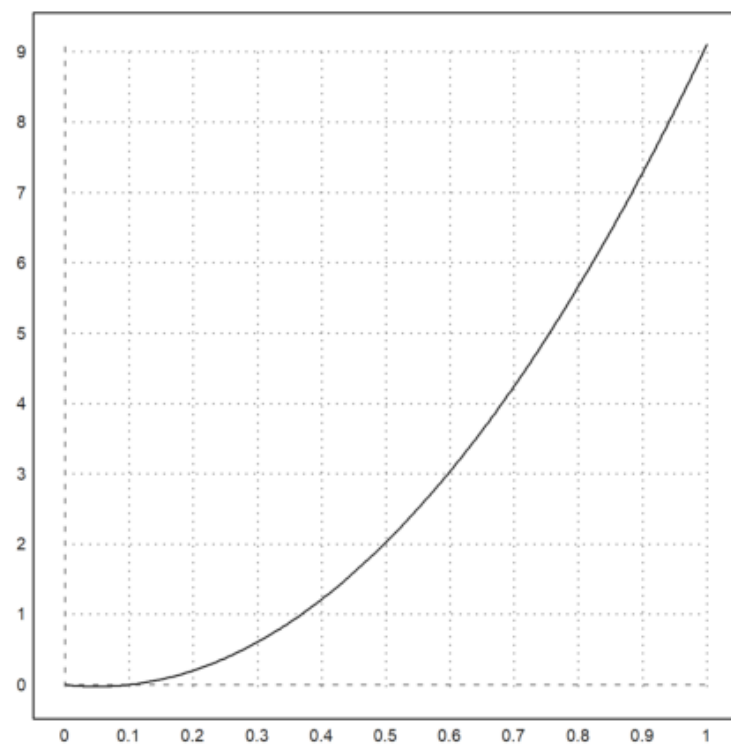
```
>plot2d("f",0,1;0.4): // plot dengan a=0.4
```



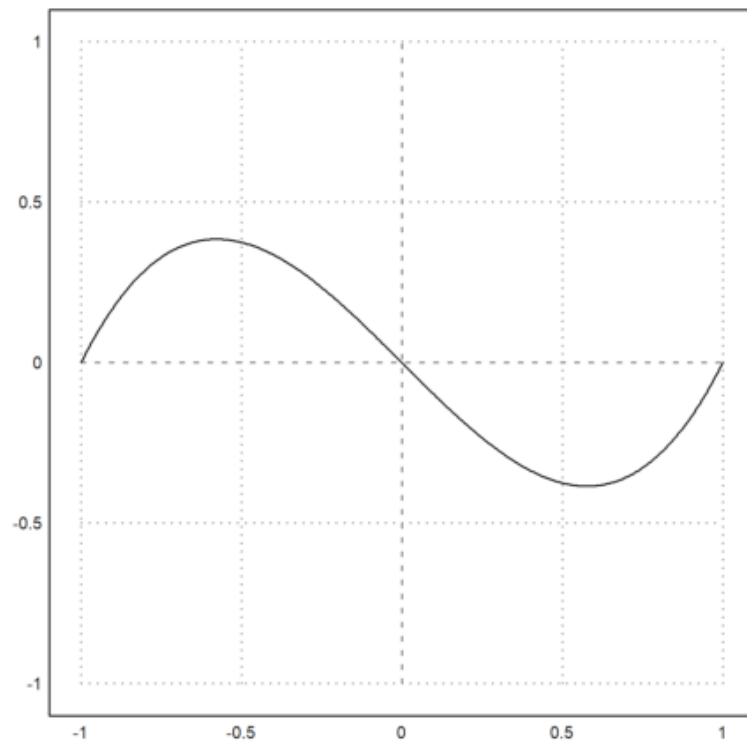
```
>plot2d({{"f",0.2}},0,1): // plot dengan a=0.2
```



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



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



Berikut ini adalah ringkasan dari fungsi yang diterima

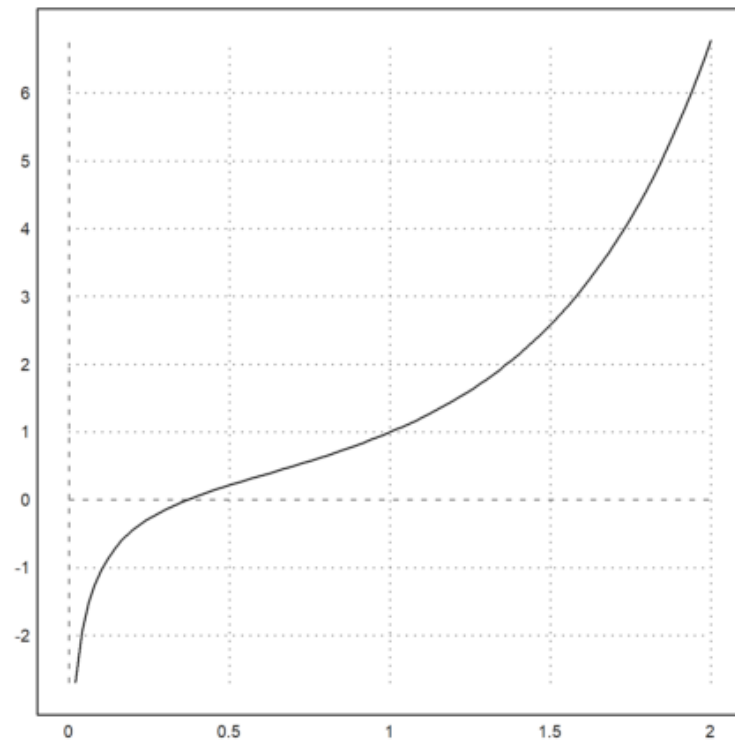
- ekspresi atau ekspresi simbolik dalam x
- fungsi atau fungsi simbolis dengan nama sebagai "f"
- fungsi simbolik hanya dengan nama f

Fungsi plot2d() juga menerima fungsi simbolik. Untuk fungsi simbolik, nama saja sudah cukup.

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

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

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

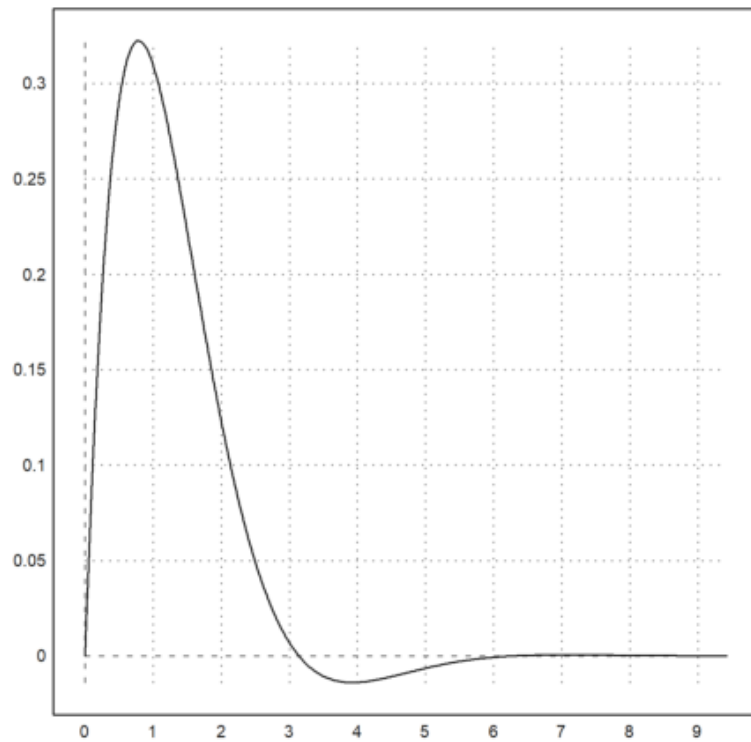


Tentu saja, untuk ekspresi atau ekspresi simbolik, nama variabel sudah cukup untuk memplotnya.

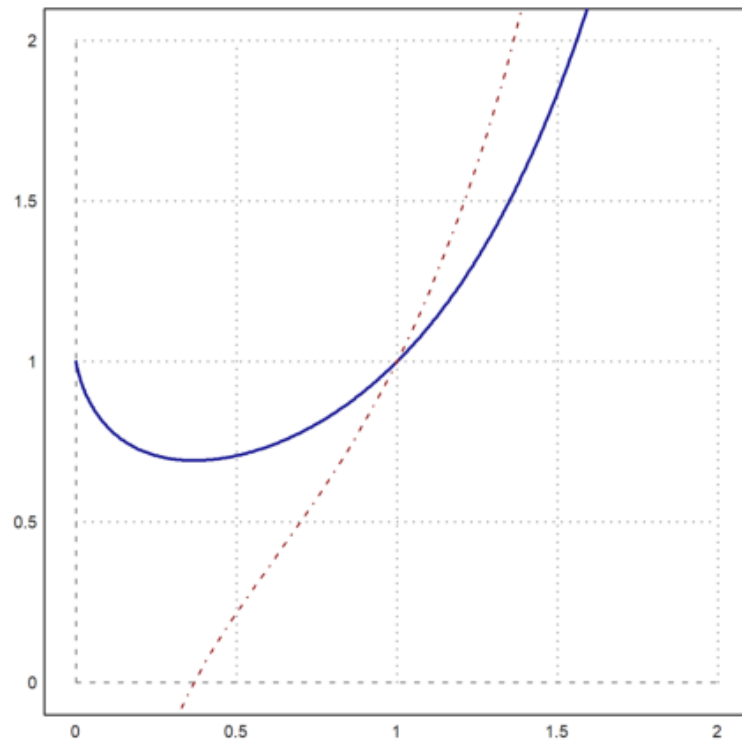
```
>expr &= sin(x)*exp(-x)
```

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

```
>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, terdapat berbagai opsi.

- style = "...". Pilih dari "-", "-.", "-.", ".", "-.", "-.-".

- color: Lihat di bawah untuk warna.

- thickness: Untuk ketebalan, standarnya adalah 1.

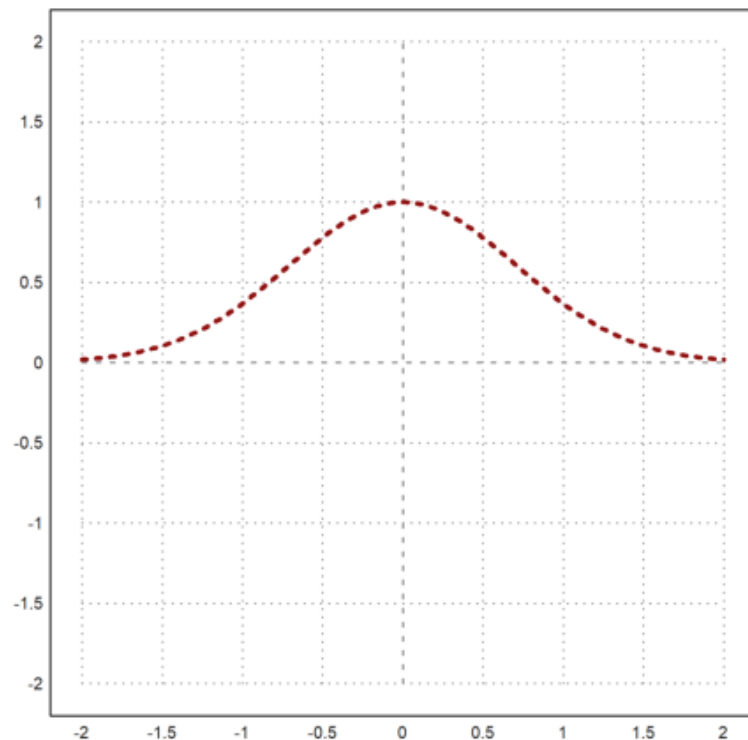
Warna dapat dipilih sebagai salah satu warna default, atau sebagai warna RGB.

- 0..15: indeks warna default.

- konstanta warna: white, black, red, green, blue, cyan, olive, lightgray, gray, darkgray, orange, lightgreen, turquoise, lightblue, lightorange, yellow

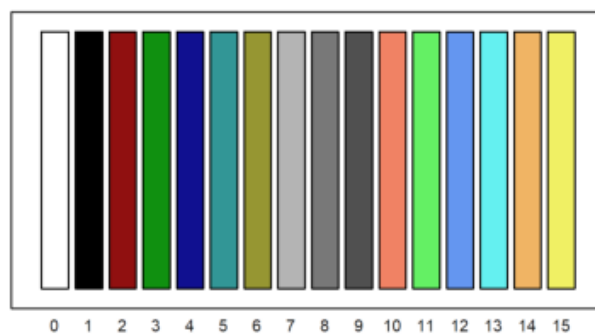
- rgb (red,green,blue): parameter dalam bentuk real dalam [0,1].

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



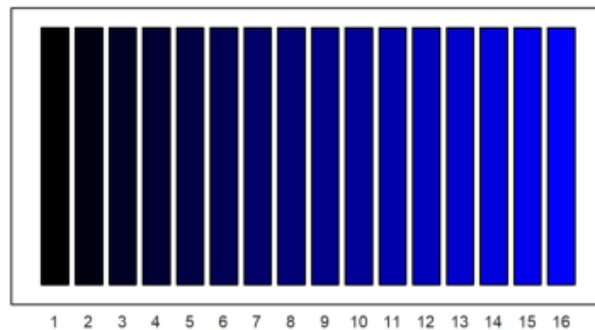
Berikut ini adalah tampilan warna EMT yang sudah ditetapkan sebelumnya.

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



Tetapi, Anda bisa menggunakan warna apa pun.

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



Contoh Soal

Buatlah grafik fungsi $f(x)$ dibawah ini beserta turunannya dalam satu plot.

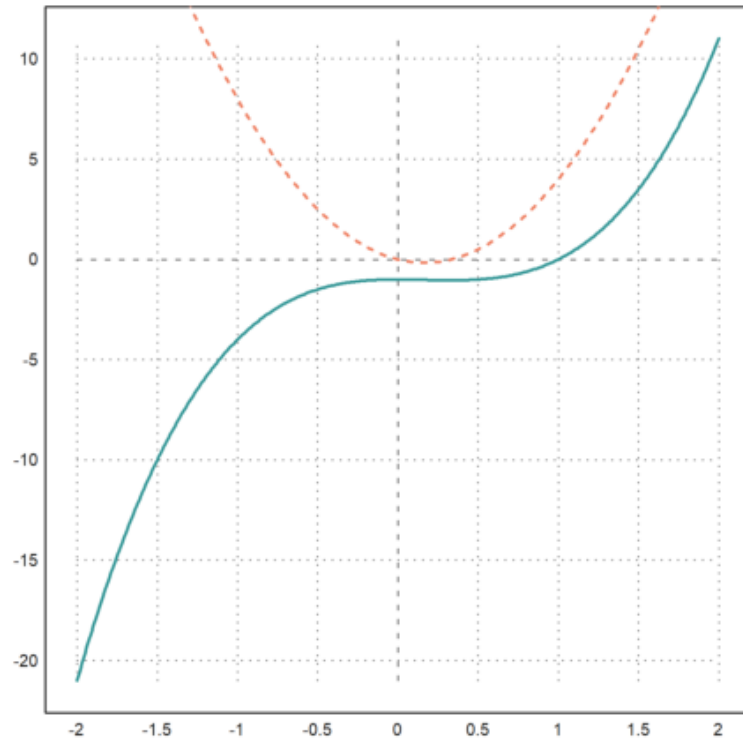
$$f(x) = 2x^3 - x^2 + 1$$

Penyelesaian:

```
>reset();  
>function f(x) &= 2*x^3-x^2-1
```

$$2x^3 - x^2 - 1$$

```
>plot2d(&f(x),color=cyan,thickness=2); // grafik fungsi f(x)  
>plot2d(&diff(f(x),x),>add,color=orange,style="--",thickness=2): // menambahkan grafik turunan
```

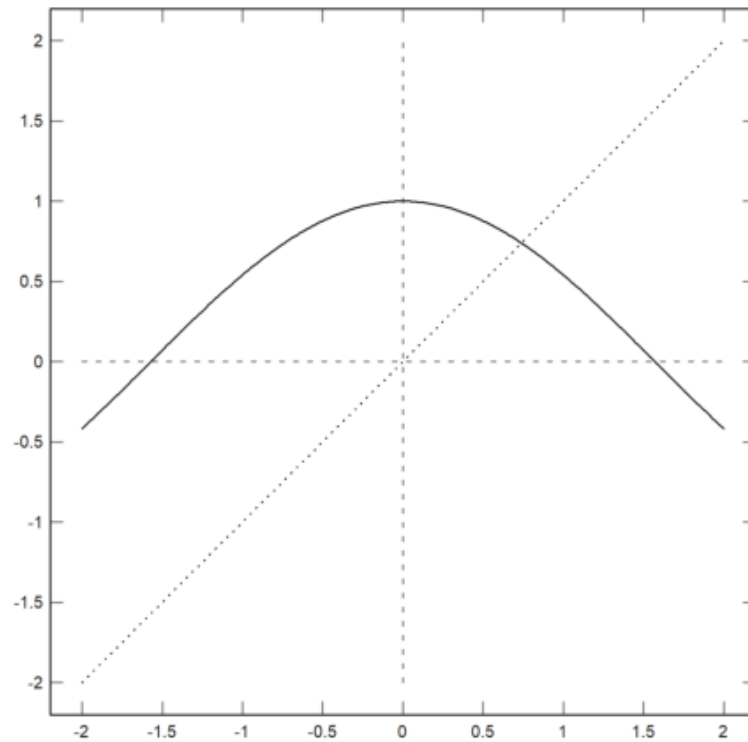


Pertama membuat grafik $f(x)$ terlebih dahulu, kemudian buat grafik turunan $f(x)$ dengan menambahkan "&diff.." sebelum menuliskan fungsi $f(x)$ lalu tanda koma x ", x " karena diturunkan terhadap x , diakhiri dengan tutup kurung. Untuk menambahkan grafik turunan $f(x)$ agar berada di plot koordinat yang sama dengan fungsi $f(x)$, tuliskan `>add`.

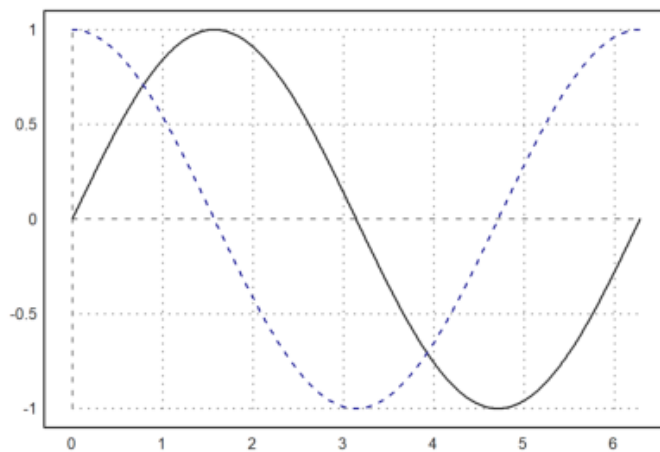
Menggambar Beberapa Kurva pada bidang koordinat yang sama

Memplot lebih dari satu fungsi (multiple functions) ke dalam satu jendela dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan `>add` untuk beberapa pemanggilan ke `plot2d` secara bersamaan, kecuali pemanggilan pertama. Kita telah menggunakan fitur ini pada contoh di atas.

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

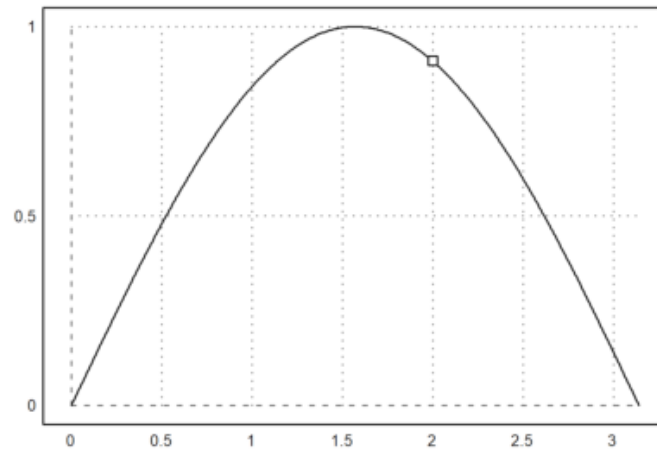



```
>aspect(1.5); plot2d("sin(x)",0,2pi); plot2d("cos(x)",color=blue,style="--",>add):
```



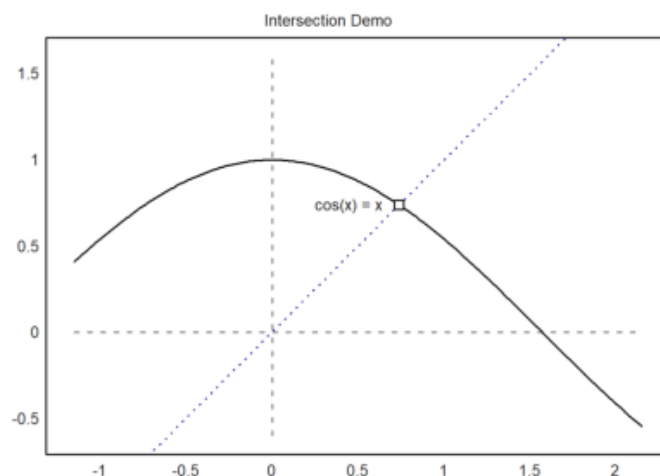
Salah satu kegunaan `>add` adalah untuk menambahkan titik pada kurva.

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



Kami menambahkan titik perpotongan dengan label (pada posisi "cl" untuk kiri tengah), dan menyisipkan 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 ini, kami 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 ini dengan tiga kali pemanggilan `plot2d()`. Pemanggilan kedua dan ketiga memiliki set flag `>add`, yang membuat plot menggunakan rentang sebelumnya.

Kami menambahkan kotak label yang menjelaskan fungsinya.

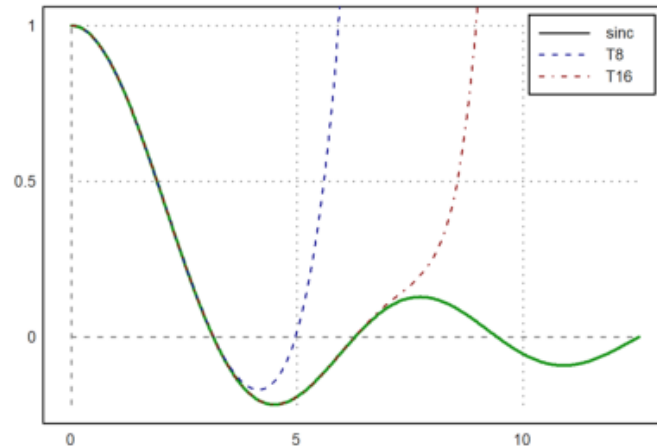
```
>$taylor(sin(x)/x, x, 0, 4)
```

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

```

>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]):

```



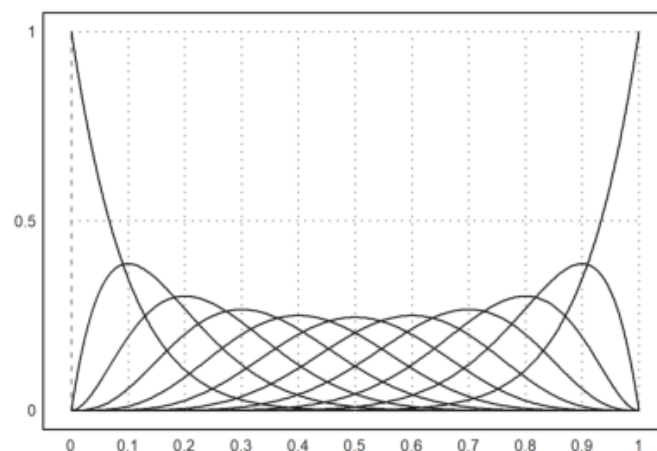
Pada contoh berikut, kami menghasilkan Polinomial Bernstein.

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

```

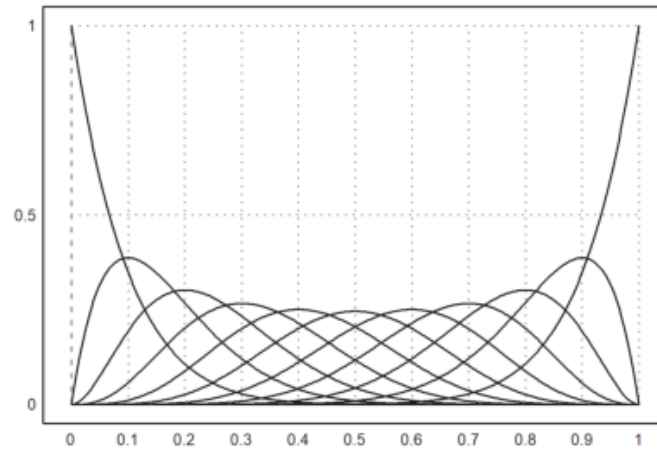
>plot2d("(1-x)^10",0,1); // plot fungsi pertama
>for i=1 to 10; plot2d("bin(10,i)*x^i*(1-x)^(10-i)",>add); end;
>insimg;

```



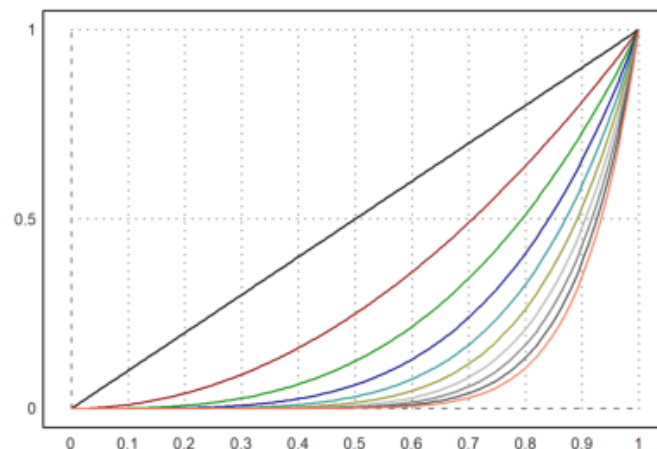
Metode kedua adalah menggunakan sepasang matriks nilai x dan matriks nilai y dengan ukuran yang sama. Kita membuat sebuah matriks nilai dengan satu Bernstein-Polynomial di setiap baris. Untuk ini, kita cukup menggunakan vektor kolom i. Lihatlah pengantar tentang bahasa matriks untuk mempelajari lebih lanjut.

```
>x=linspace(0,1,500);
>n=10; k=(0:n)'; // n adalah vektor baris, k adalah vektor kolom
>y=bin(n,k)*x^k*(1-x)^(n-k); // y adalah matriks, maka
>plot2d(x,y):
```



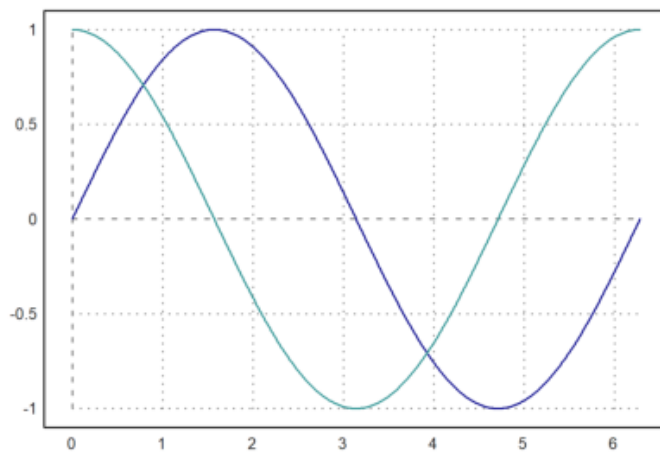
Perhatikan bahwa parameter warna dapat berupa vektor. Kemudian setiap warna digunakan untuk setiap baris matriks.

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

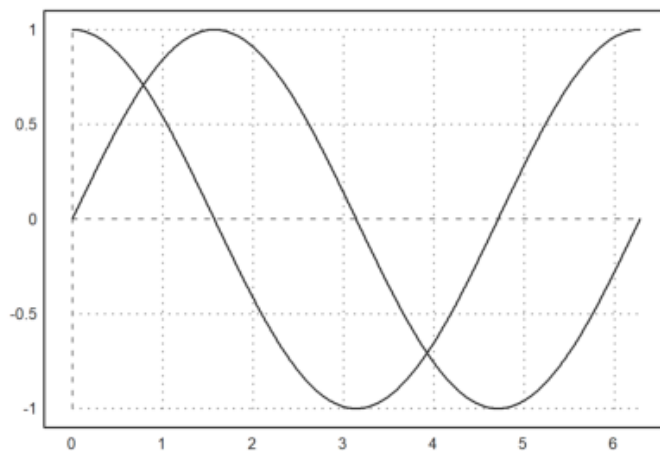


Metode lainnya adalah menggunakan vektor ekspresi (string). Anda kemudian dapat menggunakan larik warna, larik gaya, dan larik ketebalan dengan panjang yang sama.

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



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



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

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

```

      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) // mendapatkan vektor string dari vektor simbolik
```

```

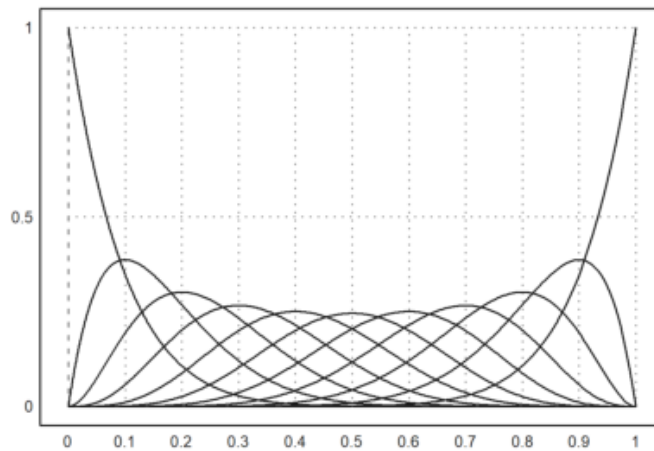
(1-x)^10
10*(1-x)^9*x
```

```

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): // fungsi plot
```

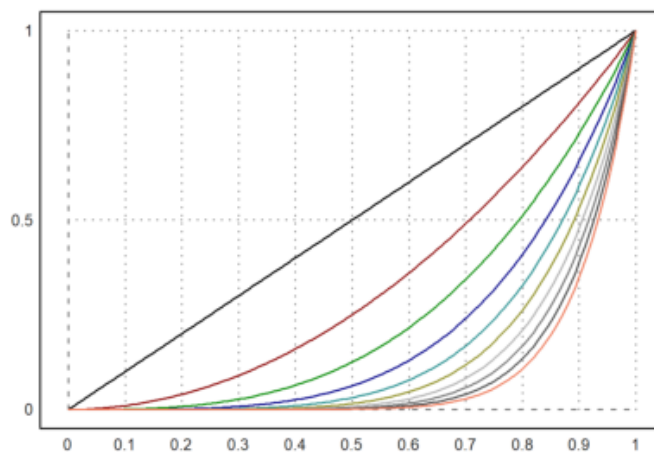


Alternatif lain adalah dengan menggunakan bahasa matriks Euler.

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

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

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

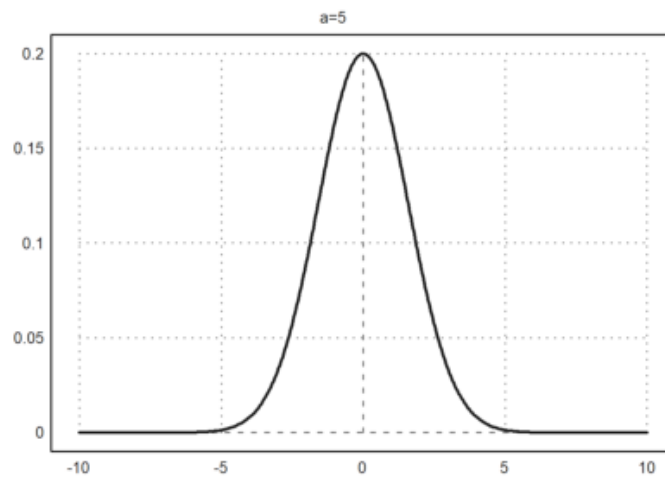


Ekspresi dan fungsi satu baris dapat melihat variabel global.

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

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

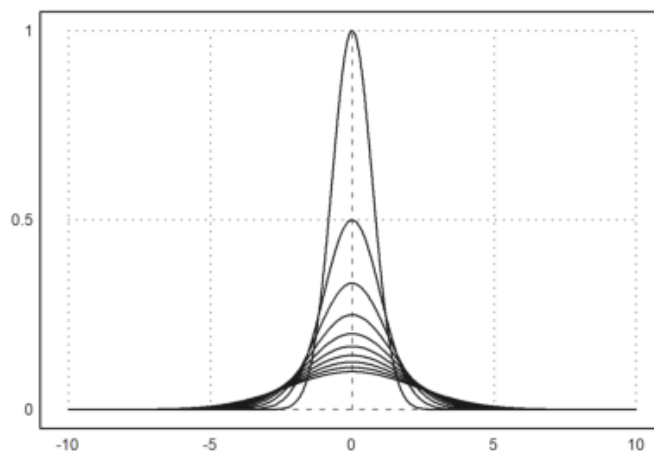
```
>function f(x,a) := 1/a*exp(-x^2/a); ...  
>plot2d("f",-10,10;5,thickness=2,title="a=5") :
```



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

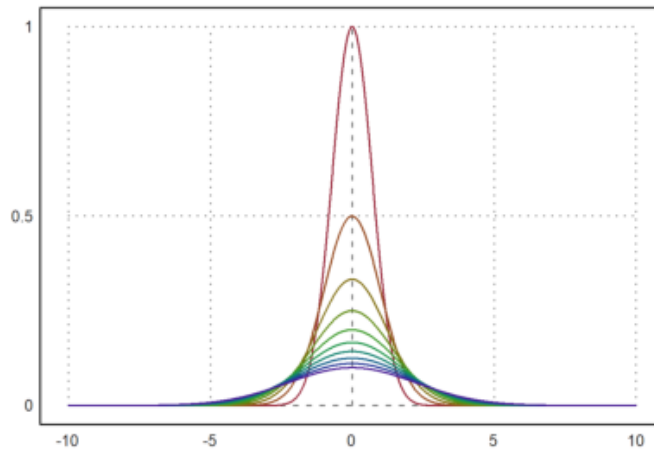
Pada contoh berikut ini, kita menggunakan loop untuk memplot beberapa fungsi (lihat tutorial tentang pemrograman untuk loop).

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



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

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



Contoh Soal

Gambarlah grafik kedua fungsi berikut dan tentukan titik potong kedua grafik.

$$f(x) = \frac{x^3 - 9x^2 + 2}{3}, 0 \leq x \leq 10$$

$$g(x) = \frac{5}{3}x + \frac{2}{3}, 0 \leq x \leq 10$$

Penyelesaian:

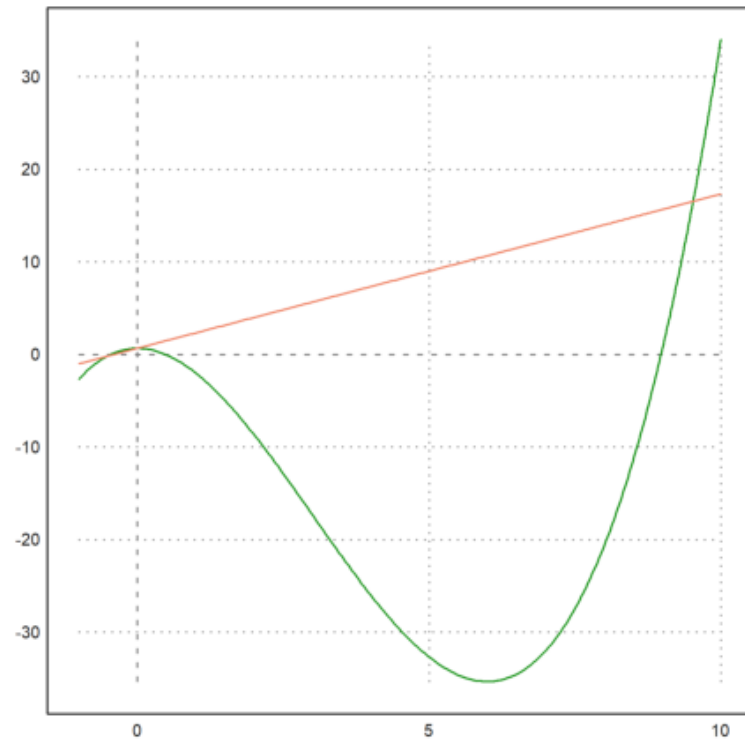
```
>reset();
>function f(x) &= (x^3-9*x^2+2)/3 // mendefinisikan fungsi f(x)
```

$$\frac{x^3 - 9x^2 + 2}{3}$$

```
>function g(x) &= 5/3*x+2/3 // mendefinisikan fungsi g(x)
```

$$\frac{5}{3}x + \frac{2}{3}$$


```
>plot2d([&f(x), &g(x)], -1, 10, color=[green, orange]):
```



Dari grafik di atas, grafik fungsi $f(x)$ dan $g(x)$ dapat dibuat sekaligus dalam satu plot dengan menggunakan kurung siku `[]` setelah perintah `plot2d` dan kedua fungsi dipisahkan oleh koma. Begitu juga dengan pewarnaan kedua grafik.

Terlihat bahwa ada perpotongan di titik $x=0$ dan di sekitar titik $x=9.5$. Untuk lebih tepatnya, kita dapat menghitung titik perpotongan tersebut.

- Mencari titik potong pertama

```
>x1=0;
```

Substitusi nilai x_1 ke $f(x)$ dan $g(x)$

```
>f(x1), g(x1)
```

```
0.66666666666667
```

```
0.66666666666667
```

Karena hasilnya sama

Maka titik potong pertama di titik $(0, 0.667)$.

- Mencari titik potong kedua

Mencari x_2

```
>x2=solve("f(x)-g(x)", 10)
```

```
9.52493781056
```

Mencari y_2 dengan substitusi x_2 ke fungsi $f(x)$ dan $g(x)$

```
>g(x2), f(x2)
```

```
16.5415630176
```

```
16.5415630176
```

Karena hasilnya sama

Maka titik potong pertama di titik (9.5249, 16.5415).

Jadi, titik potong fungsi $f(x)$ dan $g(x)$ tersebut dengan $0 < x < 10$ adalah (0, 0.667) dan (9.5249, 16.5416). **Label**

Teks

Dekorasi sederhana dapat berupa

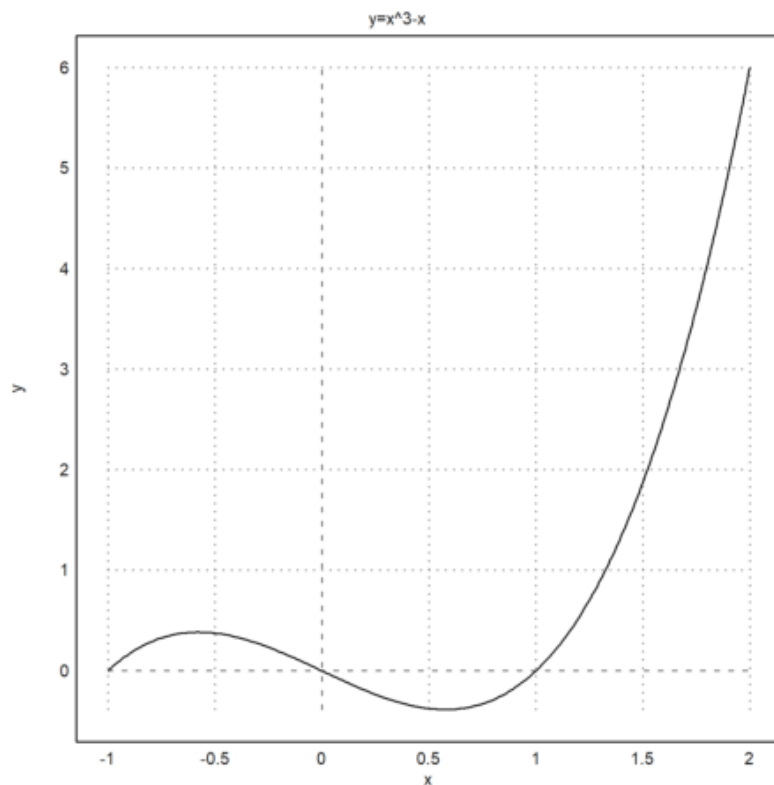
- judul dengan title = "..."

- Label x dan y dengan xl="...", yl="..."

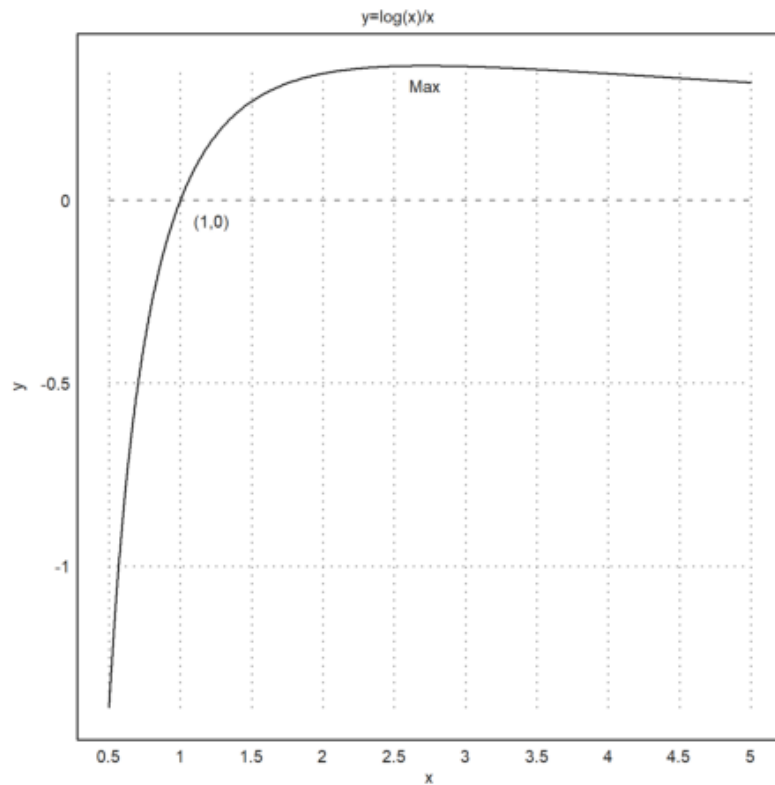
- label teks lain dengan label("...",x,y)

Perintah label akan memplot ke dalam plot saat ini pada koordinat plot (x,y). Perintah ini dapat menerima argumen posisi.

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

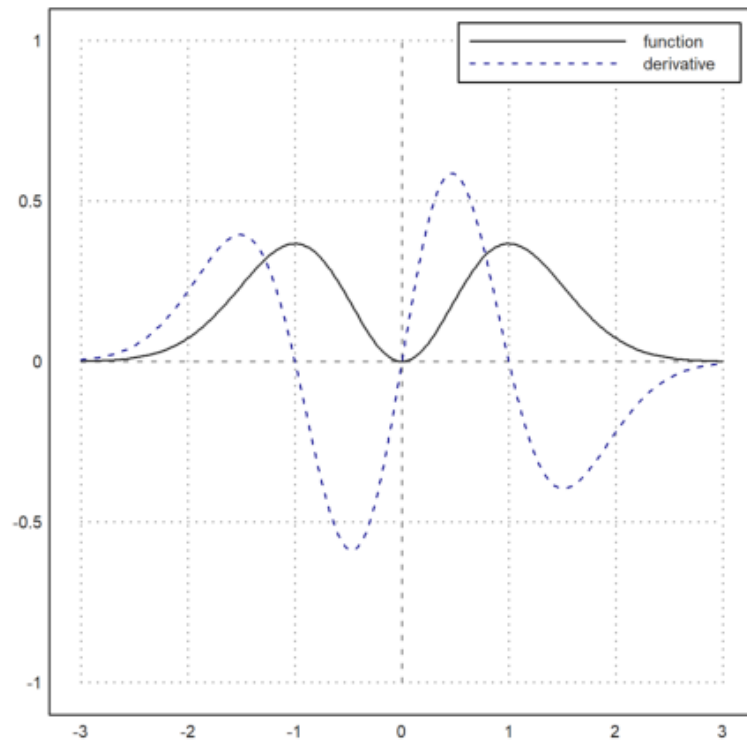


```
>expr := "log(x)/x"; ...  
> plot2d(expr,0.5,5,title="y="+expr,xl="x",yl="y"); ...  
> label("(1,0)",1,0); label("Max",E,expr(E),pos="lc") :
```



Ada juga fungsi `labelbox()`, yang dapat menampilkan fungsi dan teks. Fungsi ini membutuhkan 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):
```

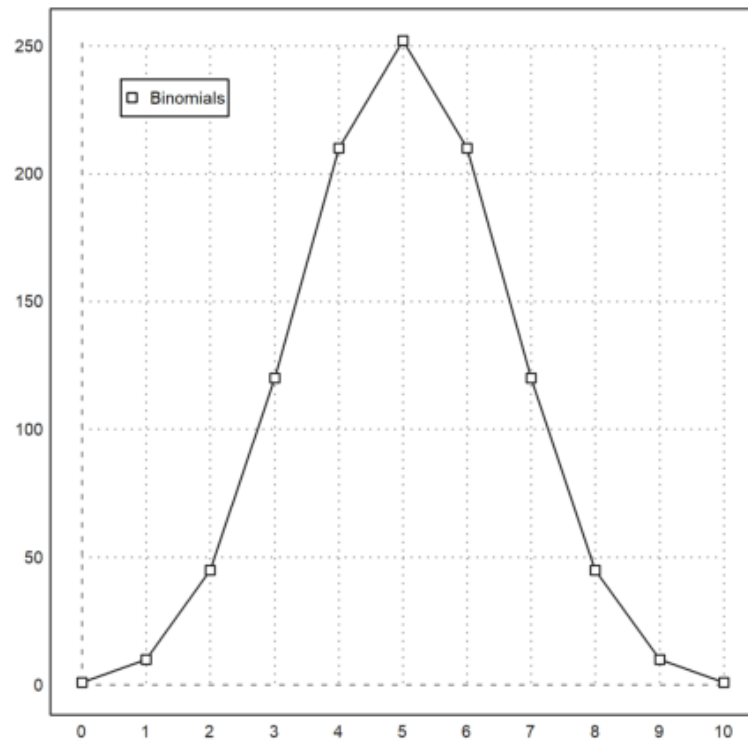


Kotak tersebut terletak di kanan atas secara default, tetapi menggunakan `>left` akan menambatkannya di kiri atas. Anda dapat memindahkannya ke tempat mana pun yang Anda suka. Posisi jangkar adalah sudut kanan atas kotak, dan angkanya adalah pecahan dari ukuran jendela grafik. Lebarinya adalah otomatis.

Untuk plot titik, kotak label juga dapat digunakan. Tambahkan sebuah parameter `>points`, atau sebuah vektor bendera, satu untuk setiap label.

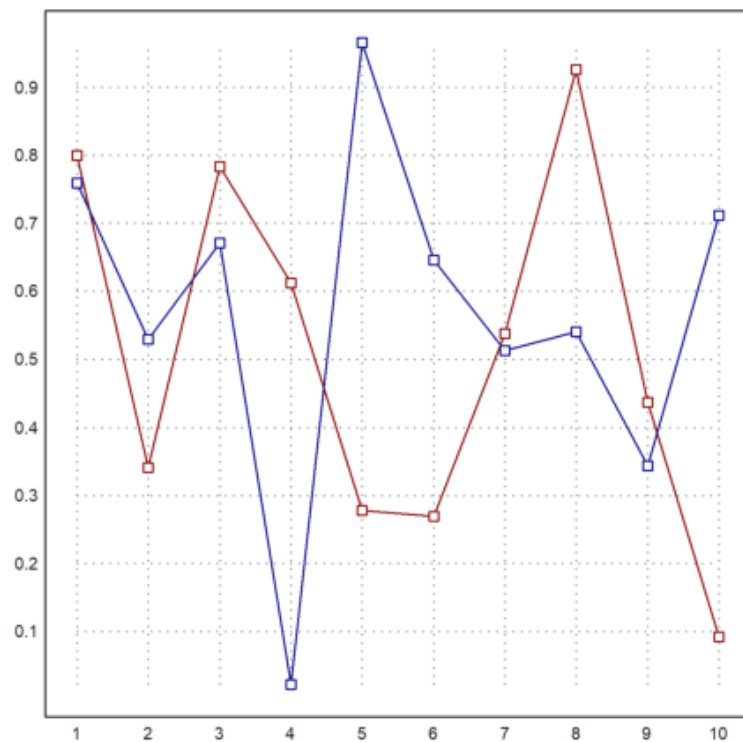
Pada contoh berikut ini, hanya ada satu fungsi. Jadi kita dapat menggunakan string dan bukan vektor string. Kami mengatur warna teks menjadi hitam untuk contoh ini.

```
>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 di `statplot()`. Seperti pada `plot2d()` warna dapat diatur untuk setiap baris plot. Terdapat lebih banyak plot khusus untuk keperluan statistik (lihat tutorial tentang statistik).

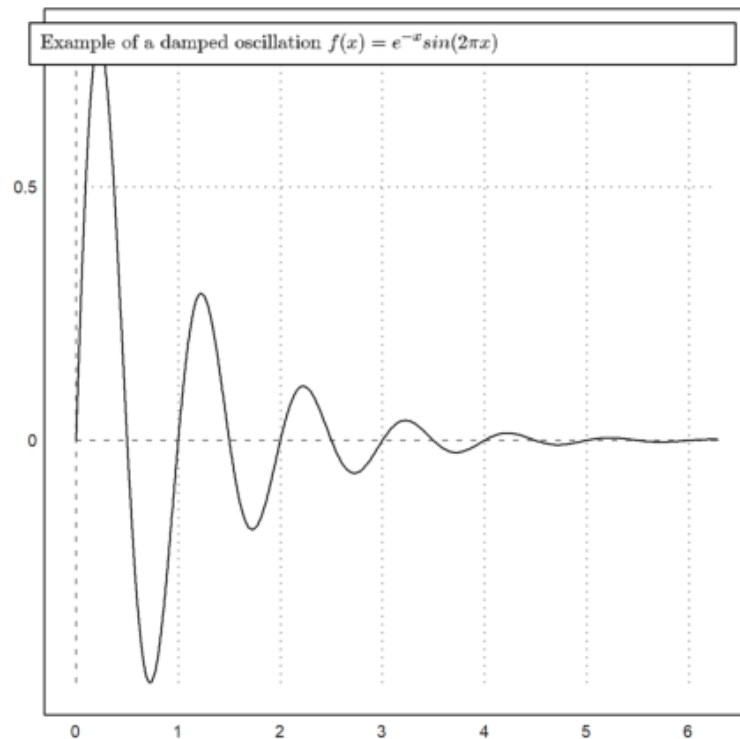
```
>statplot(1:10,random(2,10),color=[red,blue]):
```



Fitur yang serupa adalah fungsi `textbox()`.

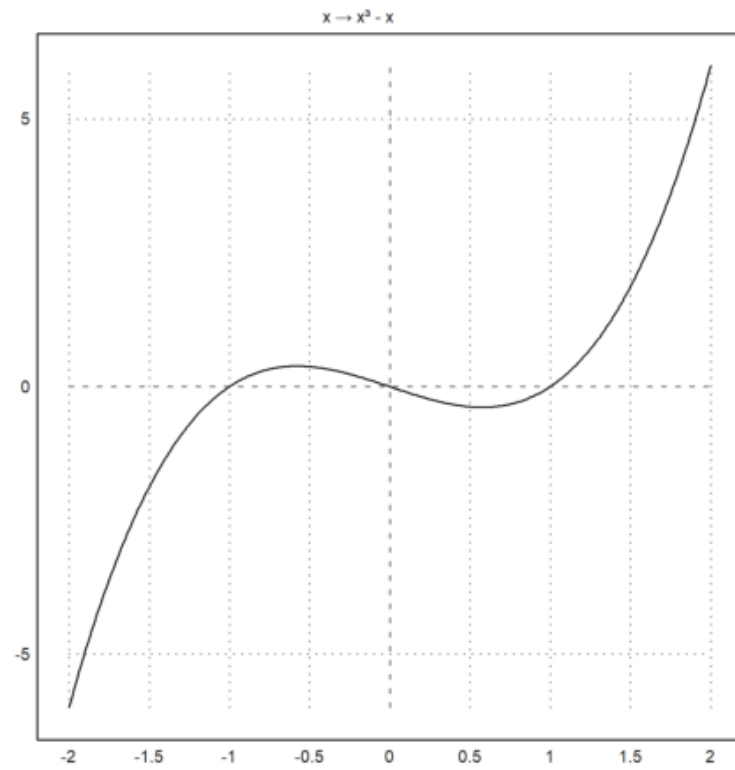
Lebarinya secara default adalah lebar maksimal baris teks. Tetapi, ini juga dapat diatur oleh pengguna. eperluan statistik (lihat tutorial tentang statistik).

```
>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=1):
```



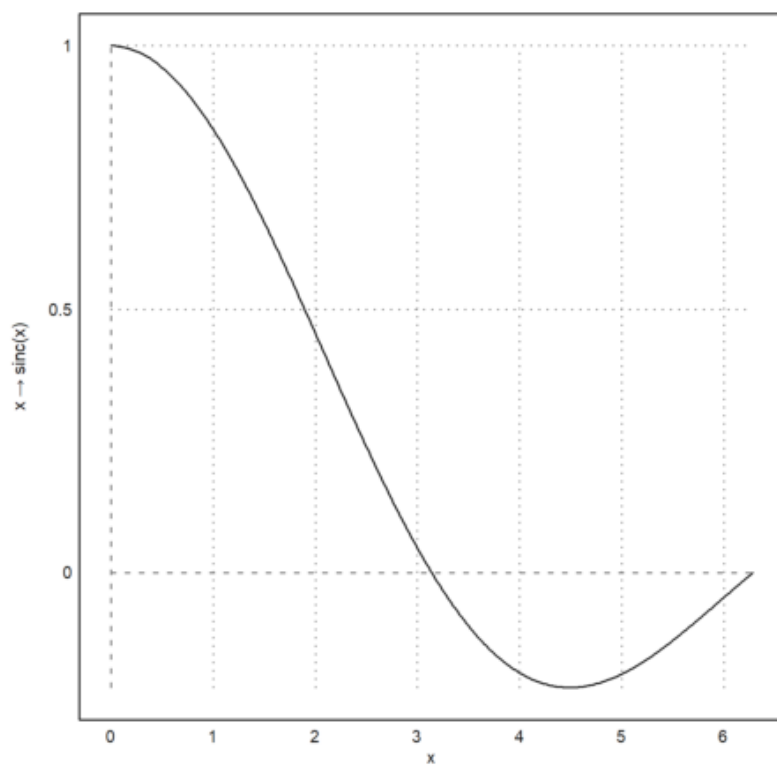
Label teks, judul, kotak label, dan teks lainnya dapat berisi string Unicode (lihat sintaks EMT untuk mengetahui lebih lanjut tentang string Unicode).

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



Label pada sumbu x dan y bisa vertikal.

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



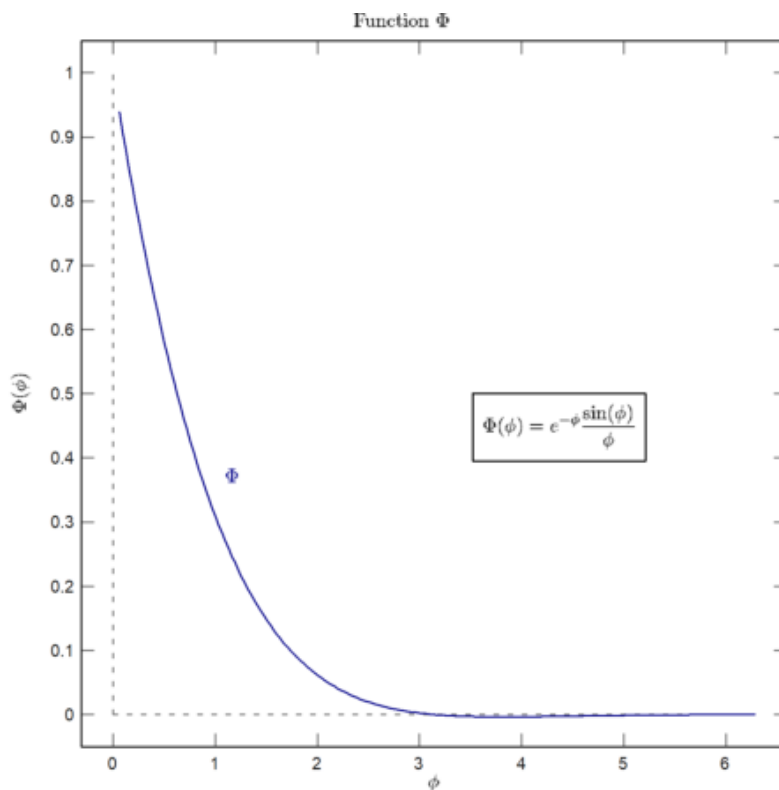
LaTeX

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

Perlu diperhatikan bahwa penguraian LaTeX berjalan lambat. Jika Anda ingin menggunakan LaTeX dalam plot animasi, Anda harus memanggil latex() sebelum perulangan sekali dan menggunakan hasilnya (gambar dalam matriks RGB).

Pada plot berikut ini, kita menggunakan LaTeX untuk label x dan y, sebuah label, sebuah kotak label, dan judul plot.

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



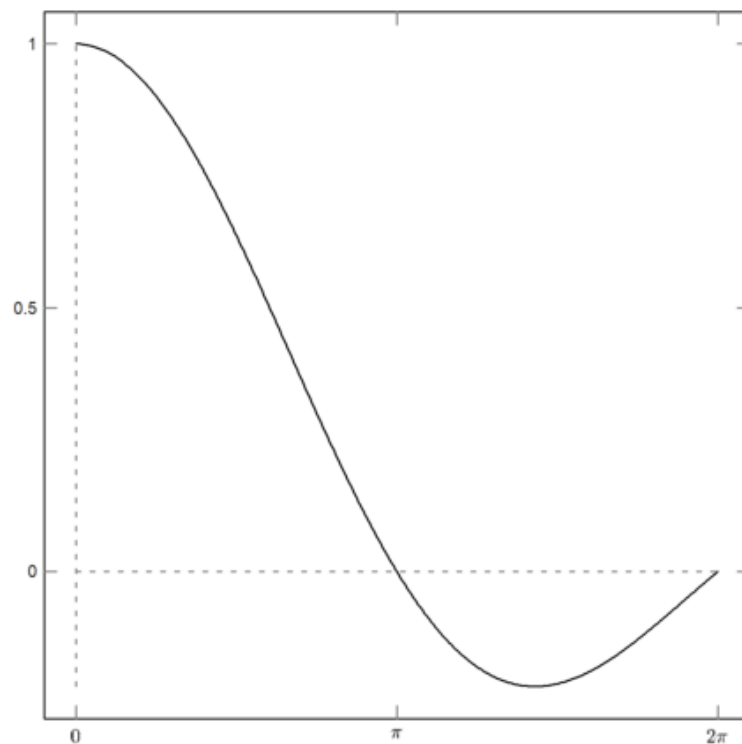
Seringkali, kita menginginkan spasi dan label teks yang tidak sesuai pada sumbu x. Kita dapat menggunakan xaxis() dan yaxis() seperti yang akan kita tunjukkan nanti.

Cara termudah adalah dengan membuat plot kosong dengan sebuah frame menggunakan grid=4, dan kemudian menambahkan grid dengan ygrid() dan xgrid(). Pada contoh berikut, kita menggunakan tiga buah string LaTeX untuk label pada sumbu x dengan xtick().

```
>reset();  
>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, fungsi juga dapat digunakan.

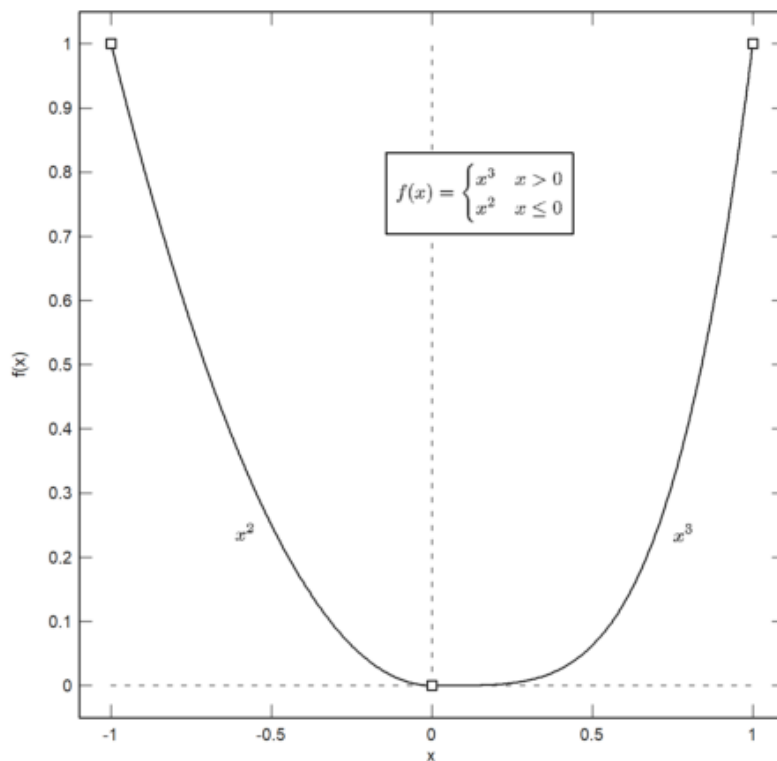
```
>function map f(x) ...
```

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

Parameter "map" membantu menggunakan fungsi untuk vektor. Untuk plot, hal ini tidak diperlukan. Tetapi untuk menunjukkan bahwa vektorisasi berguna, kami menambahkan beberapa titik kunci pada plot pada $x = -1$, $x = 0$ dan $x = 1$.

Pada plot berikut, kita juga memasukkan beberapa kode LaTeX. Kami menggunakannya untuk dua label dan sebuah kotak teks. Tentu saja, Anda hanya 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):
```



Interaksi Pengguna

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

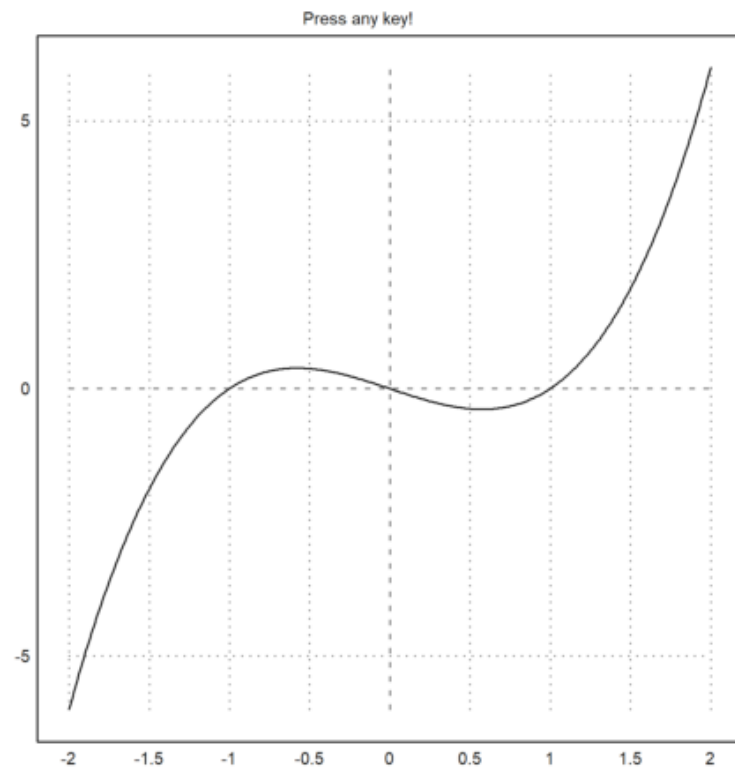
- zoom dengan + atau -
- memindahkan plot dengan tombol kursor
- pilih jendela plot dengan mouse
- mengatur ulang tampilan dengan spasi
- keluar dengan return

Tombol spasi akan mengatur ulang plot ke jendela plot asli.

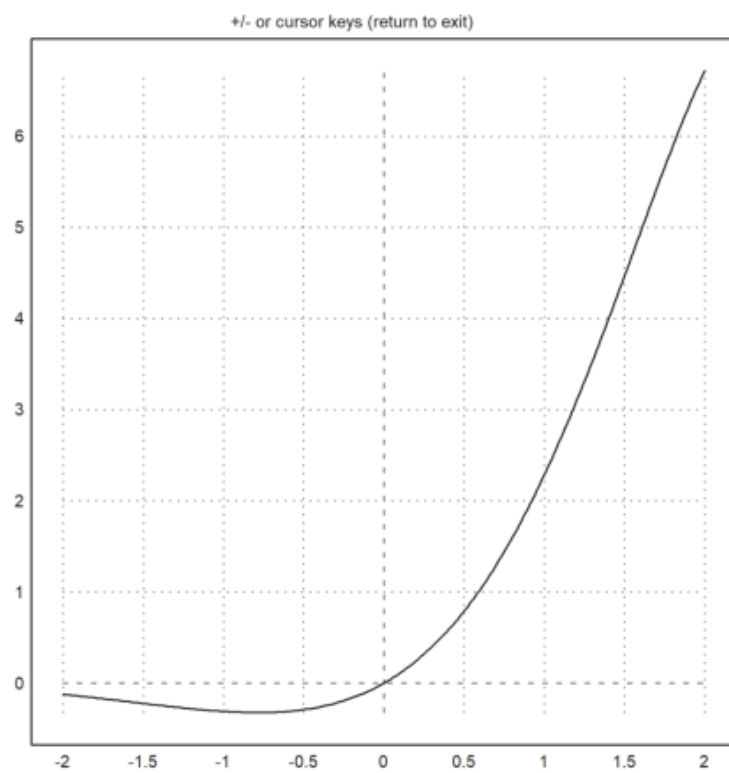
Saat memplot data, bendera `>user` hanya akan menunggu tombol ditekan.

```
>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 mengenai pemrograman untuk detailnya).

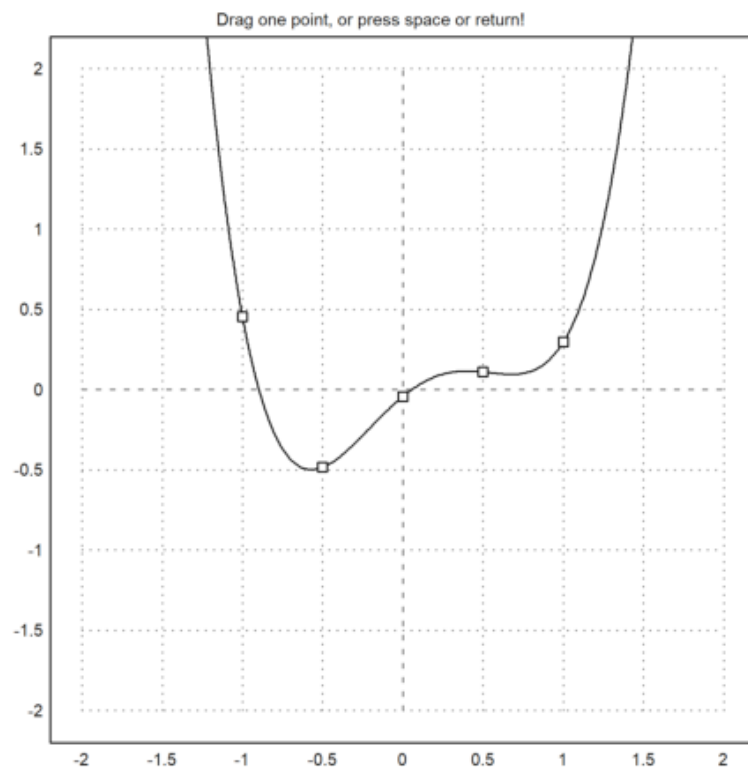
Fungsi bawaan `mousedrag()` menunggu peristiwa mouse atau keyboard. Fungsi ini melaporkan mouse ke bawah, mouse bergerak atau mouse ke atas, dan penekanan tombol. Fungsi `dragpoints()` memanfaatkan hal ini, dan mengizinkan pengguna untuk menyeret titik manapun di dalam plot.

Kita membutuhkan fungsi plot terlebih dahulu. Sebagai contoh, kita melakukan interpolasi dalam 5 titik dengan polinomial. Fungsi ini harus memplot ke dalam area plot yang tetap.

```
>function plotf(xp,yp,select) ...  
  
    d=interp(xp,yp);  
    plot2d("interpval(xp,d,x)";d,xp,r=2);  
    plot2d(xp,yp,>points,>add);  
    if select>0 then  
        plot2d(xp[select],yp[select],color=red,>points,>add);  
    endif;  
    title("Drag one point, or press space or return!");  
endfunction
```

Perhatikan parameter titik koma pada `plot2d` (`d` dan `xp`), yang diteruskan ke evaluasi fungsi `interp()`. Tanpa ini, kita harus menulis fungsi `plotinterp()` terlebih dahulu, untuk mengakses nilai secara global. Sekarang kita menghasilkan beberapa nilai acak, dan membiarkan pengguna menyeret titik-titiknya.

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



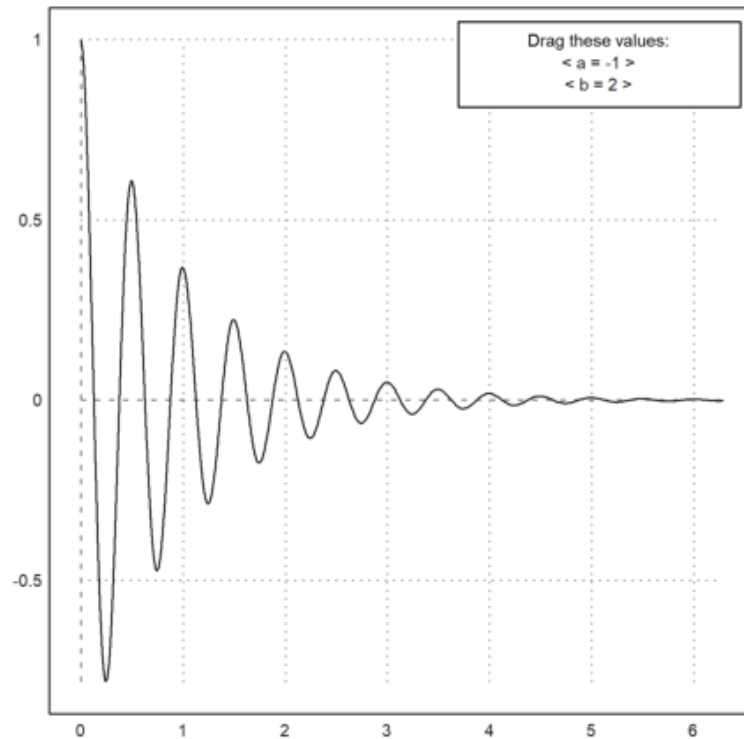
Ada juga fungsi yang memplot fungsi lain tergantung pada vektor parameter, dan memungkinkan pengguna menyesuaikan parameter ini.

Pertama, kita memerlukan 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, dan secara opsional, sebuah garis judul. Terdapat 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):
```



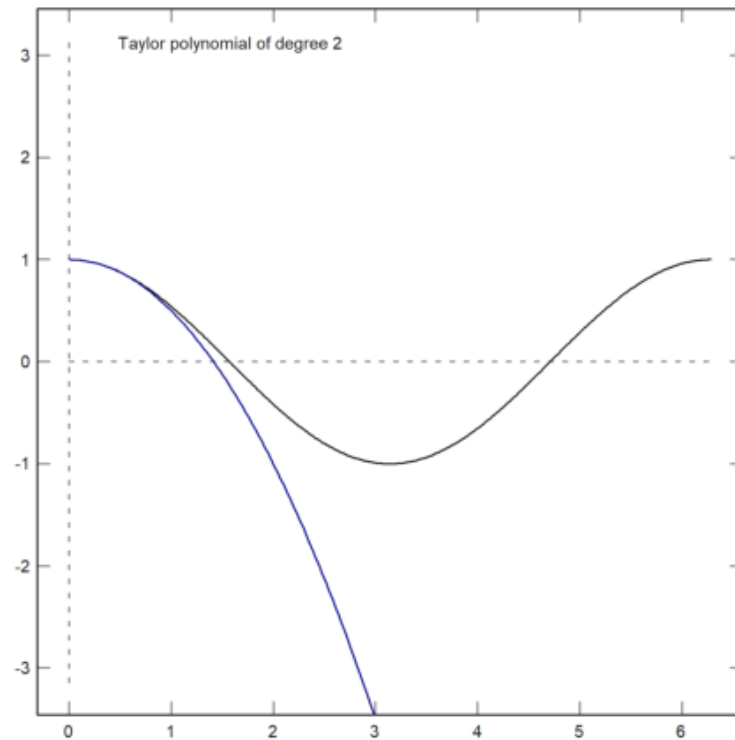
Anda dapat membatasi nilai yang diseret menjadi bilangan bulat. Sebagai contoh, kita menulis fungsi plot, yang memplot polinomial Taylor dengan derajat n ke fungsi kosinus.

```
>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 sampai 20 dalam 20 stop. Hasil dari dragvalues() digunakan untuk memplot sketsa dengan n ini, dan untuk menyisipkan plot ke dalam notebook.

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



Berikut ini adalah peragaan sederhana dari fungsi ini. 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

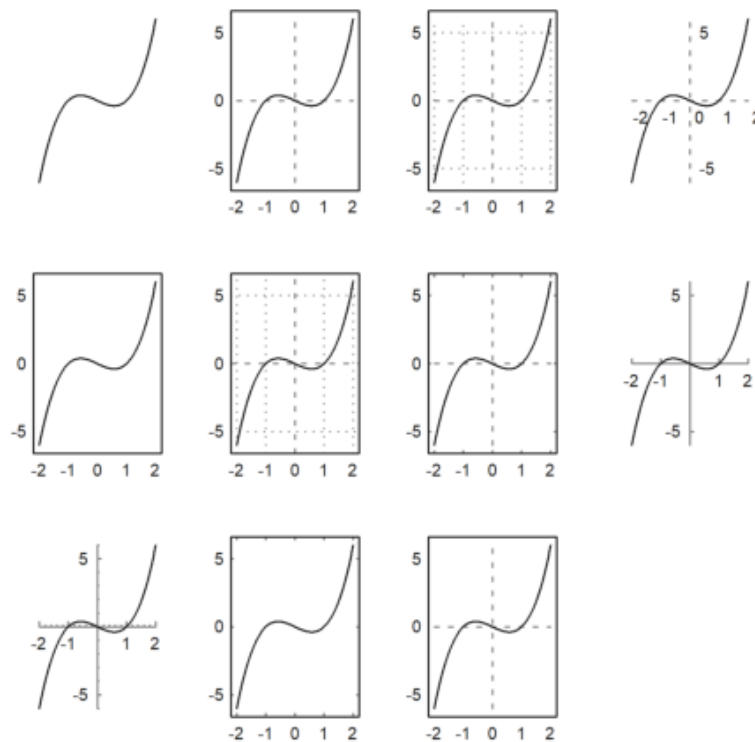
Secara default, EMT menghitung strip sumbu otomatis dan menambahkan label pada setiap strip. Hal ini dapat diubah dengan parameter kisi-kisi. Gaya default sumbu dan label dapat dimodifikasi.

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); ... // tidak ada grid, bingkai atau sumbu
> figure(2); plot2d("x^3-x",grid=1); ... // sumbu x dan y
> figure(3); plot2d("x^3-x",grid=2); ... // default ticks
> figure(4); plot2d("x^3-x",grid=3); ... // sumbu x-y dengan label di dalamnya
> figure(5); plot2d("x^3-x",grid=4); ... // tidak ada tanda strip sumbu, hanya label
> figure(6); plot2d("x^3-x",grid=5); ... // default, tetapi tidak ada margin
> figure(7); plot2d("x^3-x",grid=6); ... // sumbu saja
> figure(8); plot2d("x^3-x",grid=7); ... // sumbu saja, tanda strip pada sumbu
> figure(9); plot2d("x^3-x",grid=8); ... // sumbu saja, tanda strip lebih halus pada sumbu
> figure(10); plot2d("x^3-x",grid=9); ... // default, tanda strip sumbu kecil di dalamnya
> figure(11); plot2d("x^3-x",grid=10); ...// tidak ada tanda strip, hanya sumbu
> figure(0):

```



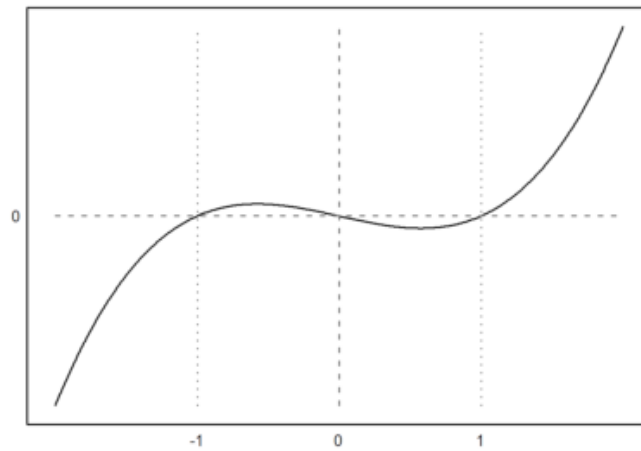
Parameter <frame mematikan bingkai, dan framecolor=blue menetapkan bingkai ke warna biru.

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

```

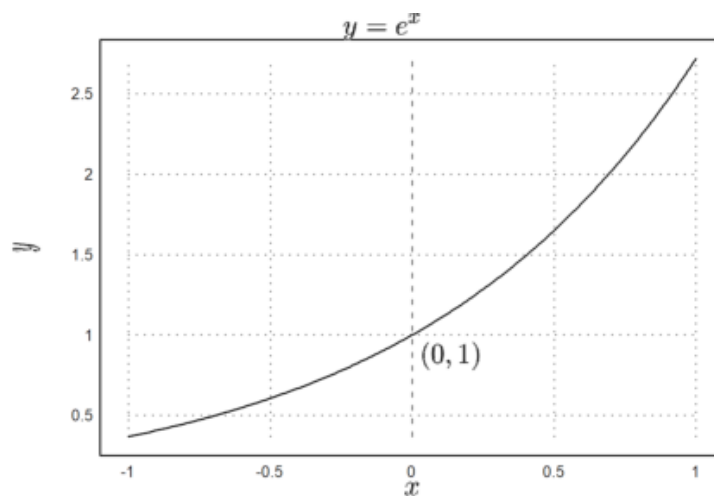
>aspect(1.5);
>plot2d("x^3-x",grid=0); // plot
>frame; xgrid([-1,0,1]); ygrid(0): // menambahkan frame dan grid

```



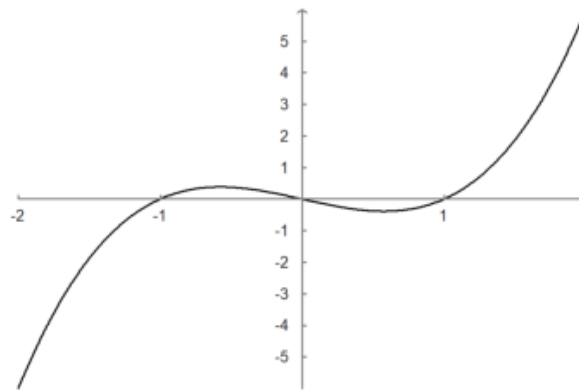
Untuk judul plot dan label sumbu, lihat contoh berikut.

```
>plot2d("exp(x)", -1, 1);
>textcolor(black); // mengatur warna teks menjadi hitam
>title(latex("y=e^x")); // judul di atas plot
>xlabel(latex("x")); // "x" untuk sumbu x
>ylabel(latex("y"), >vertical); // vertikal "y" untuk sumbu y
>label(latex("(0,1)"), 0, 1, color=blue): // memberi label titik
```



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="->");
```

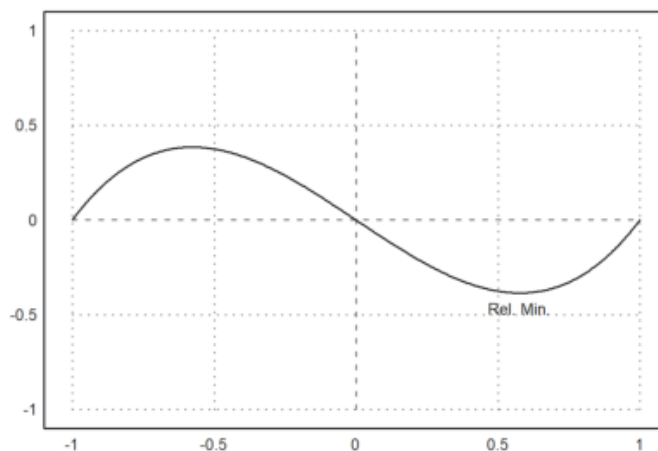



Teks pada plot dapat diatur dengan label(). Pada contoh berikut ini, "lc" berarti lower center. Ini mengatur posisi label relatif terhadap koordinat plot.

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

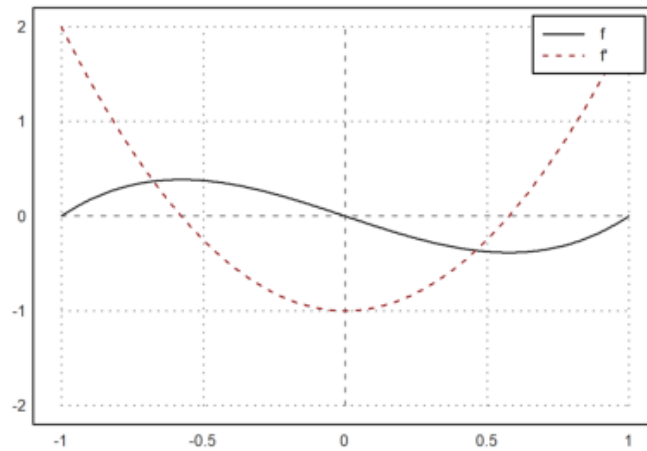
$$x^3 - x$$

```
>plot2d(f,-1,1,>square);
>x0=fmin(f,0,1); // menghitung titik minimum
>label("Rel. Min.",x0,f(x0),pos="lc"): // menambahkan label
```

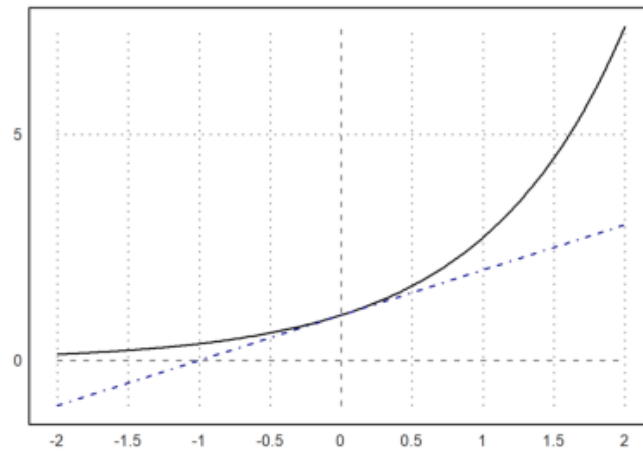


Terdapat juga kotak teks.

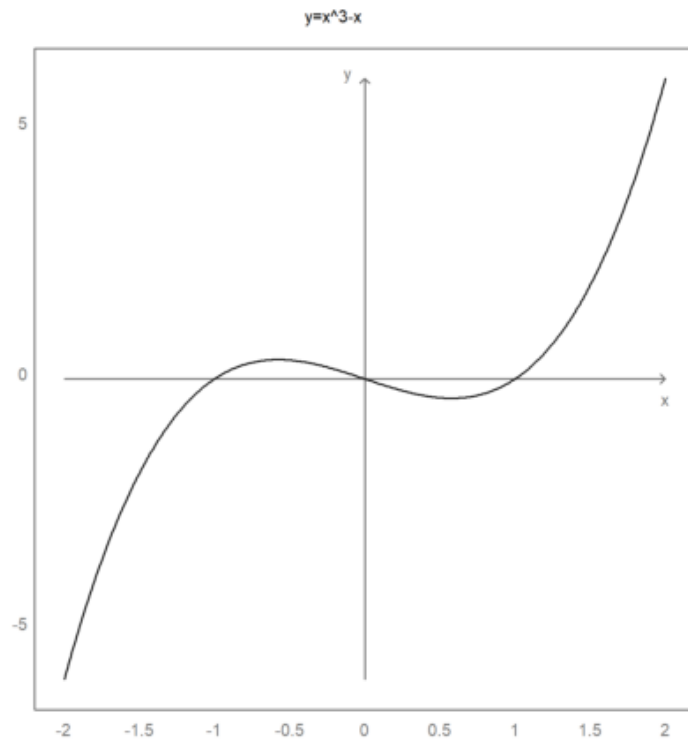
```
>plot2d(&f(x),-1,1,-2,2); // fungsi
>plot2d(&diff(f(x),x),>add,style="--",color=red); // turunan
>labelbox(["f","f'"],["--","--"],[black,red]): // kotak label
```



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

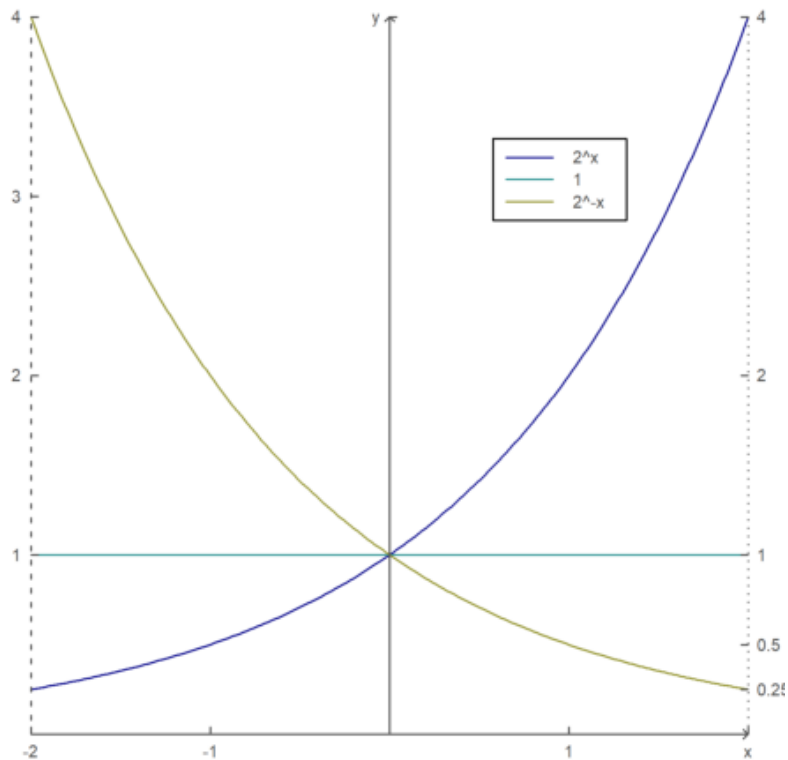


```
>gridstyle("->",color=gray,textcolor=gray,framecolor=gray); ...
> plot2d("x^3-x",grid=1); ...
> settitle("y=x^3-x",color=black); ...
> label("x",2,0,pos="bc",color=gray); ...
> label("y",0,6,pos="cl",color=gray); ...
> reset():
```



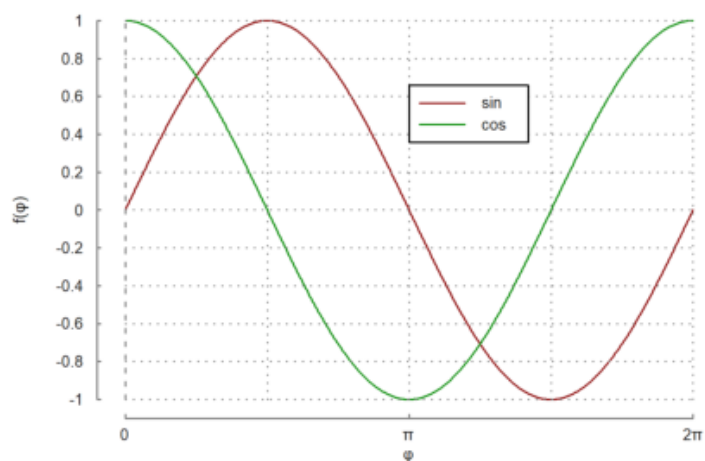
Untuk kontrol yang lebih banyak lagi, sumbu x dan sumbu y dapat dilakukan secara manual. Perintah `fullwindow()` memperluas jendela plot karena kita tidak lagi membutuhkan tempat untuk label di luar jendela plot. Gunakan `shrinkwindow()` atau `reset()` untuk mengatur ulang ke default.

```
>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 ini 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;)"):
```



Contoh Soal

Gambarkan plot dari fungsi-fungsi berikut:

$$2x^2e^x, -2 \leq x \leq 2$$

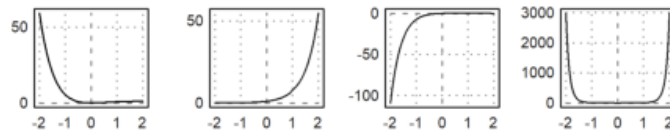
$$e^{2x}, -2 \leq x \leq 2$$

$$xe^{-2x}, -2 \leq x \leq 2$$

$$e^{2x^2}, -2 \leq x \leq 2$$

Penyelesaian:

```
>reset();  
>aspect(4);  
>figure(1,4);...  
>figure(1); plot2d("2*x^2*exp(-x)",-2,2);...  
>figure(2); plot2d("exp(2*x)",-2,2);...  
>figure(3); plot2d("x*exp(-2*x)",-2,2);...  
>figure(4); plot2d("exp(2*x^2)",-2,2);...  
>figure(0):
```



Memplot Data 2D

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

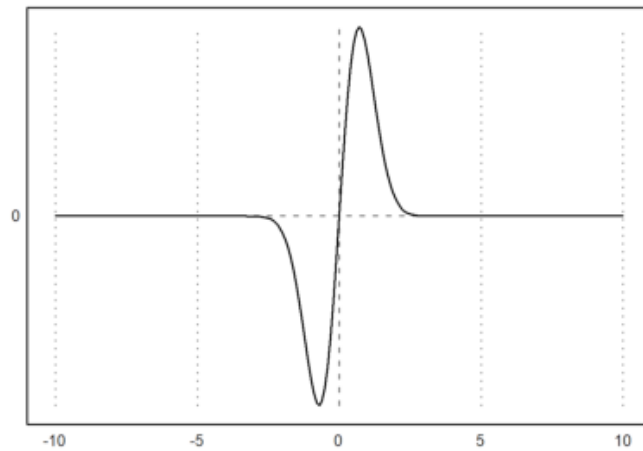
Memplot ekspresi hanyalah singkatan dari plot data. Untuk plot data, Anda memerlukan satu atau lebih baris nilai x, dan satu atau lebih baris nilai y. Dari rentang dan nilai x, fungsi plot2d akan menghitung data untuk diplot, secara default dengan evaluasi adaptif dari fungsi tersebut. Untuk plot titik,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

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.

```
>reset();  
>aspect(1.5)  
>x=-10:0.1:10; y=exp(-x^2)*x; plot2d(x,y):
```



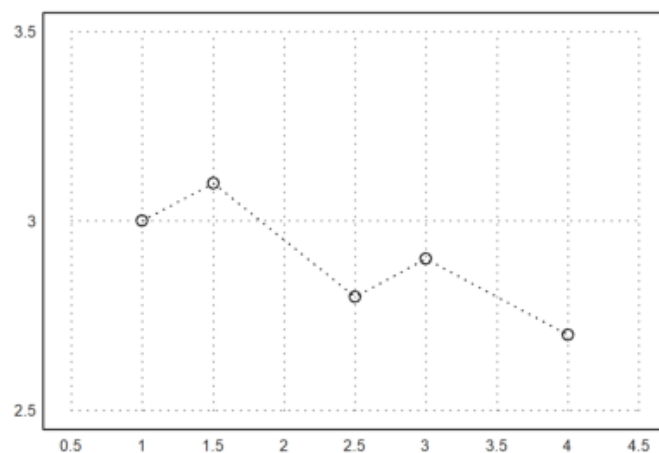
Data juga dapat diplot sebagai titik. Gunakan poin=true untuk ini. Plot ini berfungsi seperti poligon, namun hanya menggambar sudut-sudutnya saja.

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

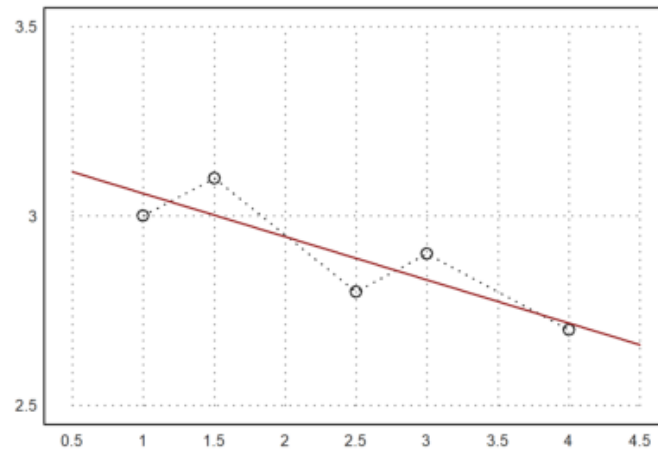
Untuk memplot kumpulan titik, gunakan >titik. Jika warna adalah vektor warna, setiap titik mendapatkan warna yang berbeda. Untuk matriks koordinat dan vektor kolom, warna berlaku untuk baris matriks.

Parameter >addpoints menambahkan 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="."); // garis
>plot2d(xdata,ydata,>points,>add,style="o"): // menambahkan titik
```



```
>p=polyfit(xdata,ydata,1); // mendapatkan garis regresi
>plot2d("polyval(p,x)",>add,color=red): // menambahkan plot garis
```



```
>reset();
```

Contoh Soal

Diberikan data:

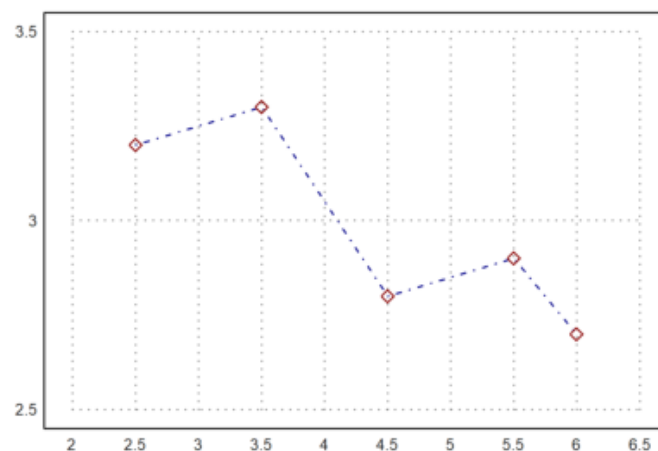
$r = 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6$

$s = 3.2, 3.3, 2.8, 2.9, 2.7$

Buatlah plot data di atas dan tambahkan garis regresinya!

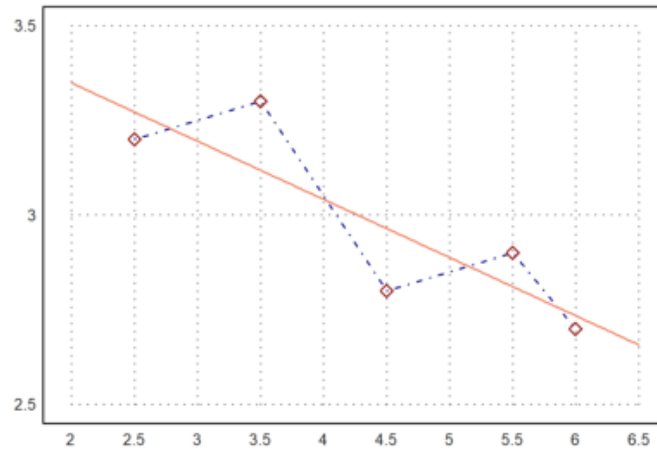
Penyelesaian:

```
>reset(); aspect(1.5);
>rdata=[2.5,3.5,4.5,5.5,6]; sdata=[3.2,3.3,2.8,2.9,2.7]; // mendefinisikan data r dan data s
>plot2d(rdata,sdata,a=2,b=6.5,c=2.5,d=3.5,style=".-",color=blue); // membuat plot data
>plot2d(rdata,sdata,>points,>add,style="<>",color=red): // menambahkan poin di setiap titik
```



Menambahkan garis segresi

```
>p=polyfit(rdata,sdata,1);  
>plot2d("polyval(p,x)",>add,color=orange):
```



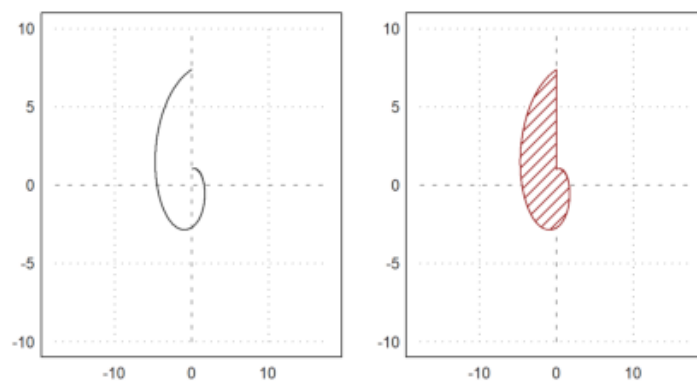
Menggambar Daerah Yang Dibatasi Kurva

Plot data benar-benar berupa poligon. Kita juga dapat memplot kurva atau kurva terisi.

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

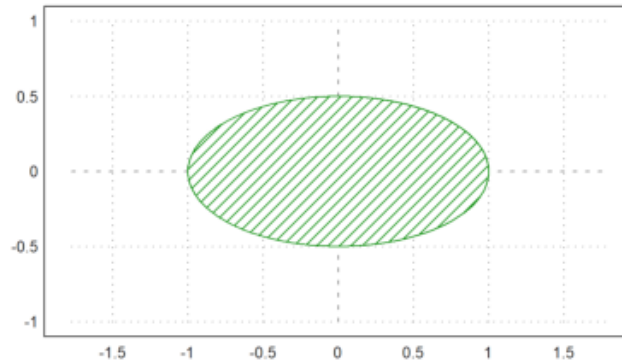
Warna isian ditentukan oleh argumen "fillcolor", dan pada opsional <outline mencegah menggambar garis batas untuk semua gaya kecuali yang default.

```
>t=linspace(0,2pi,1000); // parameter untuk kurva  
>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 kurva  
>figure(2); plot2d(x,y,r=10,>filled,style="/",fillcolor=red); // mengisi kurva  
>figure(0):
```

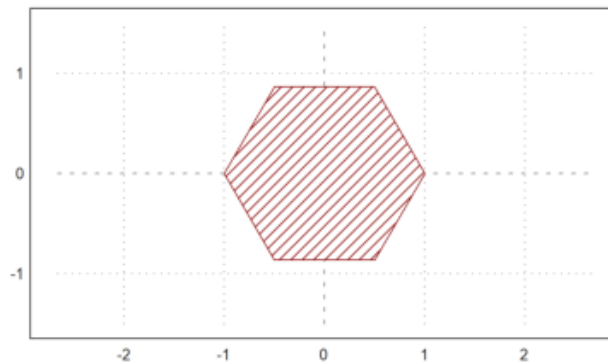


Pada contoh berikut ini, kita memplot elips yang terisi dan dua segi enam yang terisi menggunakan kurva tertutup dengan 6 titik dengan gaya isian yang berbeda.

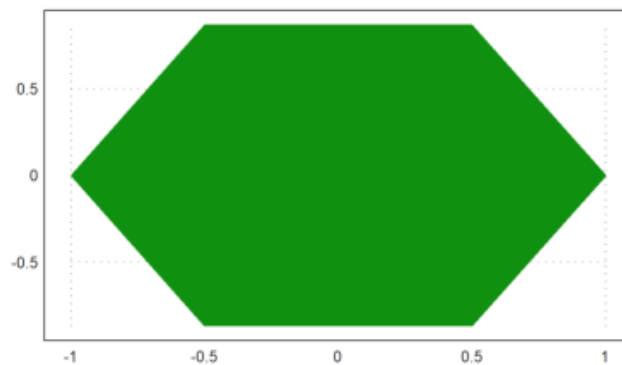
```
>x=linspace(0,2pi,1000); plot2d(sin(x),cos(x)*0.5,r=1,>filled,style="/"):
```



```
>t=linspace(0,2pi,6); ...  
>plot2d(cos(t),sin(t),>filled,style="/",fillcolor=red,r=1.5):
```

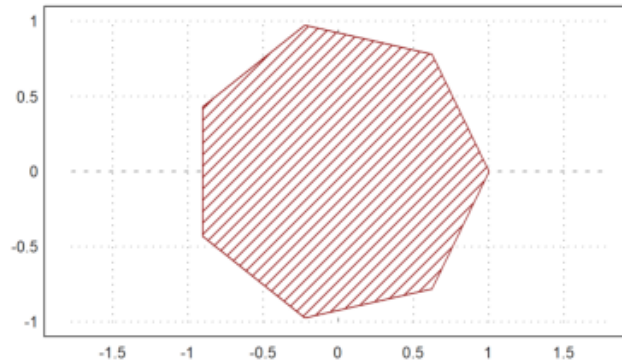


```
>t=linspace(0,2pi,6); plot2d(cos(t),sin(t),>filled,style="#"):
```



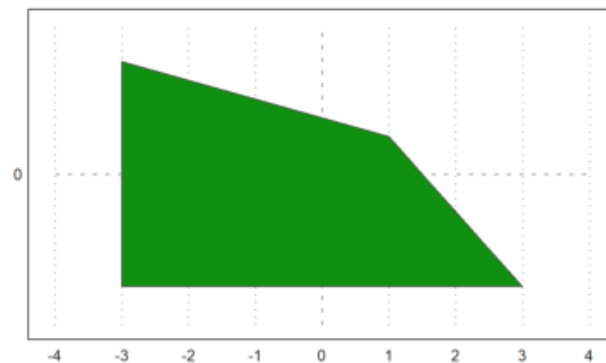
Contoh lainnya adalah septagon, yang kita buat dengan 7 titik pada lingkaran satuan.

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



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

```
>A=[2,1;1,2;-1,0;0,-1];  
>function f(x,y) := max([x,y].A');  
>plot2d("f",r=4,level=[0;3],color=green,n=1000):
```

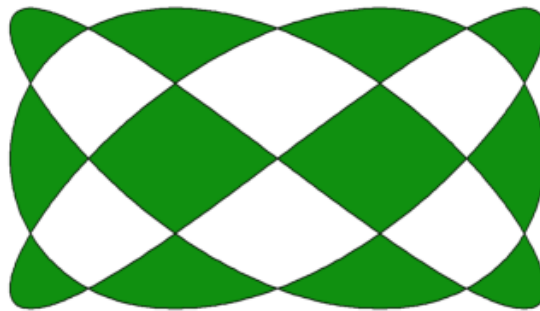


Poin utama dari bahasa matriks adalah bahwa bahasa ini memungkinkan untuk menghasilkan tabel fungsi dengan mudah.

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

Kita sekarang memiliki vektor nilai x dan y. plot2d() dapat memplot nilai-nilai ini sebagai sebuah kurva yang menghubungkan titik-titik. Plot dapat diisi. Dalam kasus ini, hal ini memberikan hasil yang bagus karena aturan penggulungan, yang digunakan untuk isi.

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



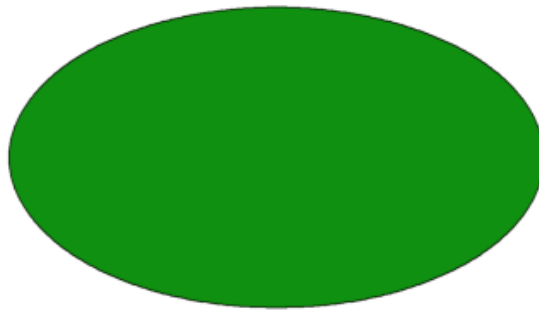
Vektor interval diplot terhadap nilai x sebagai wilayah yang terisi antara nilai bawah dan atas interval. Hal ini dapat berguna untuk memplot kesalahan perhitungan. Tetapi juga dapat digunakan untuk memplot kesalahan statistik.

```
>t=linspace(0,2pi,1000); x=cos(3*t); y=sin(4*t);  
>plot2d(y,x,<grid,<frame,>filled):
```

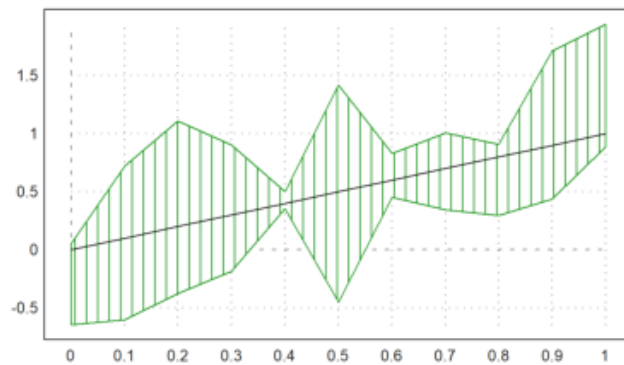


Apabila plotnya di balik, fungsi y terlebih dahulu kemudian fungsi x , maka terbentuk seperti grafik diatas. Yang membedakan adalah, banyak isian warna hijau menjadi 4 ke bawah karena fungsi $y=\sin(4*t)$ dan 3 ke samping karena fungsi $x=\cos(3*t)$. Sehingga koefisien t pada fungsi pertama akan memberikan banyak isian warna hijau ke bawah, sementara fungsi kedua memberikan bawah isian hijau ke samping. Apabila fungsi x dan y sudutnya sama, maka terbentuk ellips.

```
>t=linspace(0,2pi,1000); x=cos(2*t); y=sin(2*t);  
>plot2d(y,x,<grid,<frame,>filled):
```

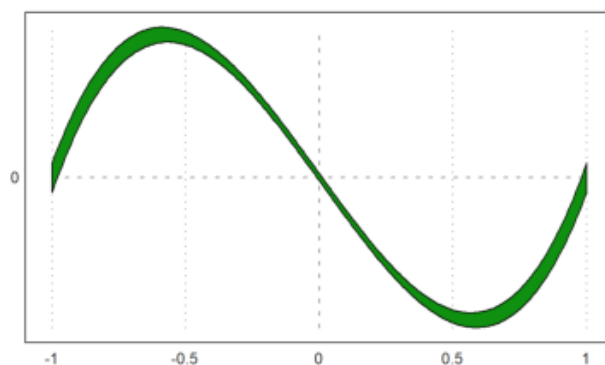


```
>t=0:0.1:1; ...
> plot2d(t,interval(t-random(size(t)),t+random(size(t))),style="|"); ...
> plot2d(t,t,add=true):
```



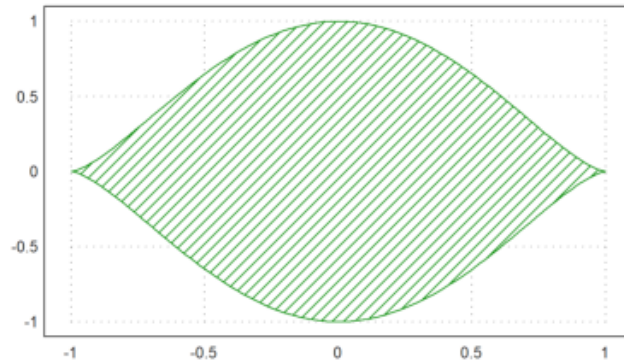
Jika x adalah vektor yang diurutkan, dan y adalah vektor interval, maka `plot2d` akan memplot rentang interval yang terisi di bidang, gaya isian sama dengan gaya poligon.

```
>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. Untuk ini, level harus berupa matriks 2xn. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

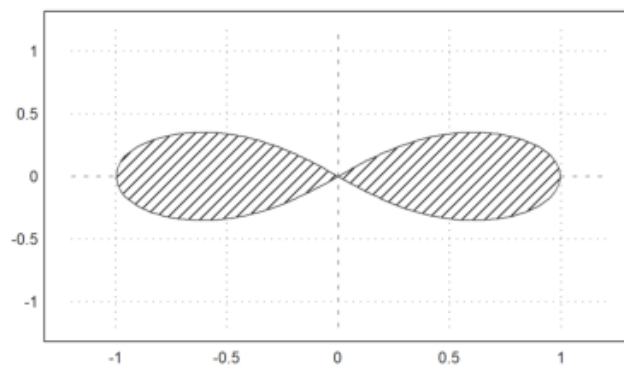
```
>expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // define an expression f(x,y)
>plot2d("cos(x)", "sin(x)^3", xmin=0, xmax=2pi, >filled, style="/") :
```



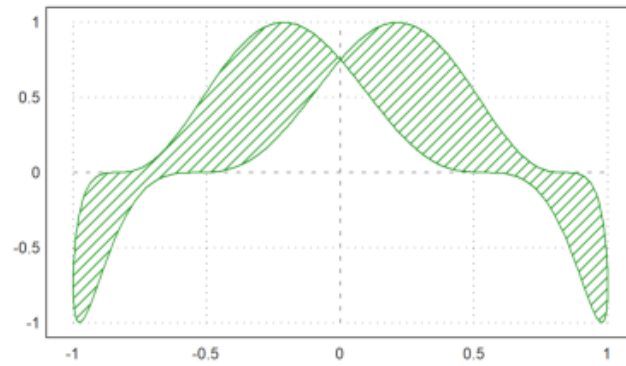
Kita juga dapat mengisi rentang nilai seperti

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

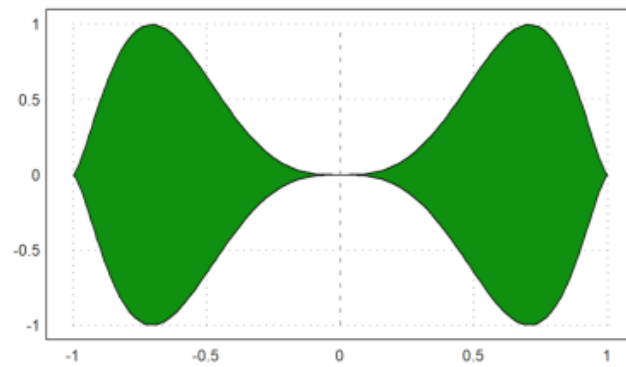
```
>plot2d("(x^2+y^2)^2-x^2+y^2", r=1.2, level=[-1;0], style="/") :
```



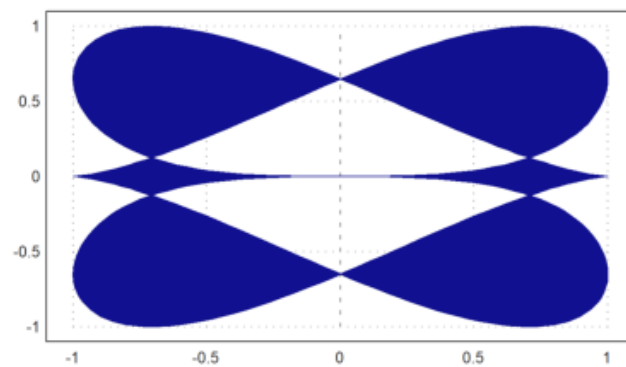
```
>plot2d("cos(x+1)", "sin(2*x)^3", xmin=0, xmax=2pi, >filled, style="/") :
```



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



```
>plot2d("cos(-3*x) ", "sin(2*x)^3", xmin=0, xmax=2pi, >filled, fillcolor=blue, style="#"):
```



Contoh Soal

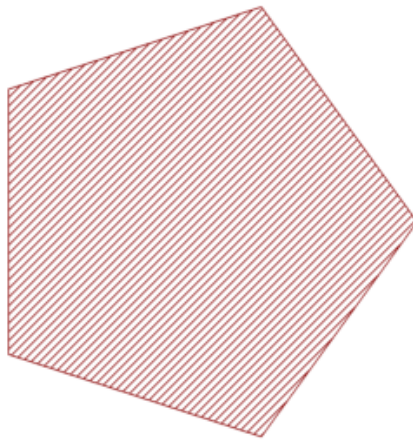
Buatkan beberapa polygon berikut:

- a) segi lima
- b) segi delapan
- c) lingkaran

Penyelesaian:

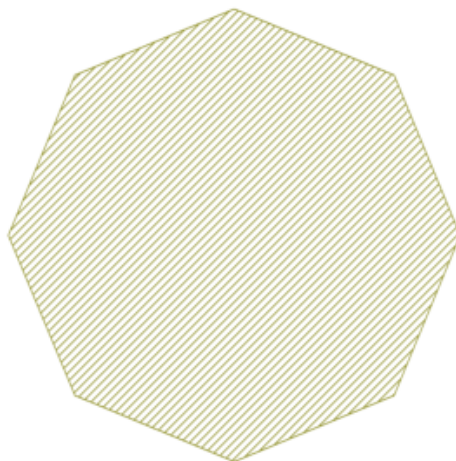
- a) segi lima

```
>reset();  
>t=linspace(0,2pi,5);  
>plot2d(cos(t),sin(t),r=1,>filled,style="/",fillcolor=red,grid=0); insimg(20)
```



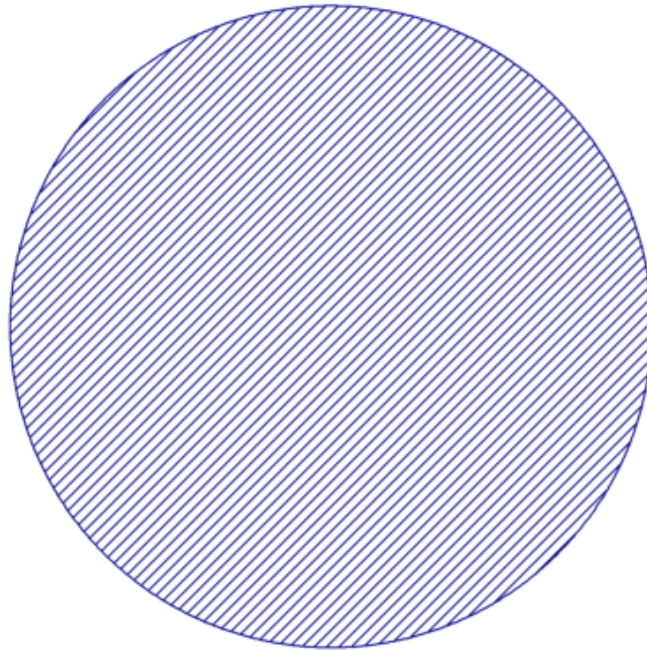
- b) segi delapan

```
>t=linspace(0,2pi,8);  
>plot2d(cos(t),sin(t),r=1,>filled,style="/",fillcolor=olive,grid=0); insimg(20)
```



c) lingkaran

```
>t=linspace(0,2pi,1000);  
>plot2d(cos(t),sin(t),r=1,>filled,style="/",fillcolor=blue,grid=0):
```



Membuat lingkaran dapat menggunakan linspace dengan banyak titik 1000 karena semakin banyak sisi yang terhubung semakin tidak terlihat sudutnya dan akan terbentuk lingkaran.

Grafik Fungsi Parametrik

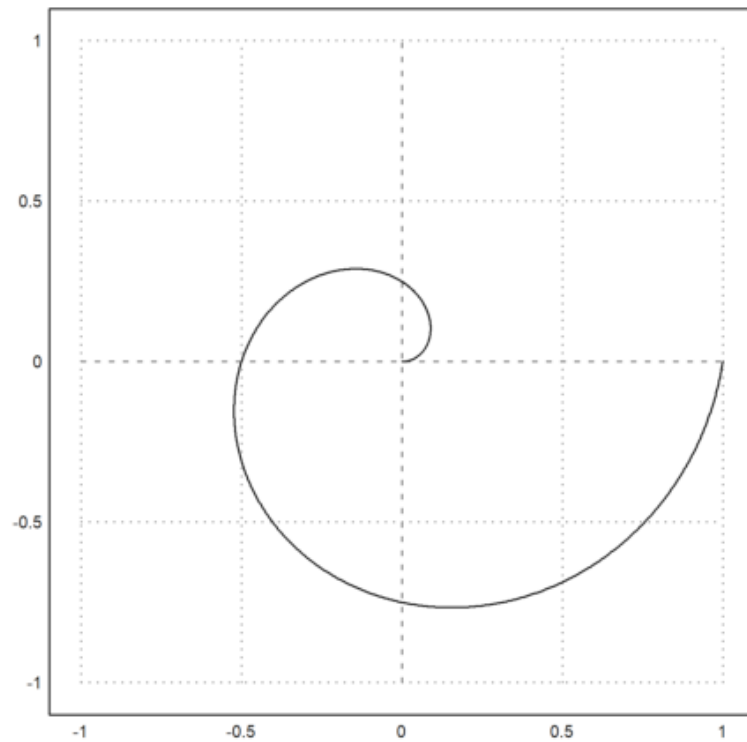
Nilai x tidak perlu diurutkan. (x,y) hanya menggambarkan sebuah kurva. Jika x diurutkan, kurva tersebut adalah grafik dari sebuah fungsi.

Dalam contoh berikut, kita memplot spiral

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

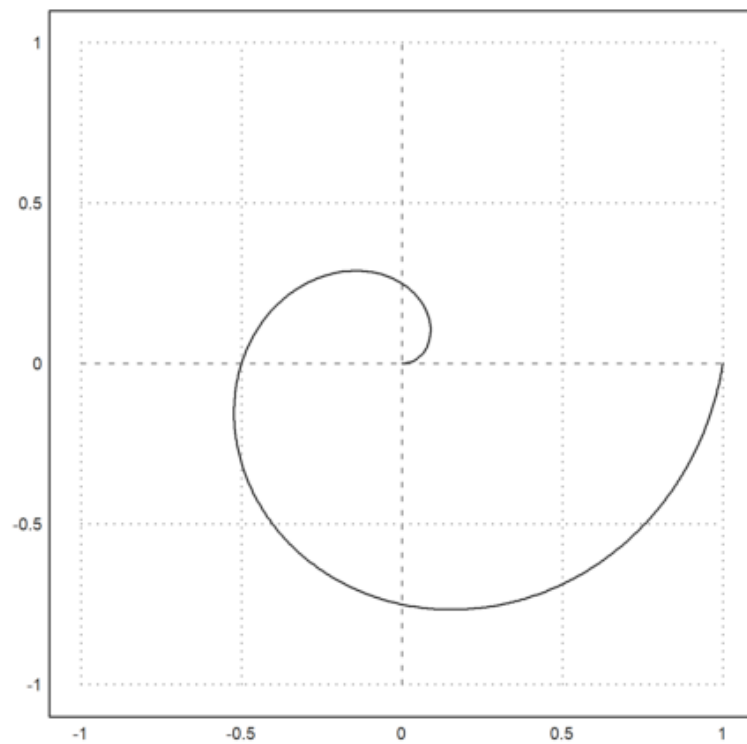
Kita perlu menggunakan sangat banyak titik untuk tampilan yang halus atau fungsi adaptive() untuk mengevaluasi ekspresi (lihat fungsi adaptive() untuk lebih jelasnya).

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

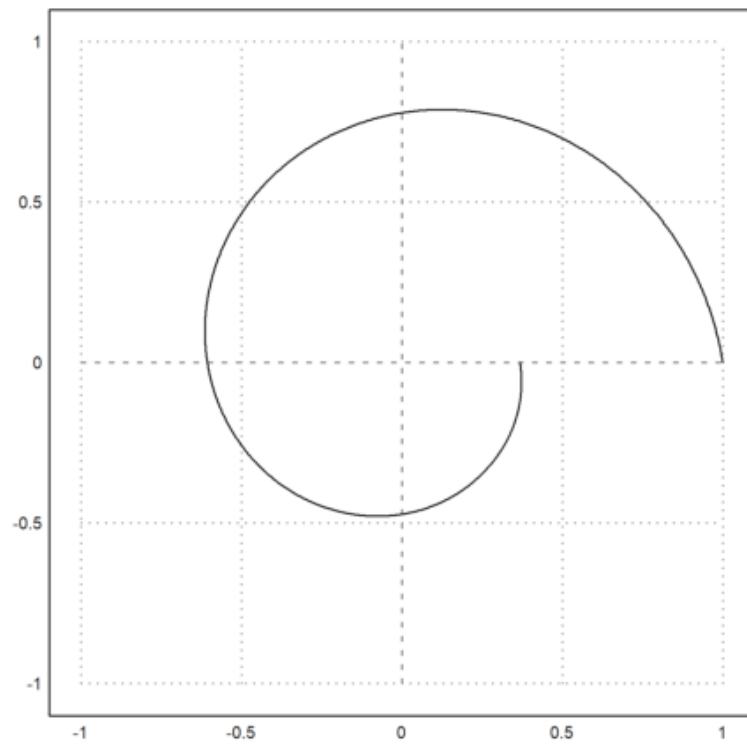



Sebagai alternatif, Anda dapat menggunakan dua ekspresi untuk kurva. Berikut ini adalah plot kurva yang sama seperti di atas.

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



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



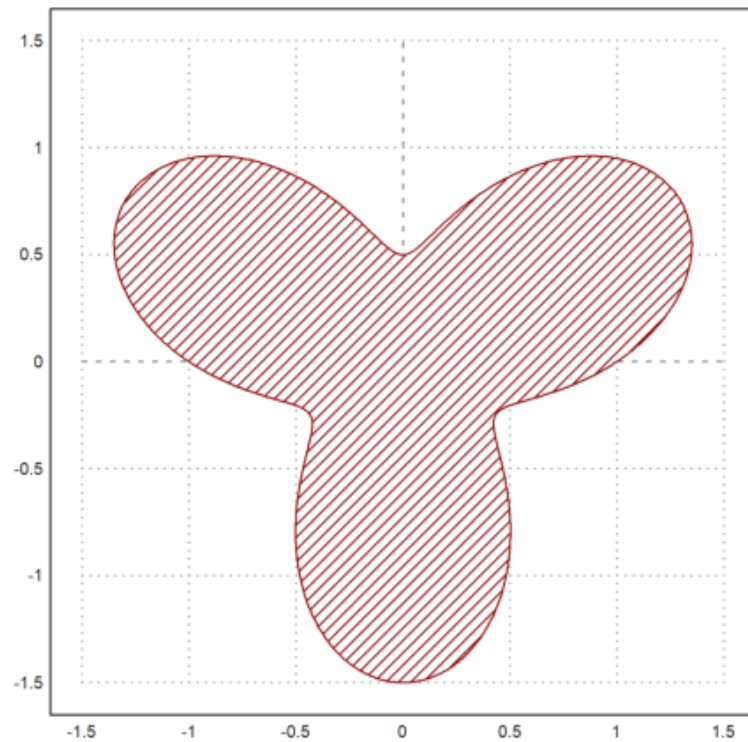
Dalam contoh berikut, kita memplot

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

dengan

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

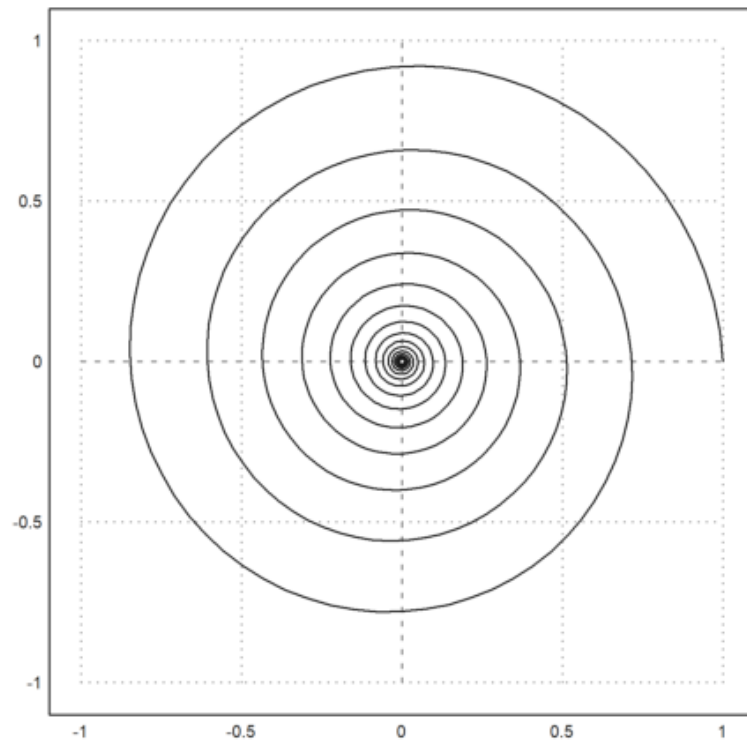
```
>t=linspace(0,2pi,1000); r=1+sin(3*t)/2; x=r*cos(t); y=r*sin(t); ...
>plot2d(x,y,>filled,fillcolor=red,style="/",r=1.5):
```



Contoh Soal

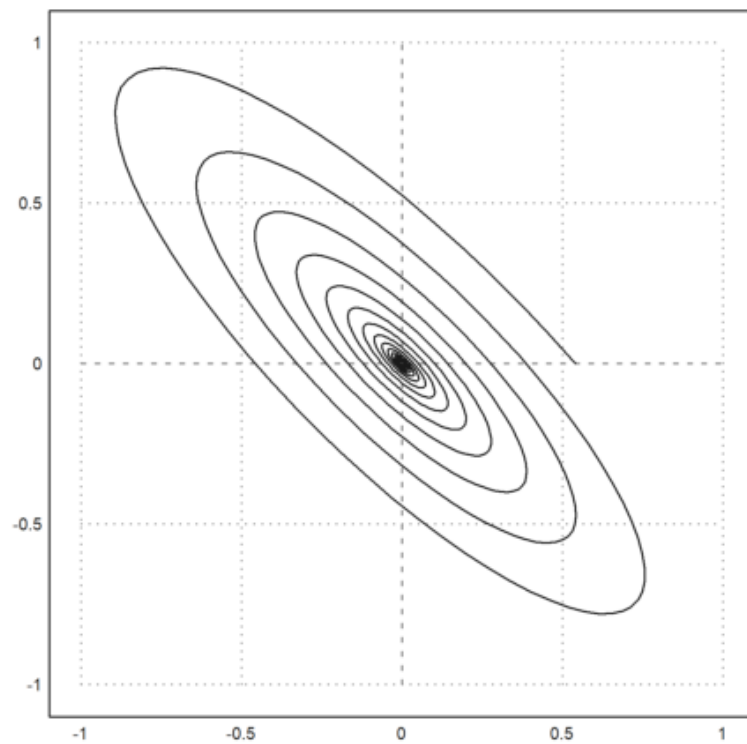
Buatlah plot spiral beberapa putaran dengan $r = \exp(-t)$ dan kemiringan 1
Penyelesaian:

```
>t=linspace(0,5,1000); r=exp(-t); x=r*cos(2pi*3*t); y=r*sin(2pi*3*t);  
>plot2d(x,y,r=1):
```



Karena spiral dibuat dengan kemiringan 1, maka x ditambahkan 1, menjadi $x=r*\cos(2\pi*3*t+1)$

```
>t=linspace(0,5,1000); r=exp(-t); x=r*cos(2pi*3*t+1); y=r*sin(2pi*3*t);
>plot2d(x,y,r=1):
```



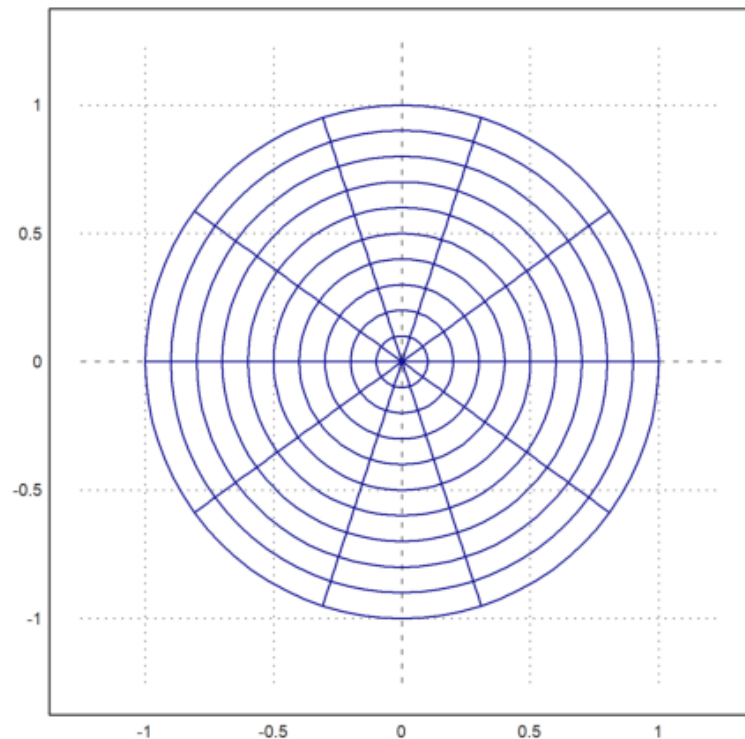
Menggambar Grafik Bilangan Kompleks

Larik bilangan kompleks juga dapat diplot. Kemudian titik-titik kisi akan dihubungkan. Jika sejumlah garis kisi ditentukan (atau vektor 1x2 garis kisi) pada argumen `cgrid`, hanya garis-garis kisi tersebut yang akan terlihat.

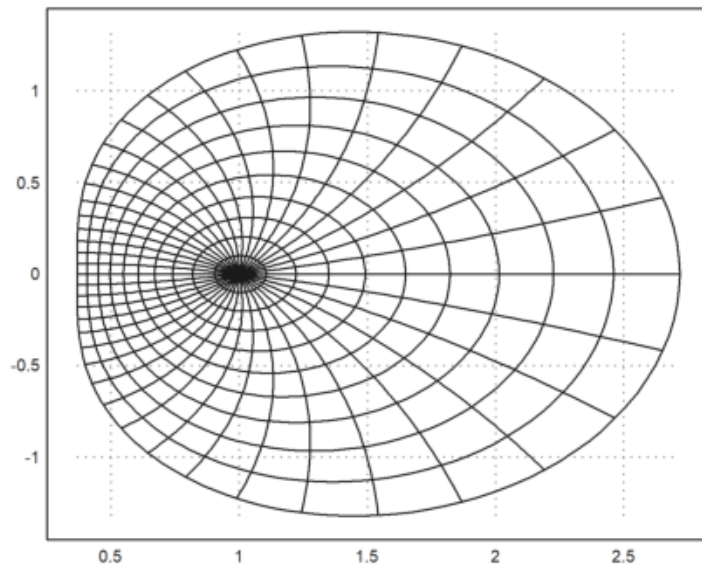
Matriks bilangan kompleks akan secara otomatis diplot sebagai kisi-kisi pada bidang kompleks.

Pada contoh berikut, kami memplot gambar lingkaran satuan di bawah fungsi eksponensial. Parameter `cgrid` menyembunyikan beberapa kurva kisi-kisi.

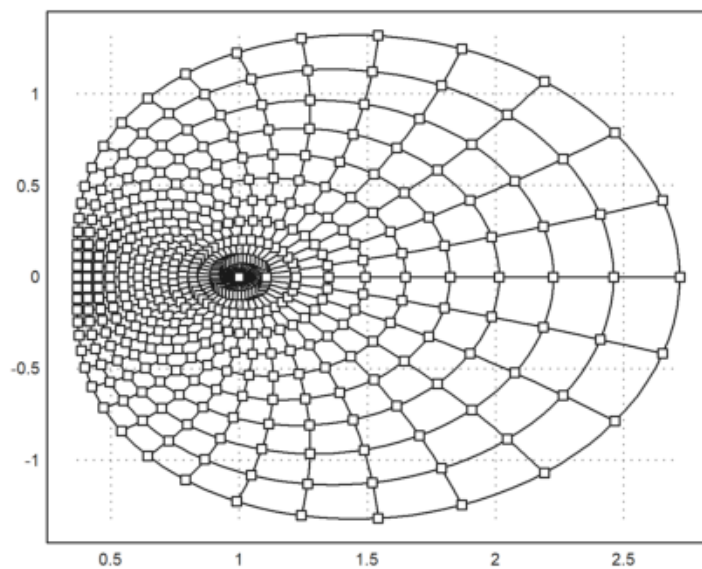
```
>aspect(); r=linspace(0,1,50); a=linspace(0,2pi,80)'; z=r*exp(I*a);...  
>plot2d(z,a=-1.25,b=1.25,c=-1.25,d=1.25,cgrid=10,color=blue):
```



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



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

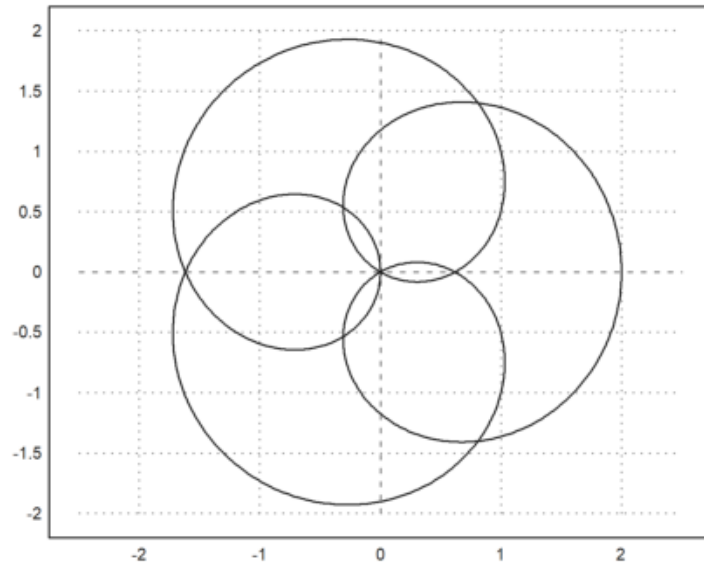


Vektor bilangan kompleks secara otomatis diplot sebagai kurva pada bidang kompleks dengan bagian riil dan bagian imajiner.

Dalam contoh, kami 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

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

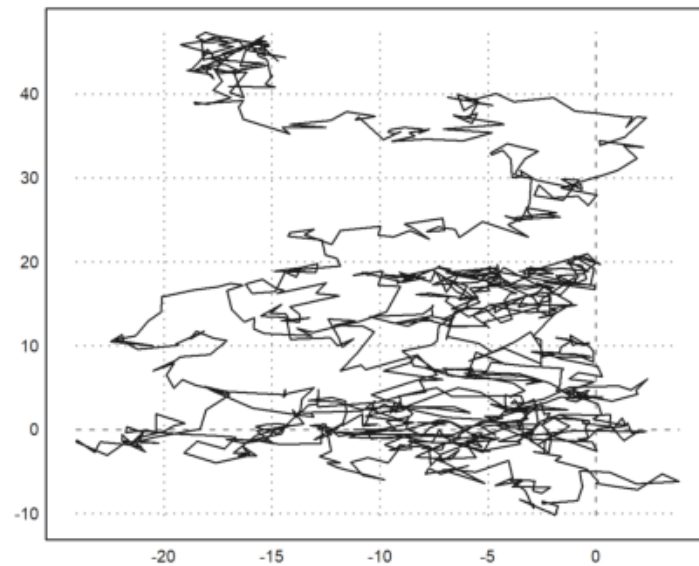
Jumlah kumulatif dari nilai berdistribusi normal 0-1 menghasilkan jalan acak.

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

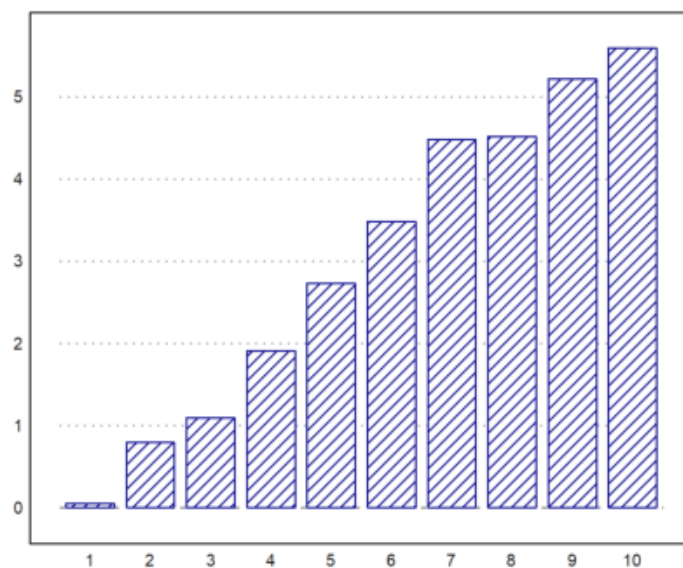


Dengan menggunakan dua baris, ini menunjukkan jalan dalam dua dimensi.

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

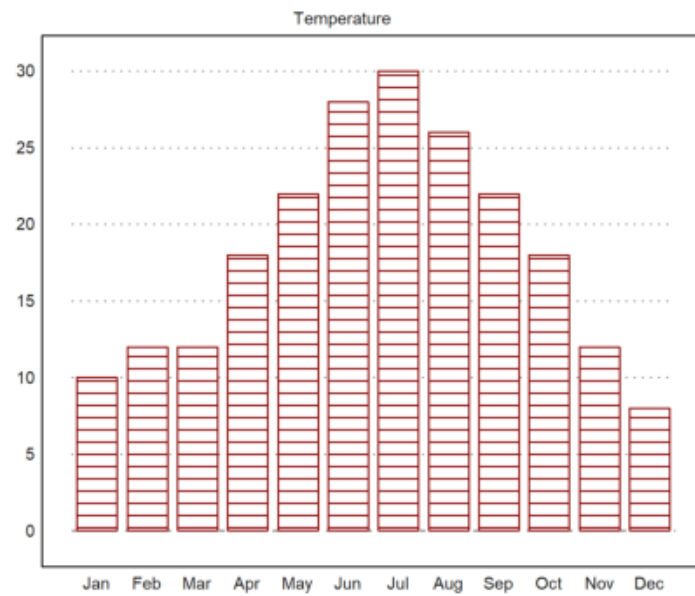


```
>columnsplot(cumsum(random(10)),style="/",color=blue):
```

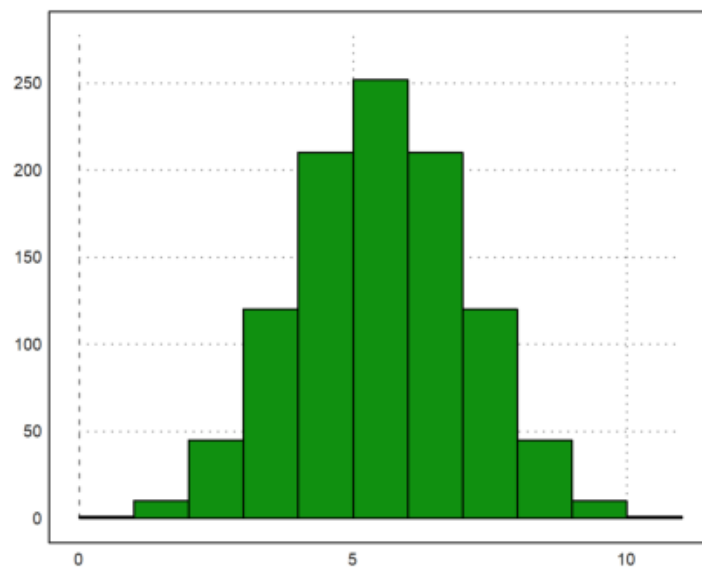


Ini juga dapat menampilkan string sebagai label.

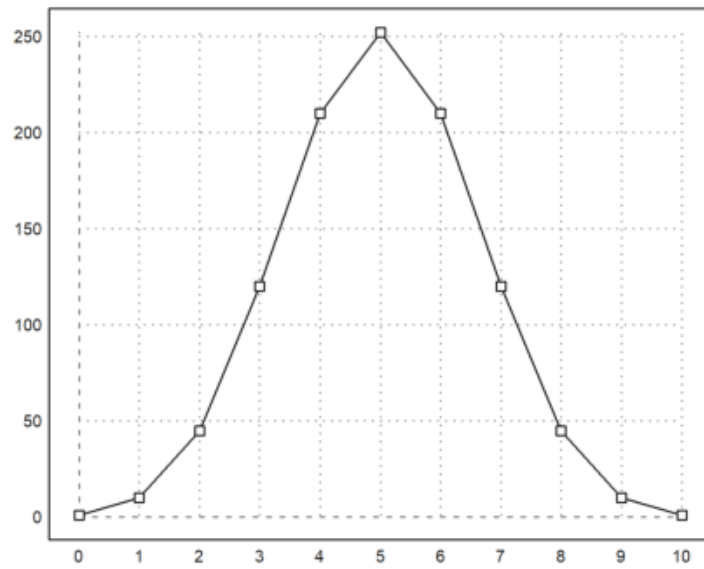
```
>months=["Jan","Feb","Mar","Apr","May","Jun", ...
> "Jul","Aug","Sep","Oct","Nov","Dec"];
>values=[10,12,12,18,22,28,30,26,22,18,12,8];
>columnsplot(values,lab=months,color=red,style="-");
>title("Temperature"):
```

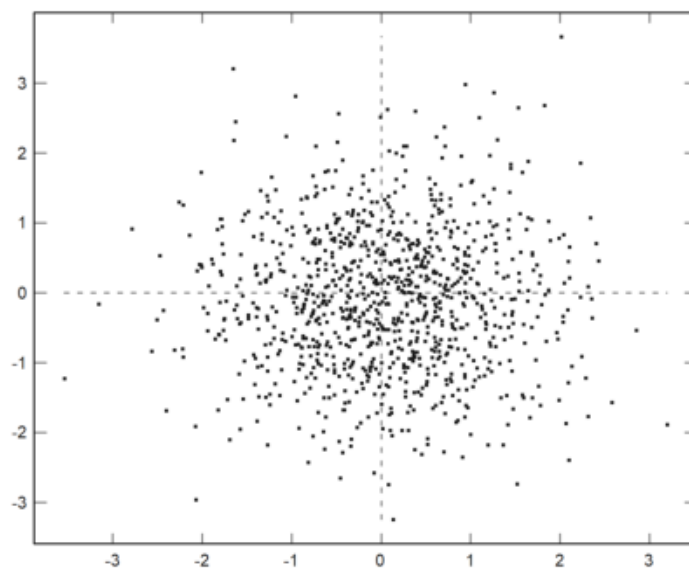
```
>k=0:10;
>plot2d(k,bin(10,k),>bar):
```



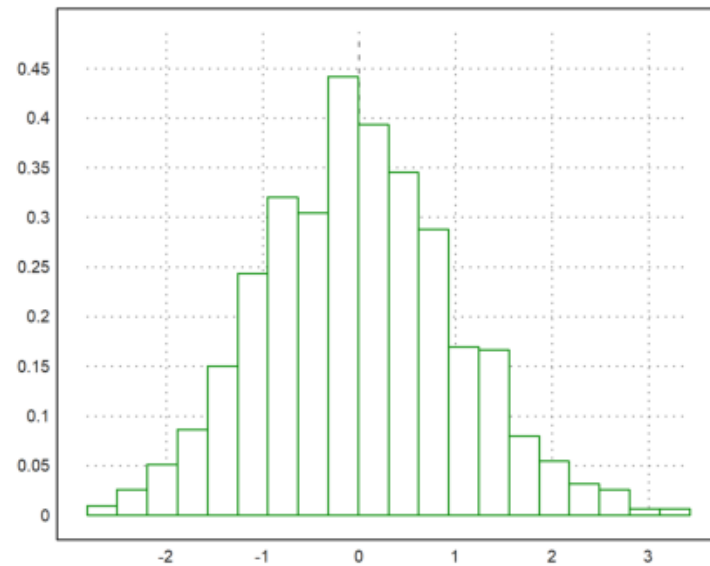
```
>plot2d(k,bin(10,k)); plot2d(k,bin(10,k),>points,>add):
```



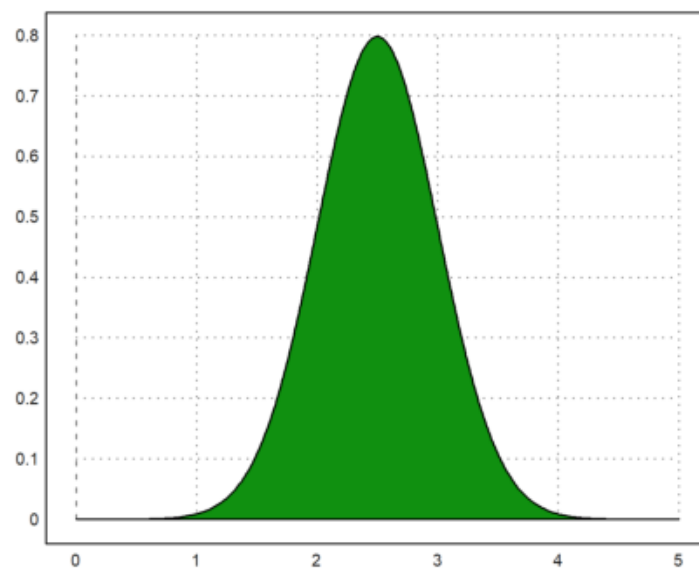
```
>plot2d(normal(1000),normal(1000),>points,grid=6,style=".."):
```



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

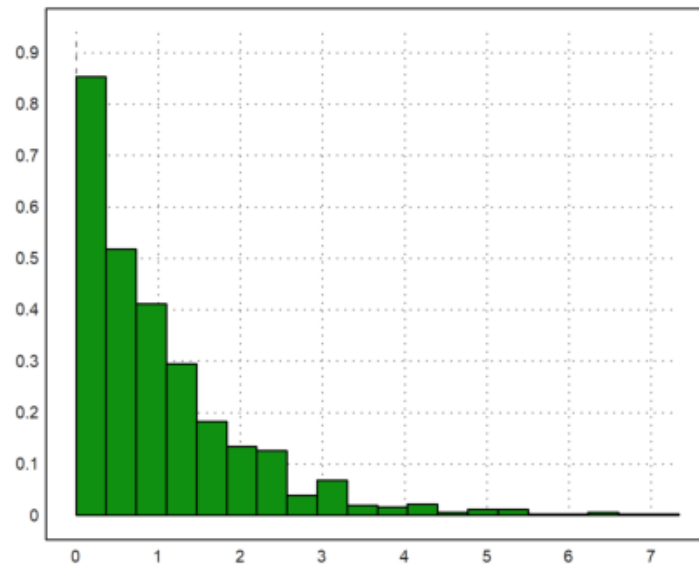


```
>plot2d("qnormal",0,5;2.5,0.5,>filled):
```



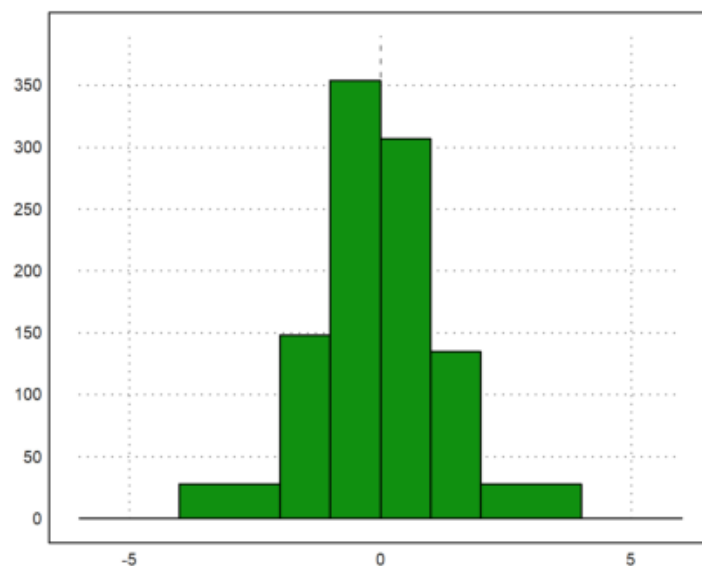
Untuk memplot distribusi statistik eksperimental, Anda dapat menggunakan `distribution=n` dengan `plot2d`.

```
>w=randexponential(1,1000); // distribusi eksponensial
>plot2d(w,>distribution): // atau distribusi=n dengan n interval
```



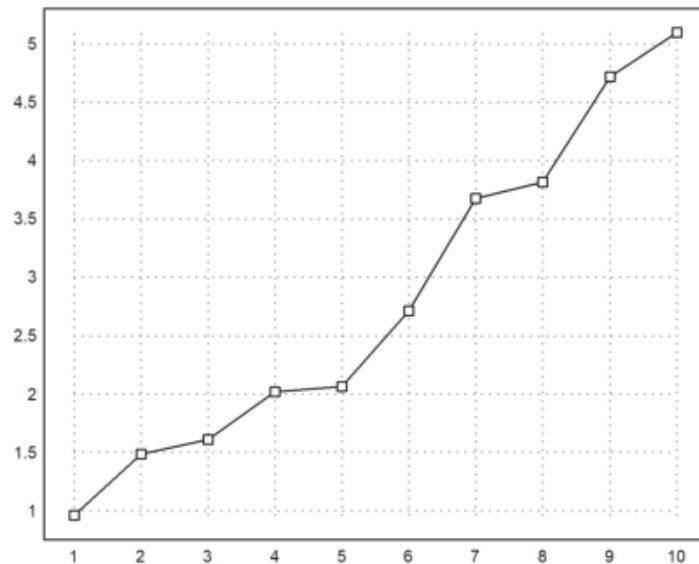
Atau Anda dapat menghitung distribusi dari data dan memplot hasilnya dengan `>bar` di `plot3d`, atau dengan `plot kolom`.

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

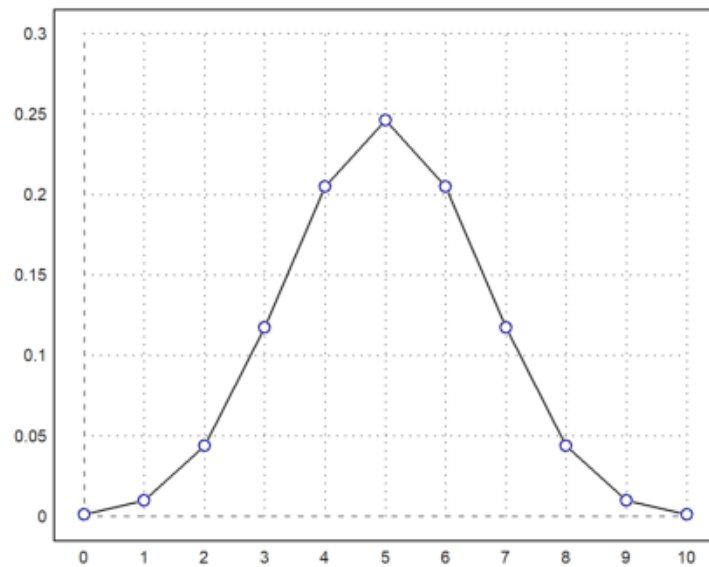


Fungsi `statplot()` menetapkan gaya dengan string sederhana.

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

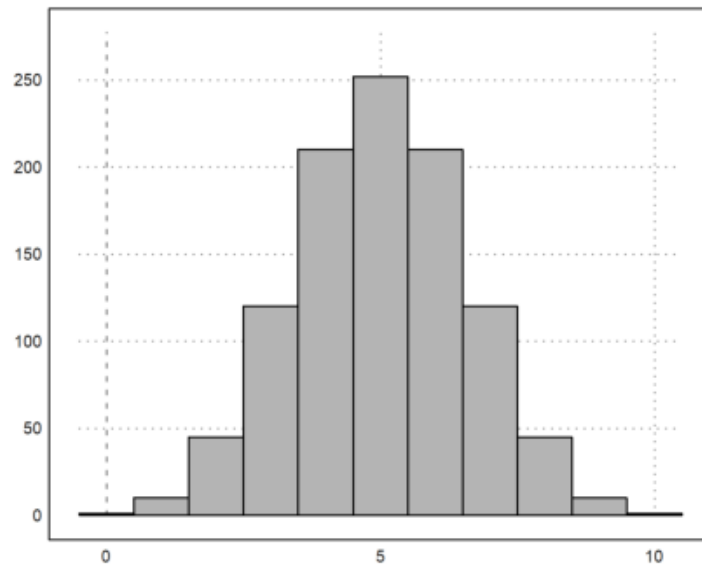


```
>n=10; i=0:n; ...
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,a=0,b=10,c=0,d=0.3); ...
>plot2d(i,bin(n,i)/2^n,points=true,style="ow",add=true,color=blue):
```



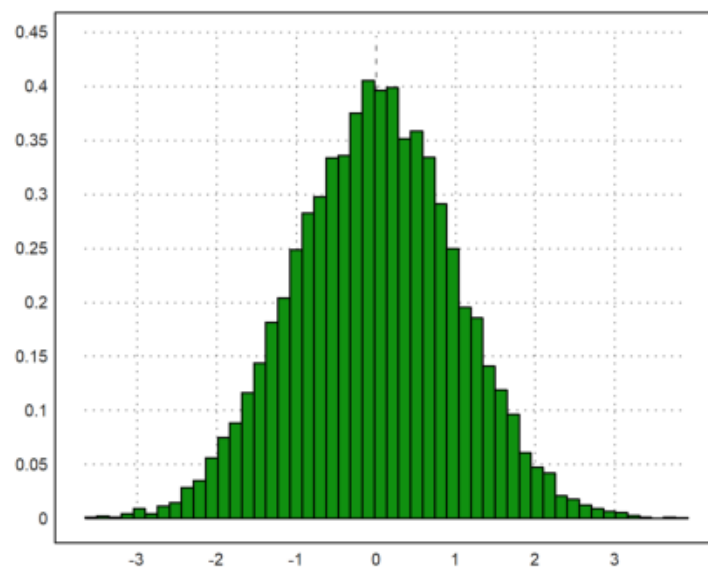
Selain itu, data dapat diplot sebagai diagram batang. Dalam hal ini, x harus diurutkan dan satu elemen lebih panjang dari y. Diagram batang akan memanjang dari $x[i]$ ke $x[i+1]$ dengan nilai $y[i]$. Jika x memiliki ukuran yang sama dengan y, maka x akan diperpanjang satu elemen dengan jarak terakhir.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

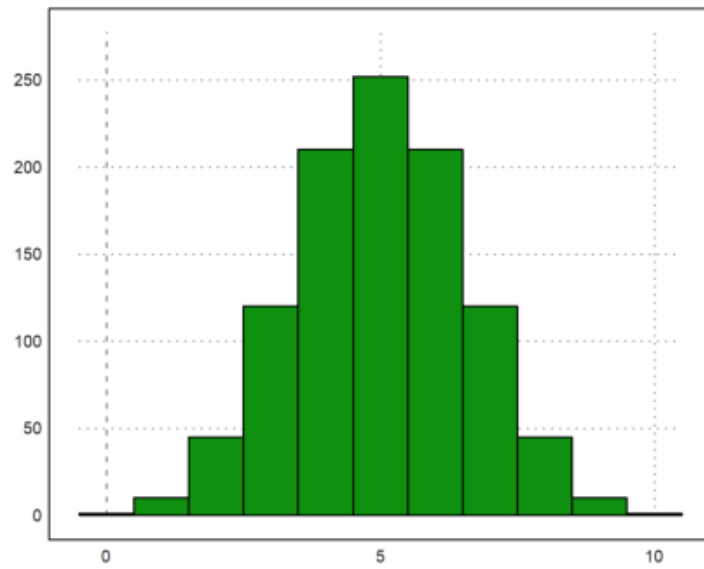


Data untuk plot batang (`bar=1`) dan histogram (`histogram = 1`) dapat diberikan secara eksplisit dalam `xv` dan `yv`, atau dapat dihitung dari distribusi empiris dalam `xv` dengan `>distribution` (atau `distribution=n`). Histogram dari nilai `xv` akan dihitung secara otomatis dengan `>histogram`. Jika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

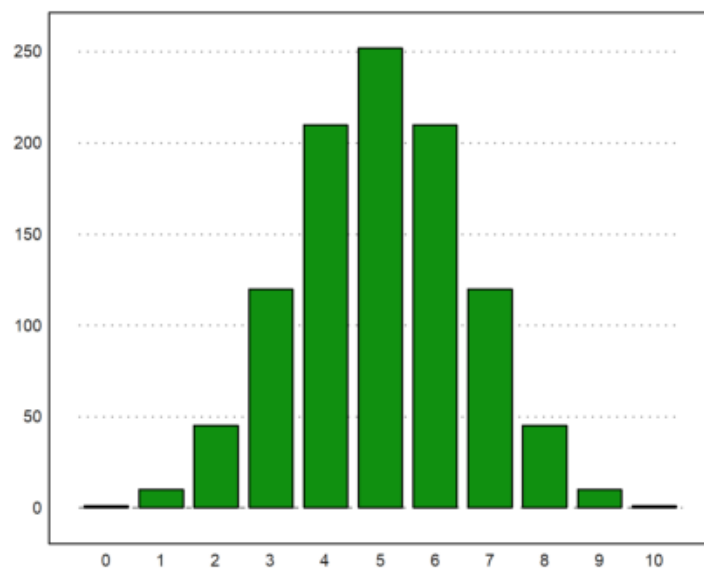
```
>plot2d(normal(10000),distribution=50):
```



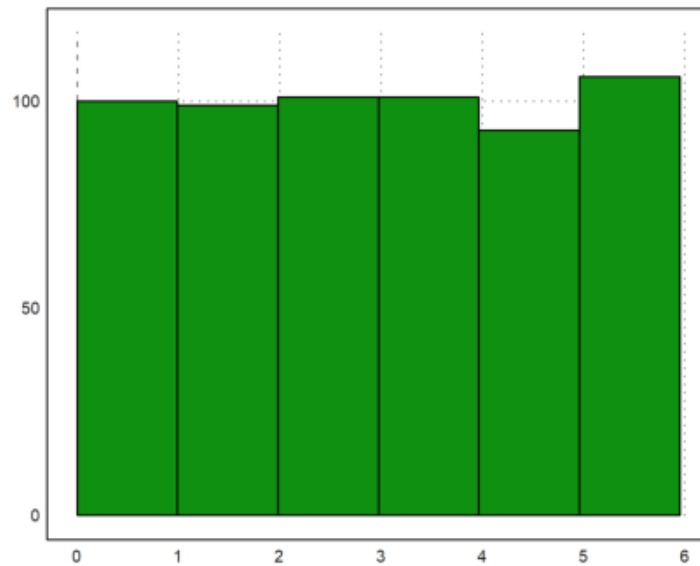
```
>k=0:10; m=bin(10,k); x=(0:11)-0.5; plot2d(x,m,>bar):
```



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

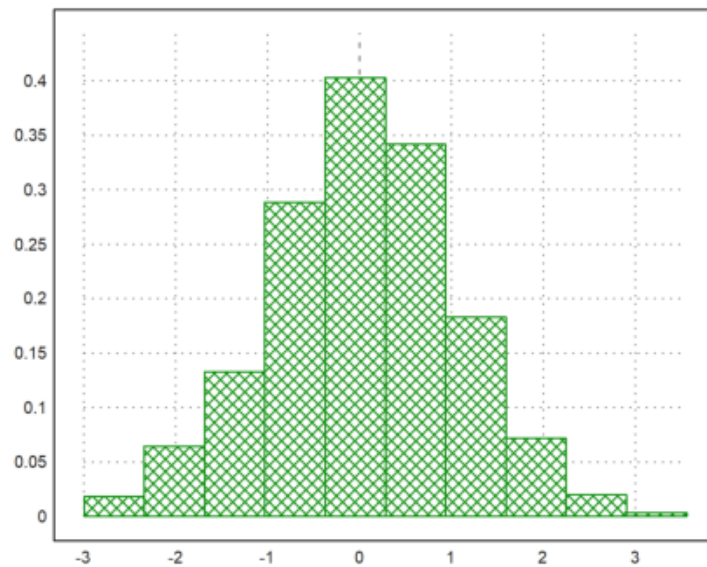


```
>plot2d(random(600)*6,histogram=6):
```



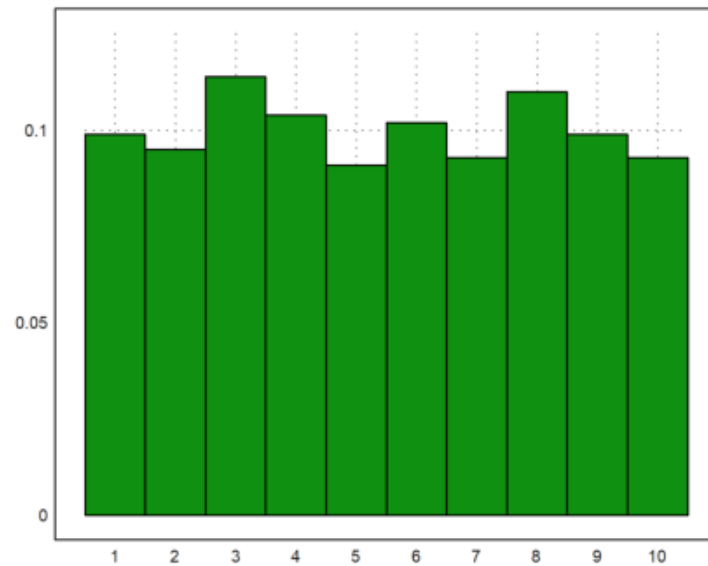
Untuk distribusi, ada parameter `distribution=n`, yang menghitung nilai secara otomatis dan mencetak distribusi relatif dengan `n` sub-interval.

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



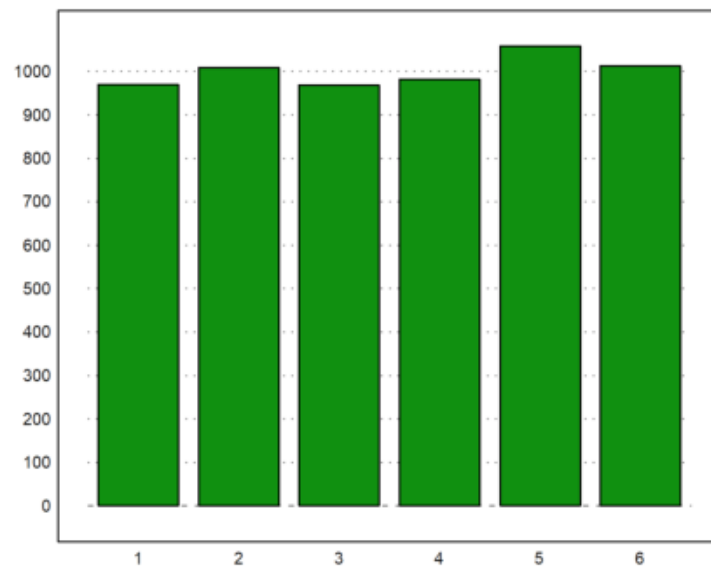
Dengan parameter `even=true`, ini akan menggunakan interval bilangan bulat.

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

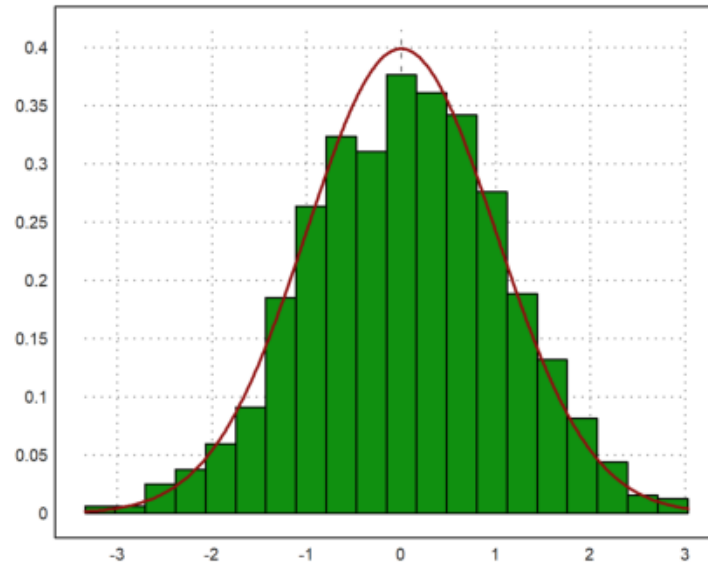



Perhatikan bahwa ada banyak plot statistik yang mungkin berguna. Lihatlah tutorial tentang statistik.

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

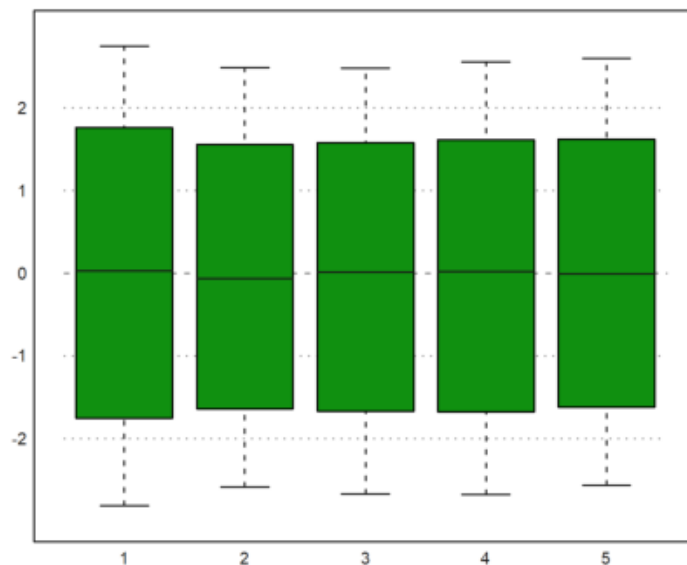


```
>plot2d(normal(1,1000),>distribution); ...
> plot2d("qnormal(x)",color=red,thickness=2,>add):
```



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

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

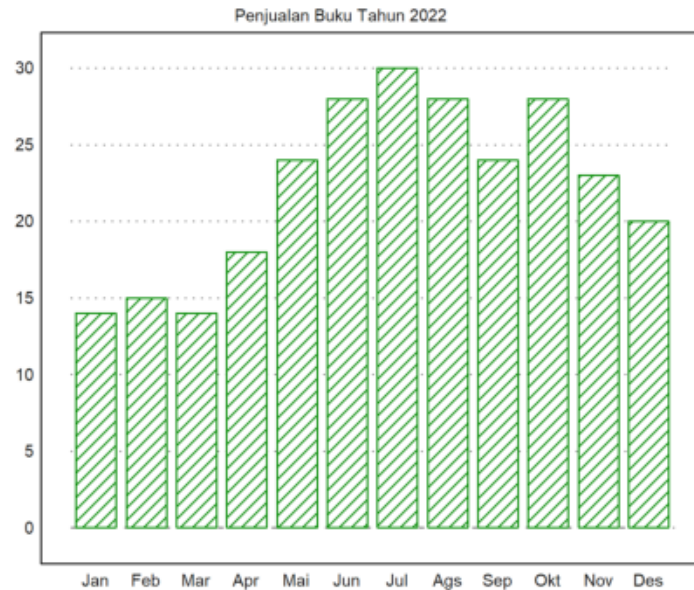


Contoh Soal

Diketahui penjualan buku perbulan tahun 2022 dari Januari hingga Desember berturut 8,11,15,18,20,27,30,28,22,18,12,10. Buatlah diagram batang penjualan buku dan hitung rata-rata penjualan tiap bulannya.

Penyelesaian:

```
>bulan=["Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "Mai", "Jun", ...
>"Jul", "Ags", "Sep", "Okt", "Nov", "Des"];
>values=[14,15,14,18,24,28,30,28,24,28,23,20];
>columnsplot(values,lab=bulan,color=green,style="/");
>title("Penjualan Buku Tahun 2022"):
```



Menghitung rata-rata penjualan buku tiap bulan

```
>sum(values)/12
```

22.1666666667

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 nc garis level, yang akan menyebar di antara nilai minimum dan maksimum fungsi secara merata. Warna yang lebih gelap atau lebih terang dapat ditambahkan dengan $>\text{hue}$ untuk mengindikasikan nilai fungsi. Untuk fungsi implisit, xv haruslah sebuah fungsi atau ekspresi dari parameter x dan y , atau, sebagai alternatif, xv dapat berupa sebuah matriks nilai.

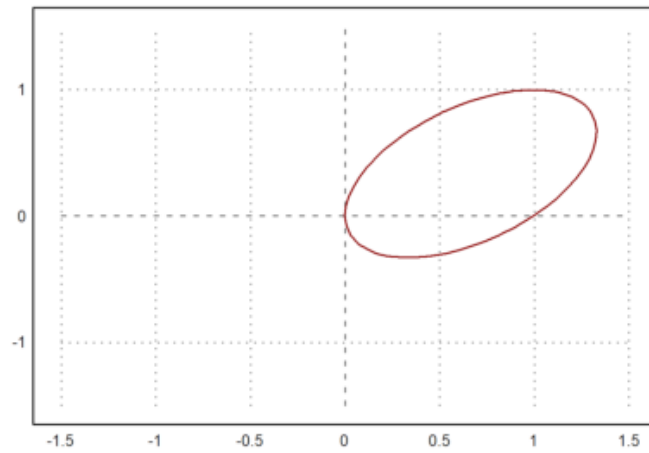
Euler dapat menandai garis level

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

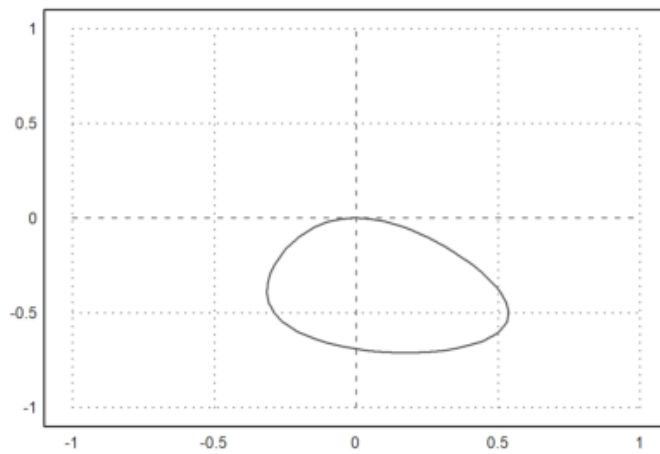
dari fungsi apapun.

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

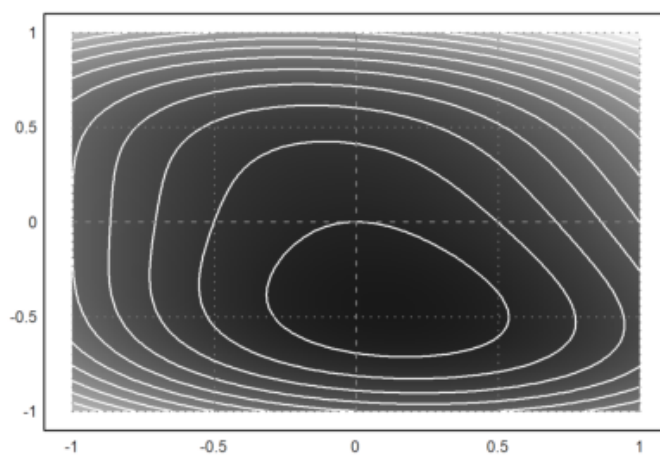
```
>aspect(1.5);
>plot2d("x^2+y^2-x*y-x",r=1.5,level=0,contourcolor=red):
```



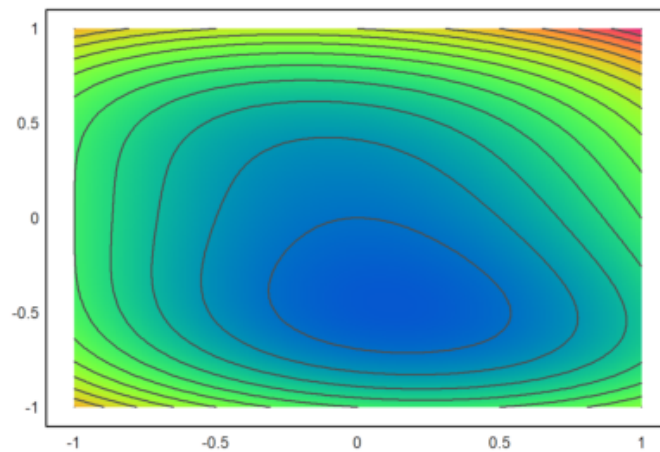
```
>expr := "2*x^2+x*y+3*y^4+y"; // mendefinisikan sebuah ekspresi f(x,y)
>plot2d(expr,level=0): // Solusi dari f(x,y)=0
```



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

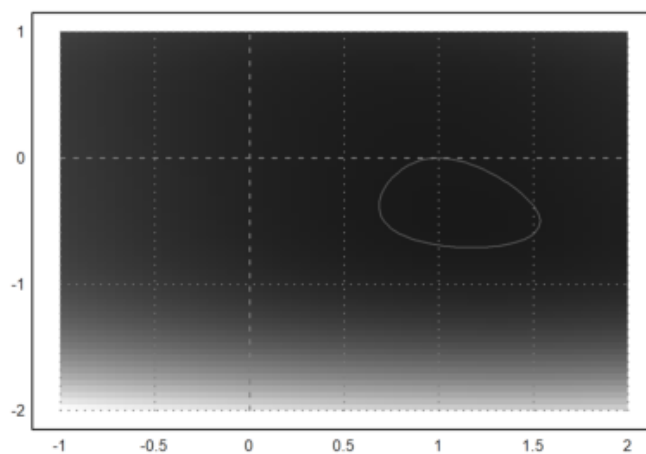


```
>plot2d(expr,level=0:0.5:20,>hue,>spectral,n=200,grid=4): // ini lebih baik
```

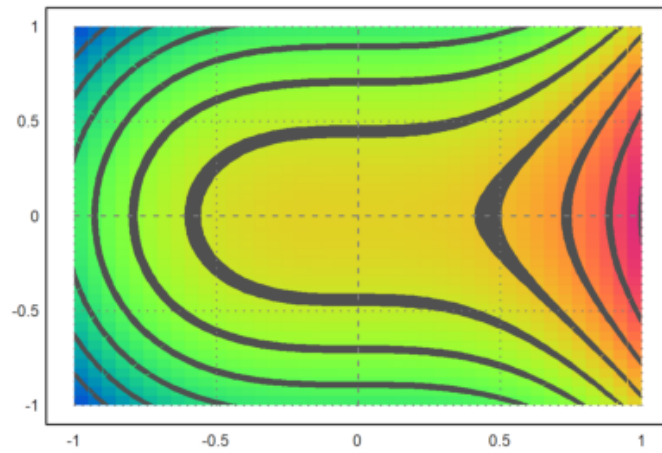


Hal ini juga berlaku untuk plot data. Tetapi Anda harus menentukan rentang untuk label sumbu.

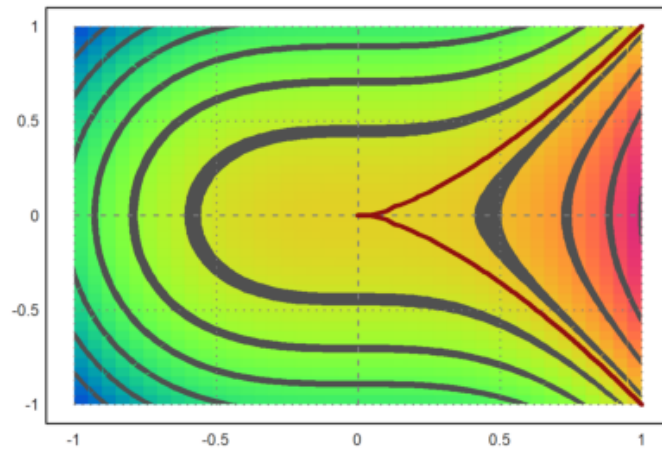
```
>x=-2:0.05:1; y=x'; z=expr(x,y);  
>plot2d(z,level=0,a=-1,b=2,c=-2,d=1,>hue):
```



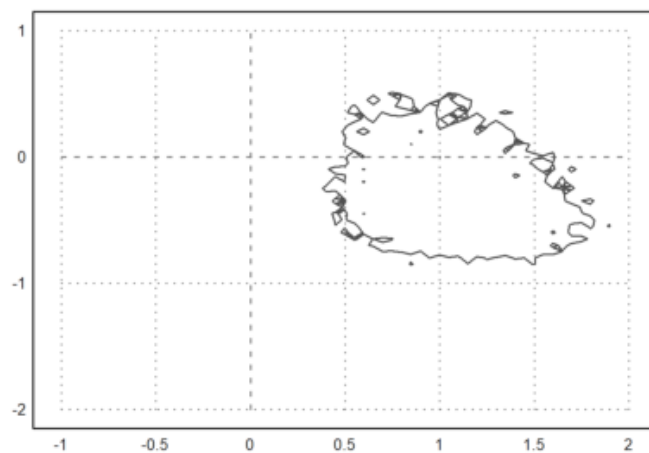
```
>plot2d("x^3-y^2",>contour,>hue,>spectral):
```



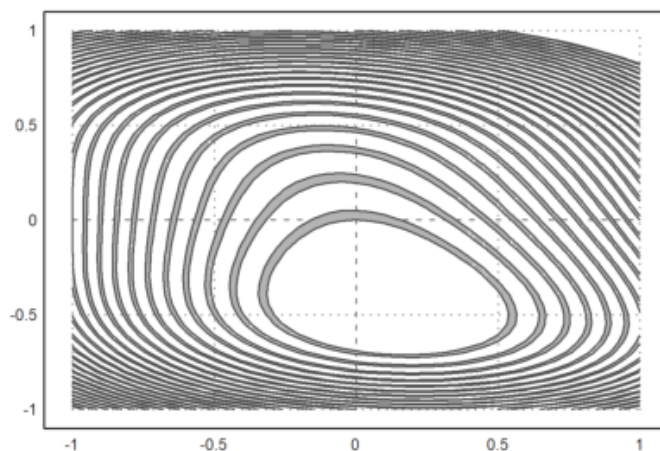
```
>plot2d("x^3-y^2",level=0,contourwidth=3,>add,contourcolor=red):
```



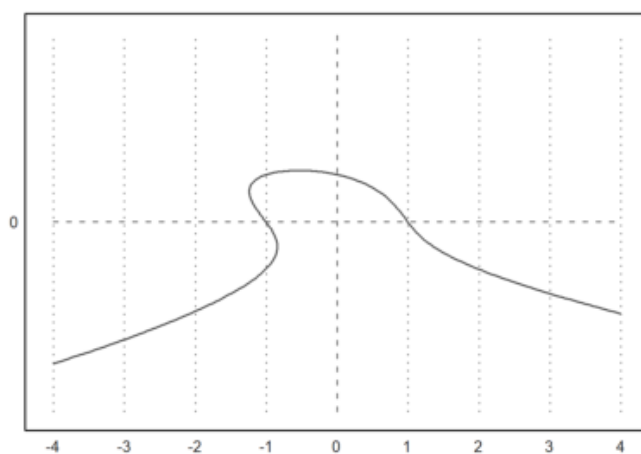
```
>z=z+normal(size(z))*0.2;
>plot2d(z,level=0.5,a=-1,b=2,c=-2,d=1):
```



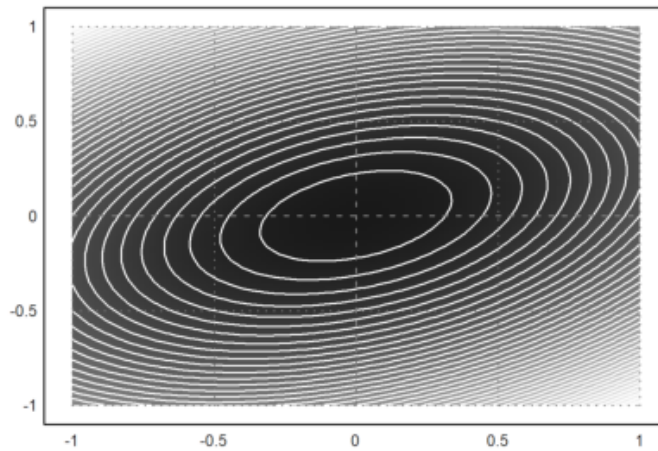
```
>plot2d(expr,level=[0:0.2:5;0.05:0.2:5.05],color=lightgray):
```



```
>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):
```



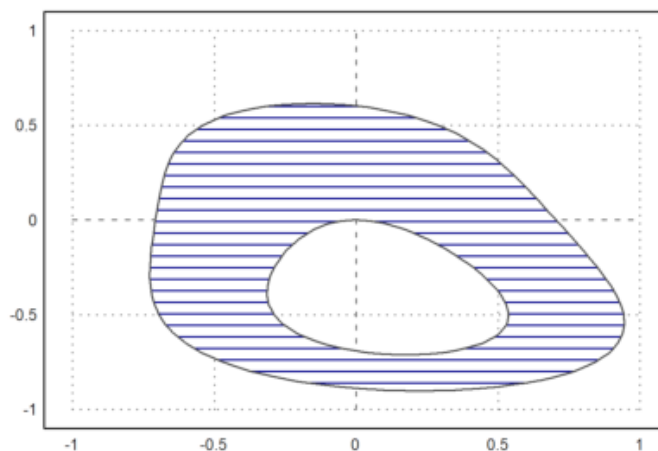
Hal ini juga memungkinkan untuk mengisi set

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

dengan rentang level

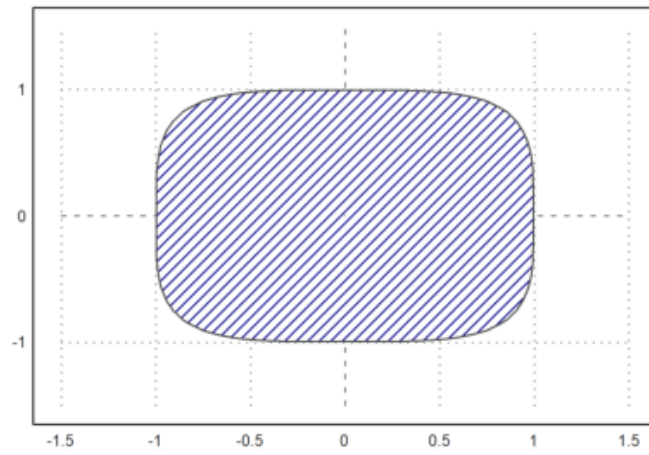
Hal ini memungkinkan untuk mengisi daerah nilai untuk fungsi tertentu. Untuk ini, level harus berupa matriks 2xn. Baris pertama adalah batas bawah dan baris kedua berisi batas atas.

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

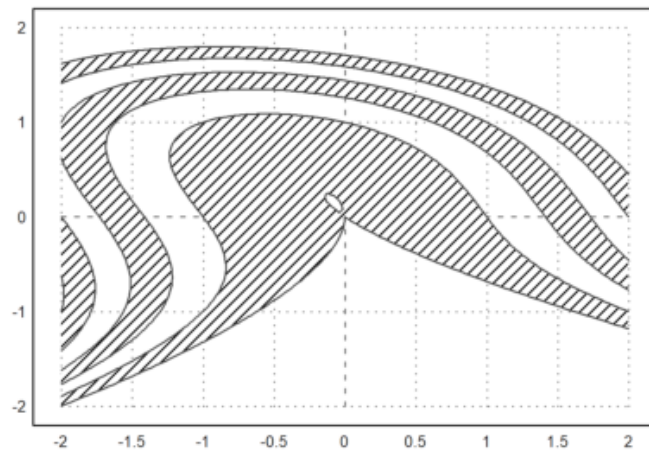


Plot implisit juga dapat menunjukkan rentang level. Maka level harus berupa matriks 2xn interval level, di mana baris pertama berisi awal dan baris kedua adalah akhir dari setiap interval. Sebagai alternatif, vektor baris sederhana dapat digunakan untuk level, dan parameter dl memperluas nilai level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

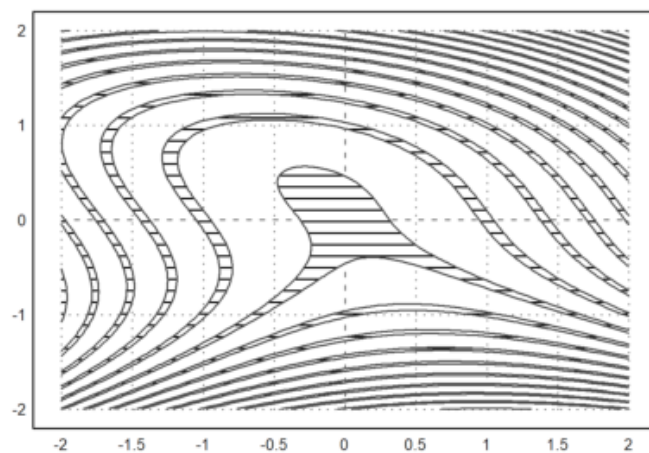
```
>plot2d("x^4+y^4", r=1.5, level=[0;1], color=blue, style="/") :
```

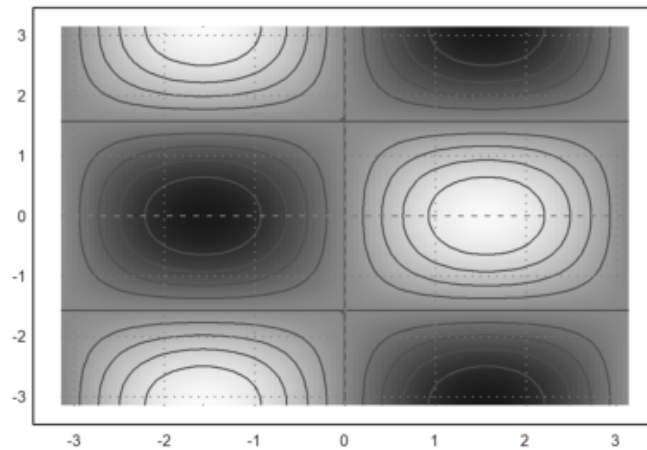
```
>plot2d("x^2+y^3+x*y",level=[0,2,4;1,3,5],style="/",r=2,n=100):
```



```
>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):
```

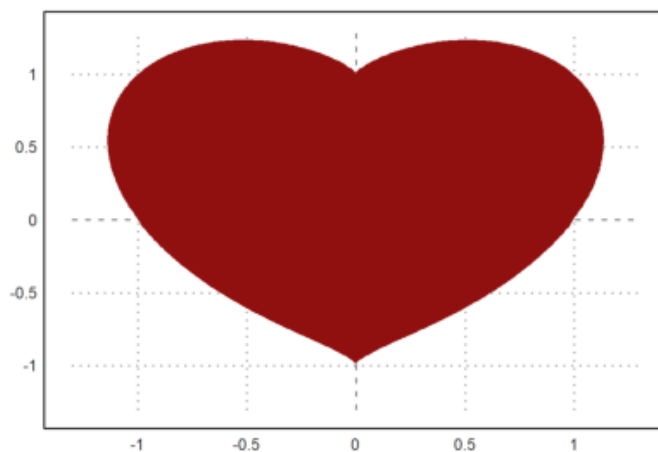


Anda juga dapat menandai sebuah daerah

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

Hal ini dilakukan dengan menambahkan level dengan dua baris.

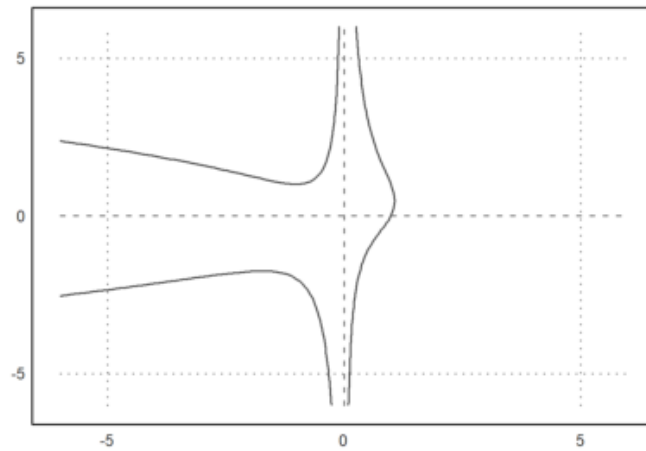
```
>plot2d("(x^2+y^2-1)^3-x^2*y^3",r=1.3, ...
> style="#",color=red,<outline, ...
> level=[-2;0],n=100):
```



Dimungkinkan untuk menentukan level tertentu. Misalnya, kita dapat memplot solusi 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) ...
```

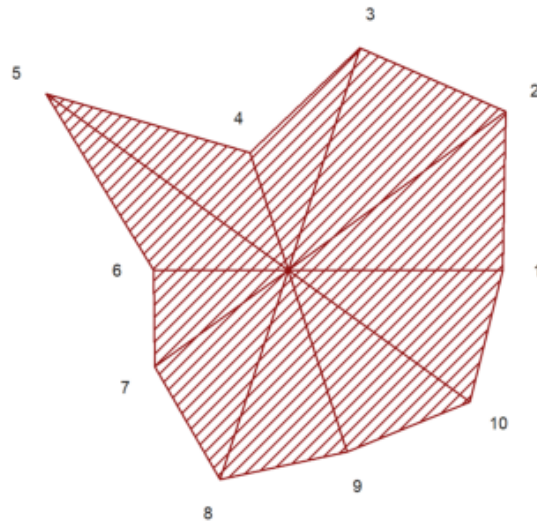
```

    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 kisi-kisi atau strip sumbu di sini. Selain itu, kami menggunakan jendela penuh untuk plot. Kita memanggil reset sebelum menguji plot ini untuk mengembalikan default grafis. Hal ini tidak perlu dilakukan jika Anda yakin bahwa plot tetap bekerja.

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



Sometimes, you may want to plot something that `plot2d` cannot do, but almost.

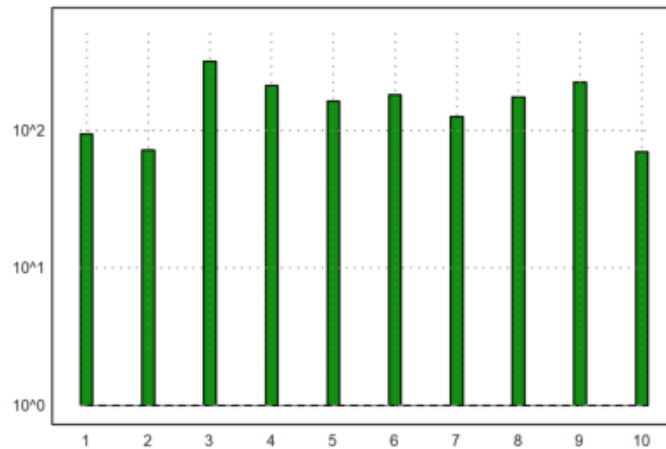
In the following function, we do a logarithmic impulse plot. `plot2d` can do logarithmic plots, but not for impulse bars.

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

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

Mari kita uji dengan nilai yang terdistribusi secara eksponensial.

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



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

Fungsi `wait(0)` memaksa plot untuk muncul pada jendela grafis. Kalau tidak, penggambaran ulang dilakukan dalam interval waktu yang jarang.

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

```

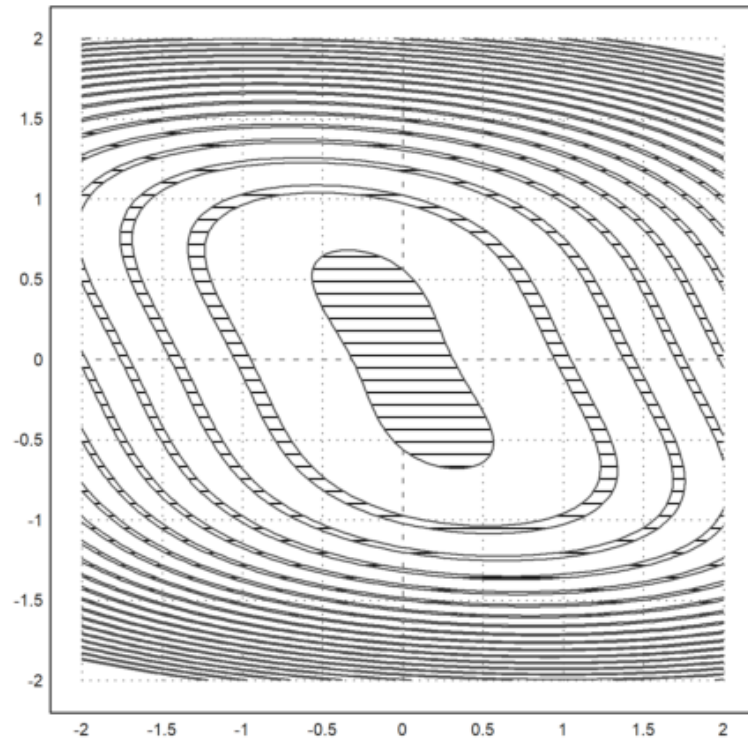
t=linspace(0,2pi,500);
f=0;
c=framecolor(0);
l=linewidth(2);
setplot(-1,1,-1,1);
repeat
    clg;
    plot(sin(n*t),cos(m*t+f));
    wait(0);
    if testkey() then break; endif;
    f=f+0.02;
end;
framecolor(c);
linewidth(l);
endfunction
```

Tekan sembarang tombol untuk menghentikan animasi ini.

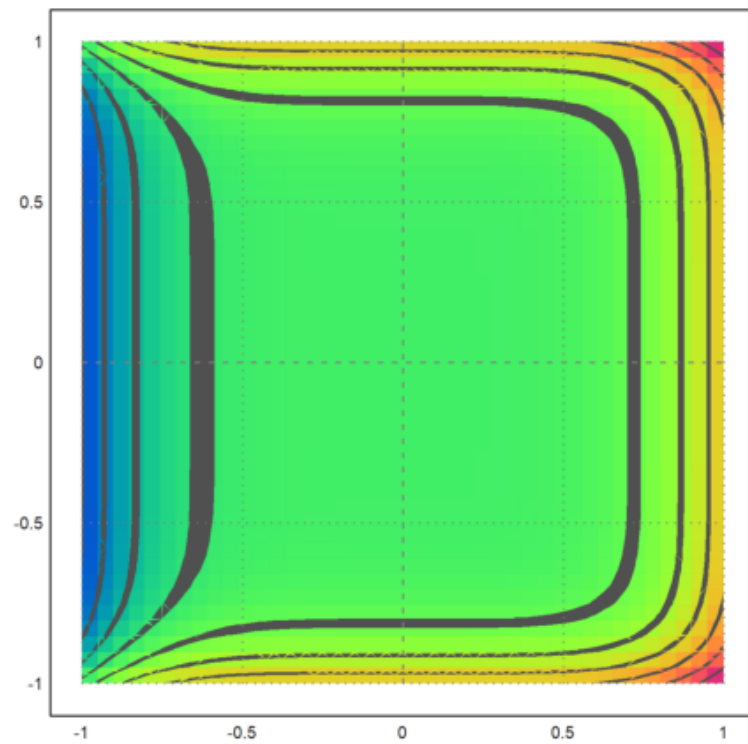
```
>animliss(2,3); // lihat hasilnya, jika sudah puas, tekan ENTER
```

```

>reset();
>plot2d("x^2+y^4+x*y",level=-10:20,r=2,style="-",dl=0.1,n=100):
```



```
>plot2d("x^5+y^8",>contour,>hue,>spectral):
```

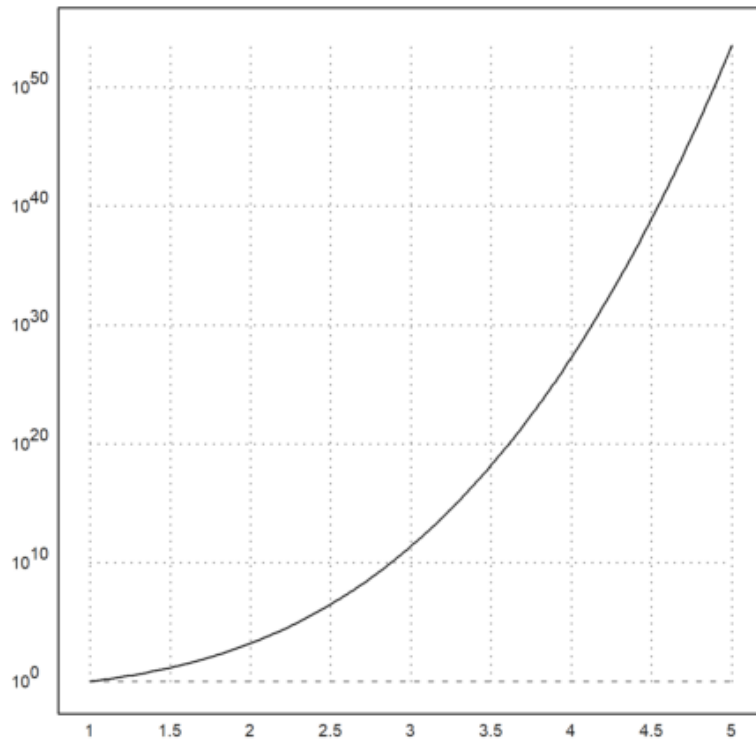


Plot Logaritmik

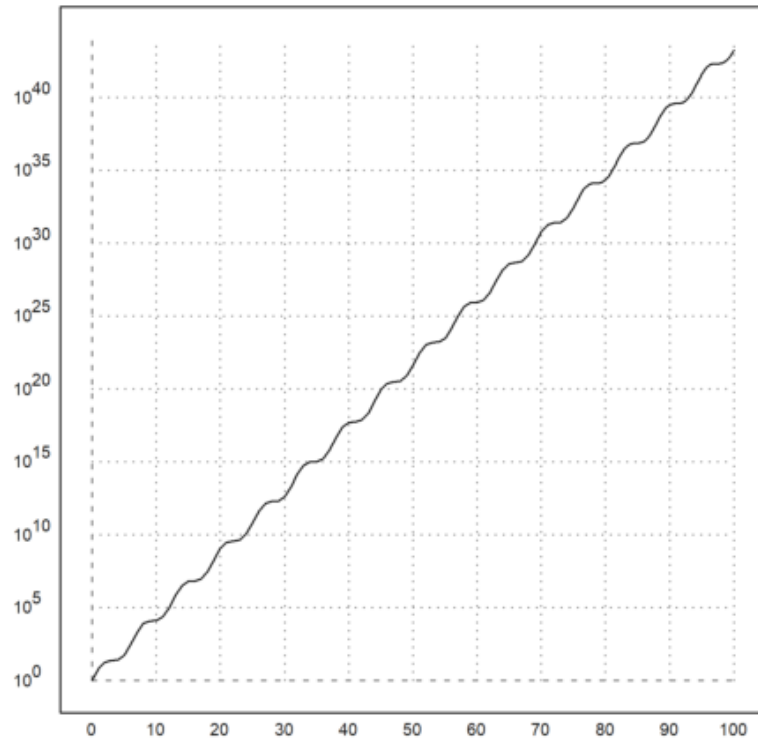
EMT menggunakan parameter "logplot" untuk skala logaritmik. Plot logaritmik dapat diplot menggunakan skala logaritmik dalam y dengan logplot = 1, atau menggunakan skala logaritmik dalam x dan y dengan logplot = 2, atau dalam x dengan logplot = 3.

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

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

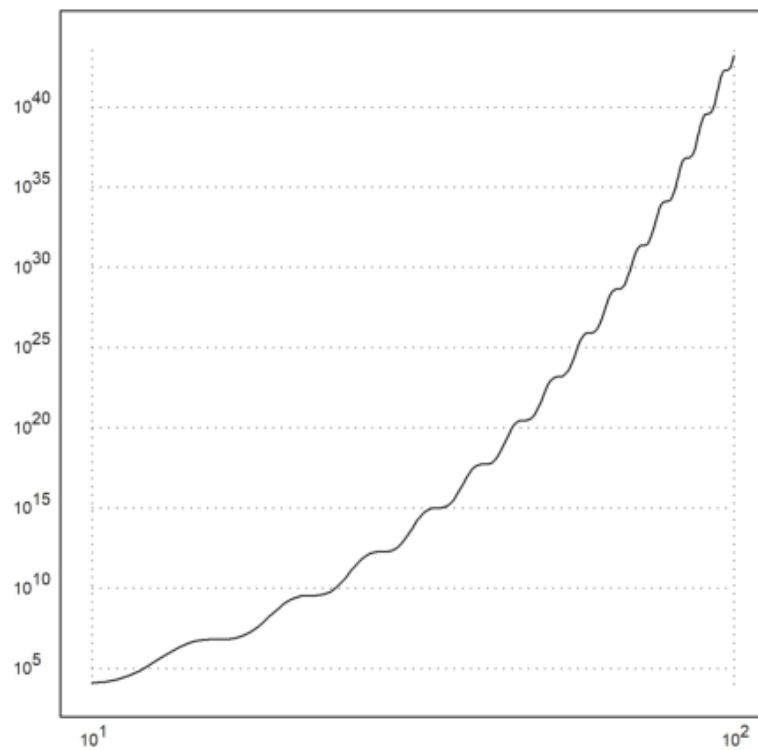


```
>plot2d("exp(x+sin(x))",0,100,logplot=1):
```



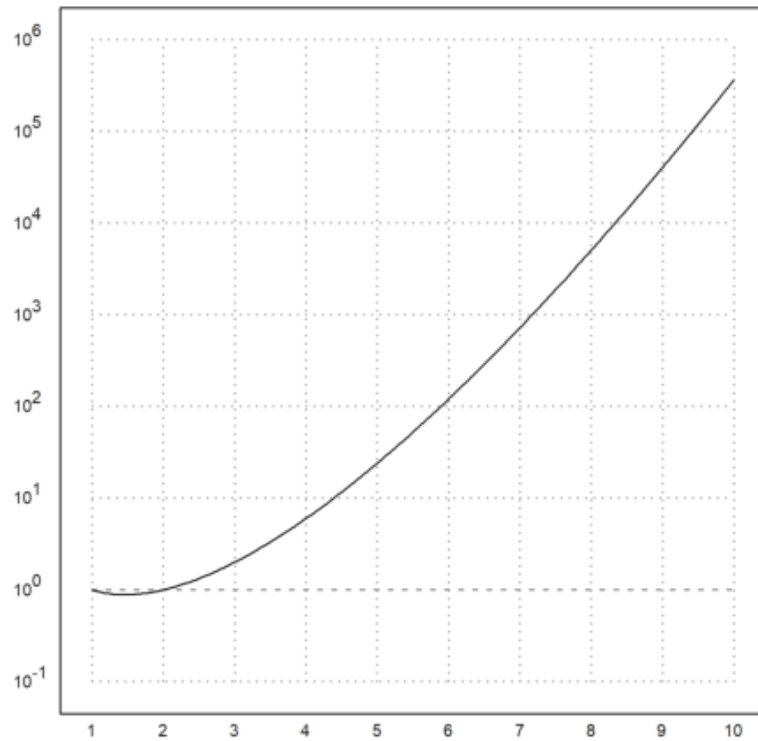
Untuk `logplot=1`, rentang sumbu y akan dituliskan dalam bentuk 10 pangkat n.

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

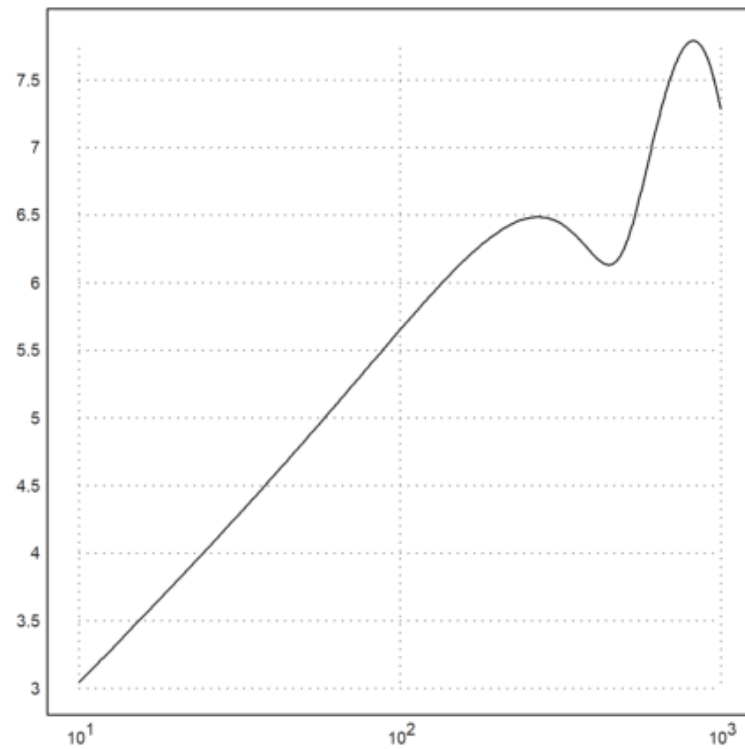


Untuk `logplot=2`, rentang sumbu x dan y akan dituliskan dalam bentuk 10 pangkat n.

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

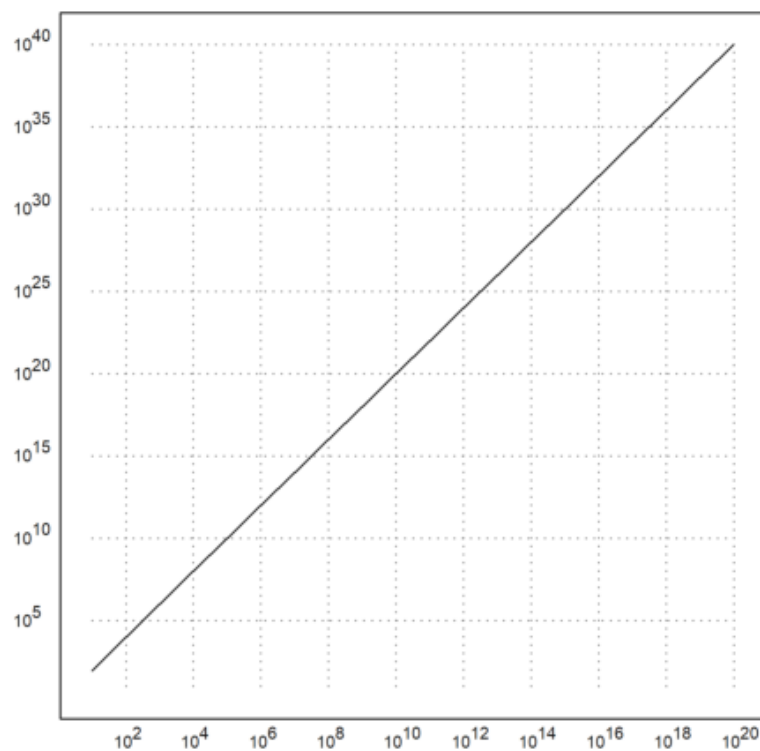


```
>plot2d("log(x*(2+sin(x/100)))",10,1000,logplot=3):
```



Sementara logplot=3, rentang sumbu x akan dituliskan dalam bentuk 10 pangkat n.
Hal ini juga berlaku pada plot data.

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



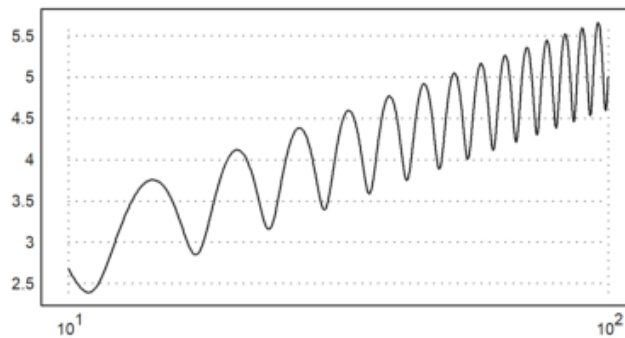
Contoh Soal

Buatlah plot fungsi logaritmik berikut

$$f(x) = \log(x(2 + \sin(x)))$$

Penyelesaian:

```
>function f(x) &= log(x*(2+sin(x)));  
>aspect(2); plot2d(&f(x),10,100,logplot=3):
```



Plot diatas menggunakan logplot=3 untuk mengubah rentang sumbu x dalam bentuk 10 pangkat n.

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
"#", "#O", "O", "/", "\", "\/",
"+", "|", "-", "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 `vertical` 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 .