Farah Nisrina Qurratu'aini

24030130022

Menggambar Plot 3D dengan EMT

Ini adalah pengantar plot 3D di Euler. Kita membutuhkan plot 3D untuk memvisualisasikan fungsi dua variabel.

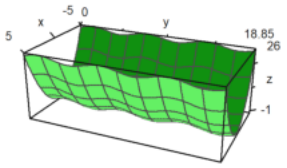
Euler menggambar fungsi tersebut menggunakan algoritma pengurutan untuk menyembunyikan bagian di latar belakang. Secara umum, Euler menggunakan proyeksi pusat. Default-nya adalah dari kuadran x-y positif menuju titik asal x=y=z=0, tetapi sudut=0° menghadap ke arah sumbu y. Sudut pandang dan tinggi dapat diubah.

Euler dapat memplot

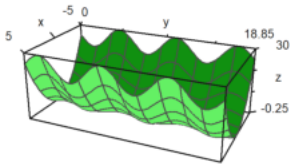
- permukaan dengan bayangan dan garis datar atau rentang datar,
- awan titik,
- kurva parametrik,
- permukaan implisit.

Plot 3D suatu fungsi menggunakan plot3d. Cara termudah adalah memplot ekspresi dalam x dan y. Parameter r mengatur rentang plot di sekitar (0,0).

```
>aspect(1.5); plot3d("x^2+sin(y)",-5,5,0,6*pi):
```




```
>plot3d("x^2+x*sin(y)",-5,5,0,6*pi):
```



Silakan lakukan modifikasi agar gambar "talang bergelombang" tersebut tidak lurus melainkan melengkung/melingkar, baik melingkar secara mendatar maupun melingkar turun/naik (seperti papan peluncur pada kolam renang. Temukan rumusnya.

Fungsi Dua Variabel

Untuk grafik suatu fungsi, gunakan

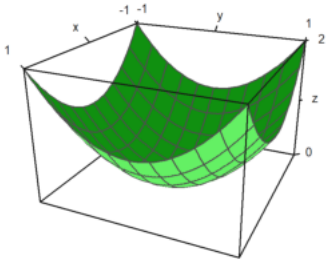
- ekspresi sederhana dalam x dan y,
- nama fungsi dua variabel
- atau matriks data.

Defaultnya adalah kisi kawat yang terisi dengan warna berbeda di kedua sisinya. Perhatikan bahwa jumlah interval kisi default adalah 10, tetapi plot menggunakan jumlah persegi panjang 40x40 default untuk membangun permukaan. Ini dapat diubah.

- n=40, n=[40,40]: jumlah garis kisi di setiap arah
- kisi=10, kisi=[10,10]: jumlah garis kisi di setiap arah.

Kami menggunakan default n=40 dan kisi=10.

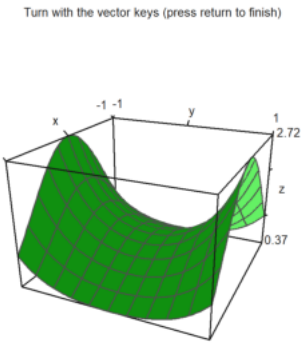
```
>plot3d("x^2+y^2"):
```



Interaksi pengguna dimungkinkan dengan parameter >user. Pengguna dapat menekan tombol-tombol berikut.

- kiri, kanan, atas, bawah: mengubah sudut pandang
- +, -: memperbesar atau memperkecil
- a: menghasilkan anaglif (lihat di bawah)
- l: beralih di antara sumber cahaya (lihat di bawah)
- spasi: mengatur ulang ke default
- return: mengakhiri interaksi

```
>plot3d("exp(-x^2+y^2)",>user, ...
   title="Turn with the vector keys (press return to finish)"):
```



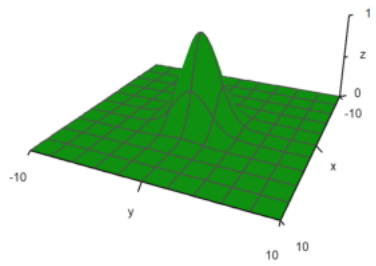
Rentang plot untuk fungsi dapat ditentukan dengan

- a,b: rentang x
- c,d: rentang y
- r: persegi simetris di sekitar (0,0).
- n: jumlah subinterval untuk plot.

Ada beberapa parameter untuk menskalakan fungsi atau mengubah tampilan grafik.

fscale: skala ke nilai fungsi (default adalah <fscale).
scale: angka atau vektor 1x2 untuk diskalakan ke arah x dan y.
frame: jenis frame (default 1).

```
>plot3d("exp(-(x^2+y^2)/5)",r=10,n=80,fscale=4,scale=1.2,frame=3,>user):
```



Tampilan dapat diubah dengan berbagai cara.

- jarak: jarak pandang ke plot.
- perbesaran: nilai perbesaran.

- sudut: sudut terhadap sumbu y negatif dalam radian.
- tinggi: tinggi tampilan dalam radian.

Nilai default dapat diperiksa atau diubah dengan fungsi view(). Fungsi ini mengembalikan parameter dalam urutan yang sama seperti di atas.

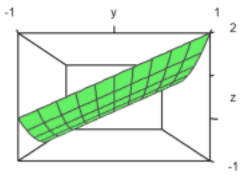
```
>view
```

```
[5,  2.6,  2,  0.4]
```

Jarak yang lebih dekat membutuhkan zoom yang lebih kecil. Efeknya lebih mirip lensa sudut lebar.

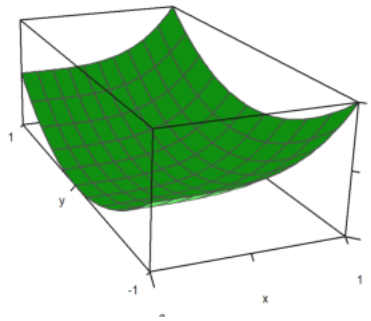
Dalam contoh berikut, sudut=0 dan tinggi=0 terlihat dari sumbu y negatif. Label sumbu untuk y disembunyikan dalam kasus ini.

```
>plot3d("x^2+y",distance=3,zoom=1,angle=pi/2,height=0):
```



Plot selalu mengarah ke pusat kubus plot. Anda dapat memindahkan titik tengahnya dengan parameter center.

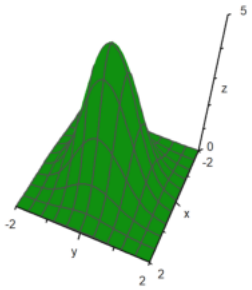
```
>plot3d("x^4+y^2",a=0,b=1,c=-1,d=1,angle=-20°,height=20°, ...
   center=[0.4,0,0],zoom=5):
```



Plot diskalakan agar sesuai dengan kubus satuan untuk dilihat. Jadi, tidak perlu mengubah jarak atau zoom tergantung pada ukuran plot. Namun, label tersebut merujuk pada ukuran sebenarnya.

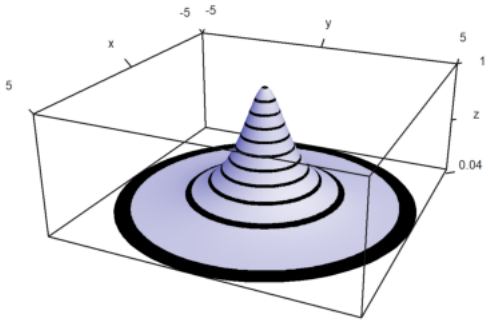
Jika Anda menonaktifkannya dengan scale=false, Anda perlu memastikan plot tetap sesuai dengan jendela plot, dengan mengubah jarak atau zoom tampilan, dan memindahkan titik tengahnya.

```
>plot3d("5*exp(-x^2-y^2)",r=2,<fscale,<scale,distance=13,height=50°, ...
   center=[0,0,-2],frame=3):
```

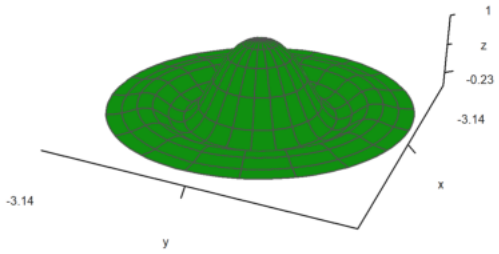


Plot polar juga tersedia. Parameter polar=true menggambar plot polar. Fungsi tersebut tetap harus berupa fungsi x dan y. Parameter "fscale" menskalakan fungsi dengan skalanya sendiri. Jika tidak, fungsi tersebut diskalakan agar sesuai dengan kubus.

```
>plot3d("1/(x^2+y^2+1)",r=5,>polar, ...
 fscale=2,>hue,n=100,zoom=4,>contour,color=blue):
```



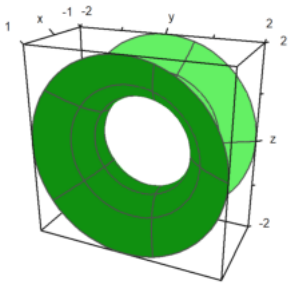

```
>function f(r) := exp(-r/2)*cos(r); ...
 plot3d("f(x^2+y^2)",>polar,scale=[1,1,0.4],r=pi,frame=3,zoom=4):
```



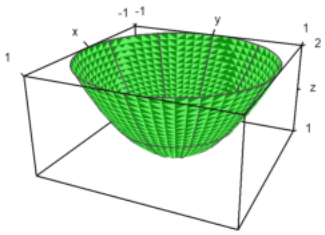
Parameter rotate memutar fungsi dalam x di sekitar sumbu x.

- rotate=1: Menggunakan sumbu x
- rotate=2: Menggunakan sumbu z

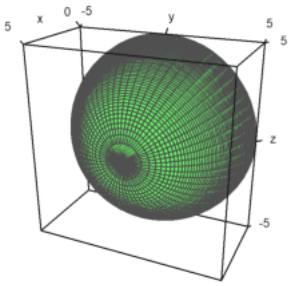
```
>plot3d("x^2+1",a=-1,b=1,rotate=true,grid=5):
```



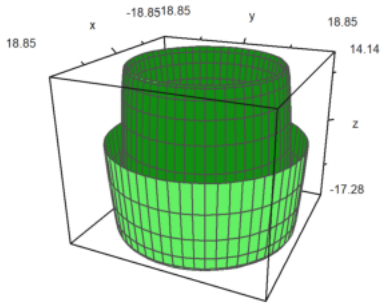

```
>plot3d("x^2+1",a=-1,b=1,rotate=2,grid=5):
```




```
>plot3d("sqrt(25-x^2)",a=0,b=5,rotate=1):
```

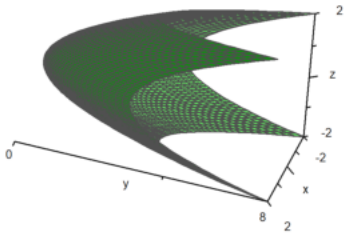



```
>plot3d("x*sin(x)",a=0,b=6pi,rotate=2):
```



Berikut adalah plot dengan tiga fungsi.

```
>plot3d("x","x^2+y^2","y",r=2,zoom=3.5,frame=3):
```



Plot Kontur

Untuk plot, Euler menambahkan garis kisi. Sebagai gantinya, dimungkinkan untuk menggunakan garis level dan rona satu warna atau rona spektral. Euler dapat menggambar tinggi fungsi pada plot dengan

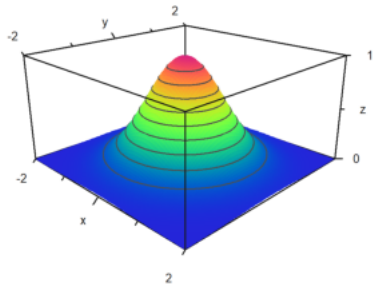
bayangan. Dalam semua plot 3D, Euler dapat menghasilkan anaglif merah/sian.

- >hue: Mengaktifkan bayangan terang, alih-alih kabel.
- >contour: Memplot garis kontur otomatis pada plot.
- level=... (atau level): Vektor nilai untuk garis kontur.

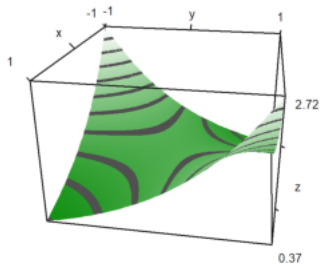
Nilai defaultnya adalah level="auto", yang menghitung beberapa garis level secara otomatis. Seperti yang Anda lihat pada plot, level sebenarnya adalah rentang level.

Gaya default dapat diubah. Untuk plot kontur berikut, kami menggunakan kisi yang lebih halus untuk titik 100x100, menskalakan fungsi dan plot, dan menggunakan sudut pandang yang berbeda.

```
>plot3d("exp(-x^2-y^2)",r=2,n=100,level="thin", ...
 >contour,>spectral,fscale=1,scale=1.1,angle=45°,height=20°):
```




```
>plot3d("exp(x*y)",angle=100°,>contour,color=green):
```

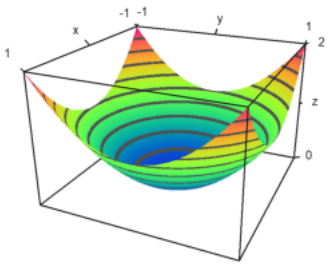


Shading default menggunakan warna abu-abu. Namun, rentang warna spektral juga tersedia.

- >spektral: Menggunakan skema spektral default
- warna=...: Menggunakan warna khusus atau skema spektral

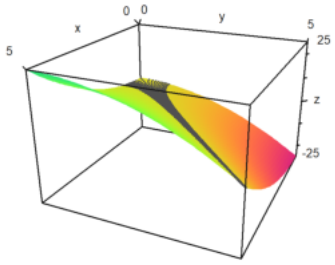
Untuk plot berikut, kami menggunakan skema spektral default dan menambah jumlah titik untuk mendapatkan tampilan yang sangat halus.

```
>plot3d("x^2+y^2",>spectral,>contour,n=100):
```



Alih-alih garis level otomatis, kita juga dapat mengatur nilai garis level. Ini akan menghasilkan garis level tipis, alih-alih rentang level.

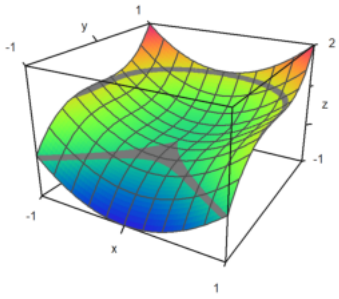
```
>plot3d("x^2-y^2",0,5,0,5,level=-1:0.1:1,color=redgreen):
```



Pada plot berikut, kami menggunakan dua pita level yang sangat lebar, dari -0,1 hingga 1, dan dari 0,9 hingga 1. Ini dimasukkan sebagai matriks dengan batas level sebagai kolom.

Selain itu, kami melapisi grid dengan 10 interval di setiap arah.

```
>plot3d("x^2+y^3",level=[-0.1,0.9;0,1], ...
   >spectral,angle=30°,grid=10,contourcolor=gray):
```

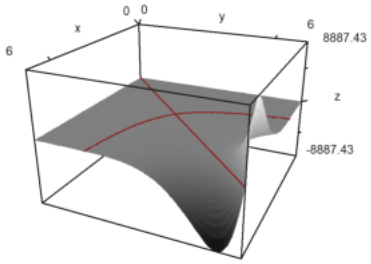


Dalam contoh berikut, kami memplot himpunan tersebut, di mana

$$f(x,y)=x^y-y^x=0$$

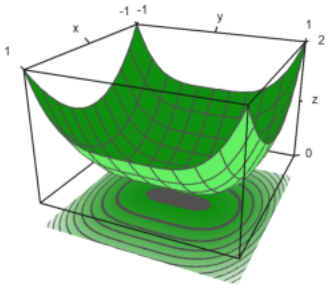
Kami menggunakan satu garis tipis untuk garis level.

```
>plot3d("x^y-y^x",level=0,a=0,b=6,c=0,d=6,contourcolor=red,n=100):
```



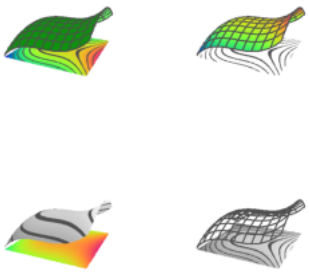
Bidang kontur dapat ditampilkan di bawah plot. Warna dan jarak ke plot dapat ditentukan.

```
>plot3d("x^2+y^4",>cp,cpcolor=green,cpdelta=0.2):
```



Berikut beberapa gaya lainnya. Kami selalu menonaktifkan bingkai, dan menggunakan berbagai skema warna untuk plot dan kisi.

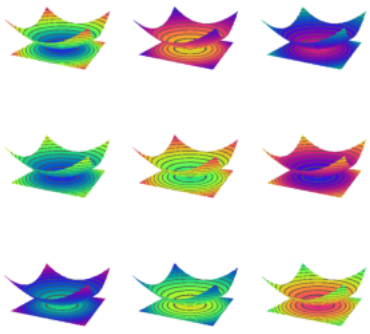
```
>figure(2,2); ...
 expr="y^3-x^2"; ...
 figure(1);  ...
   plot3d(expr,<frame,>cp,cpcolor=spectral); ...
 figure(2);  ...
   plot3d(expr,<frame,>spectral,grid=10,cp=2); ...
 figure(3);  ...
   plot3d(expr,<frame,>contour,color=gray,nc=5,cp=3,cpcolor=greenred); ...
 figure(4);  ...
   plot3d(expr,<frame,>hue,grid=10,>transparent,>cp,cpcolor=gray); ...
 figure(0):
```



Ada beberapa skema spektral lain, yang diberi nomor dari 1 hingga 9. Namun, Anda juga dapat menggunakan warna=nilai, di mana nilai

- spektral: untuk rentang dari biru ke merah
- putih: untuk rentang yang lebih redup
- kuning-biru, ungu-hijau, biru-kuning, hijau-merah
- biru-kuning, hijau-ungu, kuning-biru, merah-hijau

```
>figure(3,3); ...
 for i=1:9;  ...
   figure(i); plot3d("x^2+y^2",spectral=i,>contour,>cp,<frame,zoom=4);  ...
 end; ...
 figure(0):
```

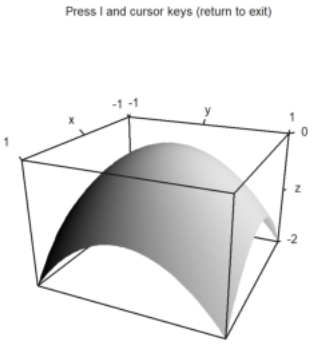


Sumber cahaya dapat diubah dengan tombol l dan kursor selama interaksi pengguna. Sumber cahaya juga dapat diatur dengan parameter.

- light: arah cahaya
- amb: cahaya sekitar antara 0 dan 1

Perhatikan bahwa program tidak membedakan sisi plot. Tidak ada bayangan. Untuk ini, Anda memerlukan Povray.

```
>plot3d("-x^2-y^2", ...
   hue=true,light=[0,1,1],amb=0,user=true, ...
   title="Press l and cursor keys (return to exit)"):
```



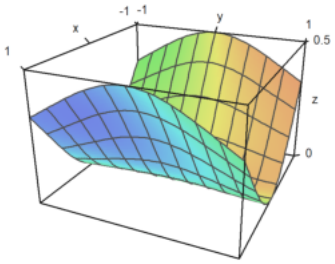
Parameter warna mengubah warna permukaan. Warna garis level juga dapat diubah.

```
>plot3d("-x^2-y^2",color=rgb(0.2,0.2,0),hue=true,frame=false, ...
   zoom=3,contourcolor=red,level=-2:0.1:1,dl=0.01):
```



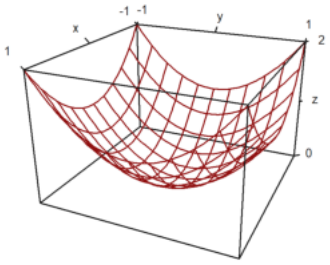
Warna 0 memberikan efek pelangi khusus.

```
>plot3d("x^2/(x^2+y^2+1)",color=0,hue=true,grid=10):
```



Permukaannya juga bisa transparan.

```
>plot3d("x^2+y^2",>transparent,grid=10,wirecolor=red):
```



Plot Implisit

Terdapat juga plot implisit dalam tiga dimensi. Euler menghasilkan potongan melalui objek. Fitur plot3d mencakup plot implisit. Plot ini menunjukkan himpunan nol suatu fungsi dalam tiga variabel.

Solusi dari

$$f(x,y,z)=0$$

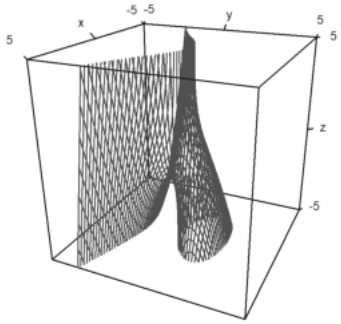
dapat divisualisasikan dalam potongan yang sejajar dengan bidang x-y, x-z, dan y-z.

- implisit=1: potongan sejajar dengan bidang y-z
- implisit=2: potongan sejajar dengan bidang x-z
- implisit=4: potongan sejajar dengan bidang x-y

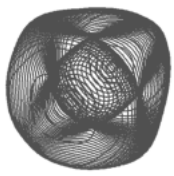
Tambahkan nilai-nilai ini, jika Anda suka. Dalam contoh ini, kita memplot

$$M=\{(x,y,z):x^2+y^3+zy=1\}$$

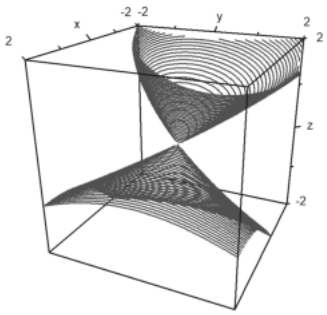
```
>plot3d("x^2+y^3+z*y-1",r=5,implicit=3):
```




```
>c=1; d=1;
>plot3d("((x^2+y^2-c^2)^2+(z^2-1)^2)*((y^2+z^2-c^2)^2+(x^2-1)^2)*((z^2+x^2-c^2)^2+(y^2-1)^2)-d",r=2,<frame,>impl
```



```
>plot3d("x^2+y^2+4*x*z+z^3",>implicit,r=2,zoom=2.5):
```



Memplot Data 3D

Sama seperti plot2d, plot3d menerima data. Untuk objek 3D, Anda perlu menyediakan matriks dengan nilai x, y, dan z, atau tiga fungsi atau ekspresi fx(x,y), fy(x,y), fz(x,y).

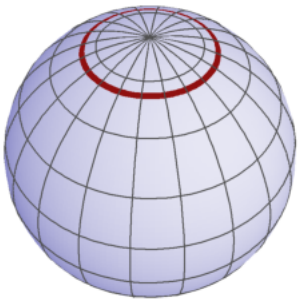
$$\gamma(t,s) = (x(t,s), y(t,s), z(t,s))$$

Karena x,y,z adalah matriks, kita asumsikan bahwa (t,s) melewati kisi persegi. Hasilnya, Anda dapat memplot gambar persegi panjang dalam ruang.

Anda dapat menggunakan bahasa matriks Euler untuk menghasilkan koordinat secara efektif.

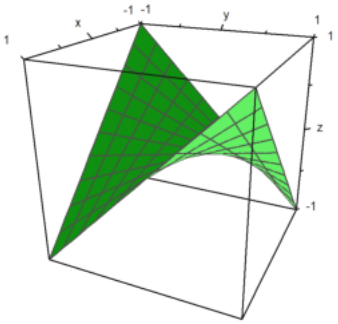
Dalam contoh berikut, kita menggunakan vektor dengan nilai t dan vektor kolom dengan nilai s untuk memparameterisasi permukaan bola. Dalam gambar, kita dapat menandai daerah, dalam kasus kita daerah kutub.

```
>t=linspace(0,2pi,180); s=linspace(-pi/2,pi/2,90)'; ...
 x=cos(s)*cos(t); y=cos(s)*sin(t); z=sin(s); ...
 plot3d(x,y,z,>hue, ...
 color=blue,<frame,grid=[10,20], ...
 values=s,contourcolor=red,level=[90°-24°;90°-22°], ...
 scale=1.4,height=50°):
```



Berikut adalah contoh, yang merupakan grafik suatu fungsi.

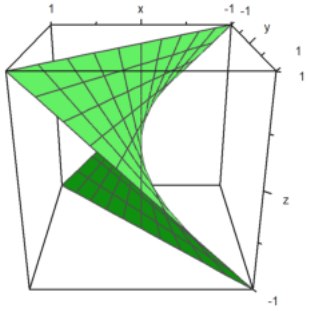
```
>t=-1:0.1:1; s=(-1:0.1:1)'; plot3d(t,s,t*s,grid=10):
```



Namun, kita bisa membuat berbagai macam permukaan. Berikut adalah permukaan yang sama sebagai fungsi

$$x = y\,z$$

```
>plot3d(t*s,t,s,angle=180°,grid=10):
```



Dengan usaha lebih, kita dapat menghasilkan banyak permukaan.

Dalam contoh berikut, kita membuat tampilan bayangan dari bola yang terdistorsi. Koordinat umum untuk bola tersebut adalah

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

dengan

$$0 \le t \le 2\pi, \quad \frac{-\pi}{2} \le s \le \frac{\pi}{2}.$$

Kita mendistorsi ini dengan faktor

$$d(t,s) = \frac{\cos(4t)+\cos(8s)}{4}.$$

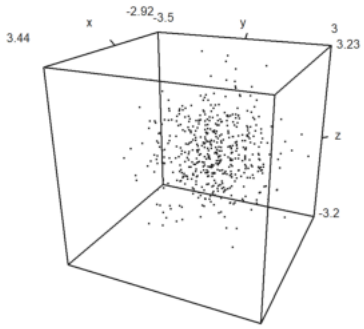
```
>t=linspace(0,2pi,320); s=linspace(-pi/2,pi/2,160)'; ...
 d=1+0.2*(cos(4*t)+cos(8*s)); ...
 plot3d(cos(t)*cos(s)*d,sin(t)*cos(s)*d,sin(s)*d,hue=1, ...
   light=[1,0,1],frame=0,zoom=5):
```



Tentu saja, awan titik juga dimungkinkan. Untuk memplot data titik di ruang tersebut, kita membutuhkan tiga vektor untuk koordinat titik-titik tersebut.

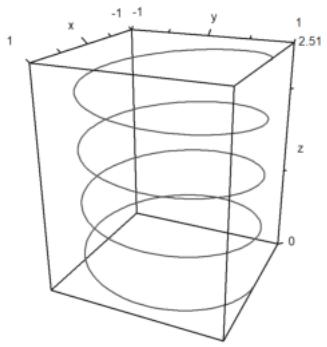
Gayanya sama seperti di plot2d dengan points=true;

```
>n=500;  ...
   plot3d(normal(1,n),normal(1,n),normal(1,n),points=true,style="."):
```

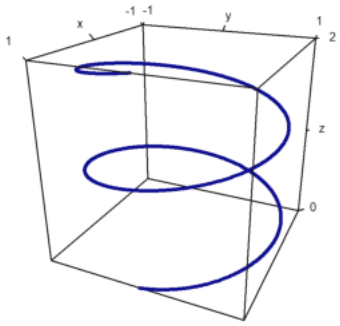


Memplot kurva dalam 3D juga memungkinkan. Dalam hal ini, lebih mudah untuk melakukan pra-komputasi titik-titik kurva. Untuk kurva dalam bidang, kami menggunakan urutan koordinat dan parameter wire=true.

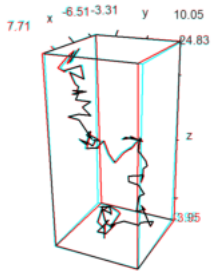
```
>t=linspace(0,8pi,500); ...
 plot3d(sin(t),cos(t),t/10,>wire,zoom=3):
```




```
>t=linspace(0,4pi,1000); plot3d(cos(t),sin(t),t/2pi,>wire, ...
 linewidth=3,wirecolor=blue):
```

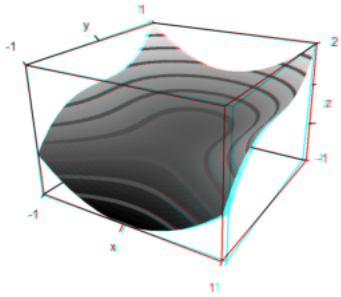



```
>X=cumsum(normal(3,100)); ...
  plot3d(X[1],X[2],X[3],>anaglyph,>wire):
```



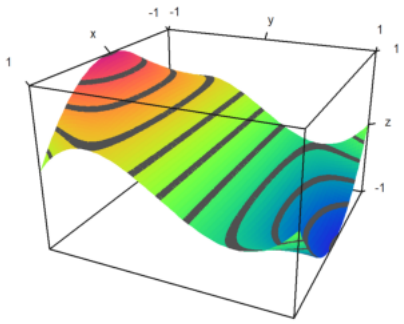
EMT juga dapat membuat plot dalam mode anaglif. Untuk melihat plot tersebut, Anda memerlukan kacamata merah/sian.

```
> plot3d("x^2+y^3",>anaglyph,>contour,angle=30°):
```



Seringkali, skema warna spektral digunakan untuk plot. Ini menekankan tinggi fungsi.

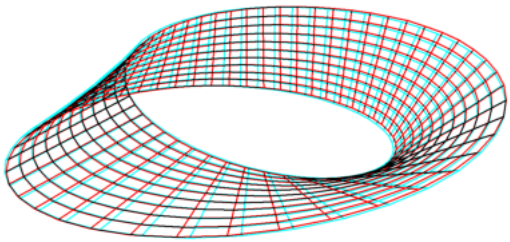
```
>plot3d("x^2*y^3-y",>spectral,>contour,zoom=3.2):
```



Euler juga dapat memplot permukaan berparameter, ketika parameternya berupa nilai x, y, dan z dari citra grid persegi panjang di dalam ruang.

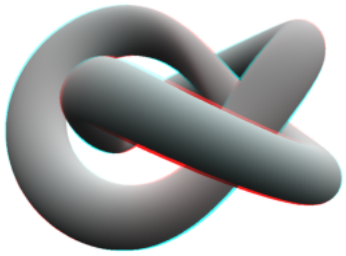
Untuk demo berikut, kami menyiapkan parameter u dan v, dan menghasilkan koordinat ruang dari parameter tersebut.

```
>u=linspace(-1,1,10); v=linspace(0,2*pi,50)'; ...
 X=(3+u*cos(v/2))*cos(v); Y=(3+u*cos(v/2))*sin(v); Z=u*sin(v/2); ...
 plot3d(X,Y,Z,>anaglyph,<frame,>wire,scale=2.3):
```



Berikut adalah contoh yang lebih rumit, yang tampak megah dengan kaca merah/cyan.

```
>u:=linspace(-pi,pi,160); v:=linspace(-pi,pi,400)';  ...
 x:=(4*(1+.25*sin(3*v))+cos(u))*cos(2*v); ...
 y:=(4*(1+.25*sin(3*v))+cos(u))*sin(2*v); ...
  z=sin(u)+2*cos(3*v); ...
 plot3d(x,y,z,frame=0,scale=1.5,hue=1,light=[1,0,-1],zoom=2.8,>anaglyph):
```



Plot Statistik

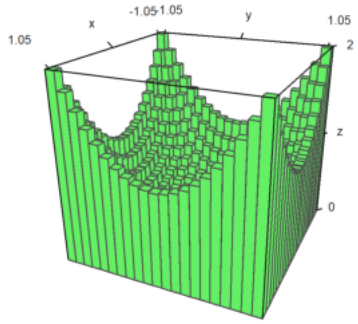
Plot batang juga dimungkinkan. Untuk ini, kita perlu menyediakan

- x: vektor baris dengan n+1 elemen
- y: vektor kolom dengan n+1 elemen
- z: matriks nilai nxn.

z bisa lebih besar, tetapi hanya nilai nxn yang akan digunakan.

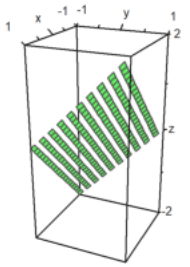
Dalam contoh ini, pertama-tama kita menghitung nilai-nilainya. Kemudian kita menyesuaikan x dan y, sehingga vektor berpusat pada nilai yang digunakan.

```
>x=-1:0.1:1; y=x'; z=x^2+y^2; ...
 xa=(x|1.1)-0.05; ya=(y_1.1)-0.05; ...
 plot3d(xa,ya,z,bar=true):
```



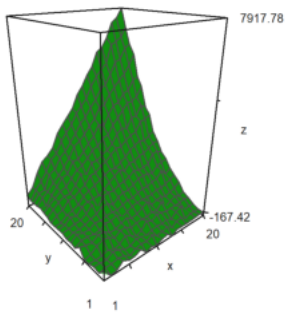
Dimungkinkan untuk membagi bidang permukaan menjadi dua bagian atau lebih.

```
>x=-1:0.1:1; y=x'; z=x+y; d=zeros(size(x)); ...
 plot3d(x,y,z,disconnect=2:2:20):
```

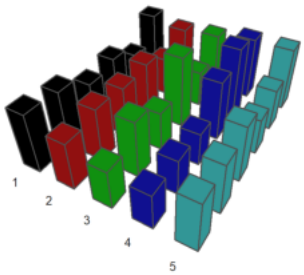


Jika Anda memuat atau membuat matriks data M dari sebuah berkas dan perlu memplotnya dalam 3D, Anda dapat menskalakan matriks ke [-1,1] dengan skala(M), atau menskalakan matriks dengan >zscale. Hal ini dapat dikombinasikan dengan faktor penskalaan individual yang diterapkan sebagai tambahan.

```
>i=1:20; j=i'; ...
 plot3d(i*j^2+100*normal(20,20),>zscale,scale=[1,1,1.5],angle=-40°,zoom=1.8):
```

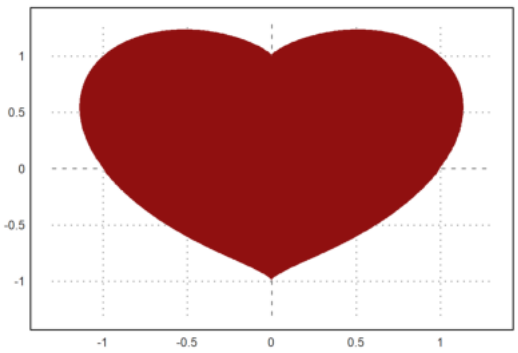



```
>Z=intrandom(5,100,6); v=zeros(5,6); ...
 loop 1 to 5; v[#]=getmultiplicities(1:6,Z[#]); end; ...
 columnsplot3d(v',scols=1:5,ccols=[1:5]):
```



Permukaan Benda Putar

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




```
>ekspresi &= (x^2+y^2-1)^3-x^2*y^3; $ekspresi
```

$$\left(y^2+x^2-1\right)^3-x^2\,y^3$$

Kita ingin memutar kurva jantung di sekitar sumbu y. Berikut adalah ekspresi yang mendefinisikan jantung:

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

Selanjutnya, kita tentukan

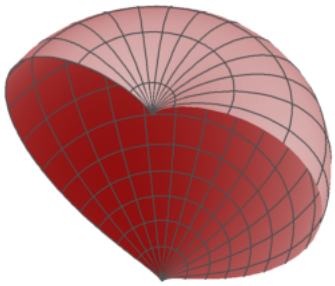
$$x=r.cos(a),\quad y=r.sin(a).$$

```
>function fr(r,a) &= ekspresi with [x=r*cos(a),y=r*sin(a)] | trigreduce; $fr(r,a)
```

$$\left(r^2-1\right)^3+\frac{(\sin(5\,a)-\sin(3\,a)-2\,\sin a)\,r^5}{16}$$

Hal ini memungkinkan kita untuk mendefinisikan fungsi numerik yang menyelesaikan r, jika a diberikan.
Dengan fungsi tersebut, kita dapat memplot jantung yang diputar sebagai permukaan parametrik.

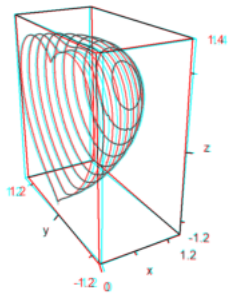
```
>function map f(a) := bisect("fr",0,2;a); ...
 t=linspace(-pi/2,pi/2,100); r=f(t);  ...
 s=linspace(pi,2pi,100)'; ...
 plot3d(r*cos(t)*sin(s),r*cos(t)*cos(s),r*sin(t), ...
 >hue,<frame,color=red,zoom=4,amb=0,max=0.7,grid=12,height=50°):
```



Berikut ini adalah plot 3D dari gambar di atas yang diputar mengelilingi sumbu z. Kami mendefinisikan fungsi yang mendeskripsikan objek tersebut.

```
>function f(x,y,z) ...
 r=x^2+y^2;
 return (r+z^2-1)^3-r*z^3;
  endfunction
```

```
>plot3d("f(x,y,z)", ...
 xmin=0,xmax=1.2,ymin=-1.2,ymax=1.2,zmin=-1.2,zmax=1.4, ...
 implicit=1,angle=-30°,zoom=2.5,n=[10,100,60],>anaglyph):
```



Plot 3D Khusus

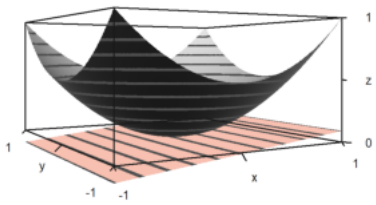
Fungsi plot3d memang bagus, tetapi tidak memenuhi semua kebutuhan. Selain rutinitas yang lebih mendasar, Anda dapat membuat plot berbingkai dari objek apa pun yang Anda suka.

Meskipun Euler bukan program 3D, program ini dapat menggabungkan beberapa objek dasar. Kami mencoba memvisualisasikan paraboloid dan garis singgungnya.

```
>function myplot ...
   y=-1:0.01:1; x=(-1:0.01:1)';
   plot3d(x,y,0.2*(x-0.1)/2,<scale,<frame,>hue, ..
     hues=0.5,>contour,color=orange);
   h=holding(1);
   plot3d(x,y,(x^2+y^2)/2,<scale,<frame,>contour,>hue);
   holding(h);
 endfunction
```

Now framedplot() provides the frames, and sets the views.

```
>framedplot("myplot",[-1,1,-1,1,0,1],height=0,angle=-30°, ...
   center=[0,0,-0.7],zoom=3):
```

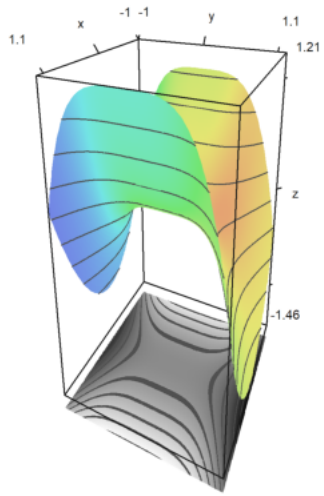


Dengan cara yang sama, Anda dapat memplot bidang kontur secara manual. Perhatikan bahwa plot3d() menetapkan jendela ke fullwindow() secara default, tetapi plotcontourplane() mengasumsikannya.

```
>x=-1:0.02:1.1; y=x'; z=x^2-y^4;
>function myplot (x,y,z) ...


   zoom(2);
   wi=fullwindow();
   plotcontourplane(x,y,z,level="auto",<scale);
   plot3d(x,y,z,>hue,<scale,>add,color=white,level="thin");
   window(wi);
   reset();
 endfunction


>myplot(x,y,z):
```



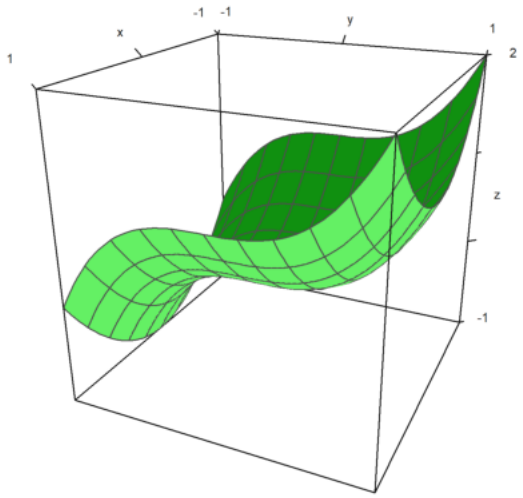
Animasi

Euler dapat menggunakan frame untuk melakukan pra-komputasi animasi.

Salah satu fungsi yang memanfaatkan teknik ini adalah rotate. Fungsi ini dapat mengubah sudut pandang dan menggambar ulang plot 3D. Fungsi ini memanggil addpage() untuk setiap plot baru. Terakhir, fungsi ini akan menganimasikan plot tersebut.

Silakan pelajari sumber rotate untuk melihat detail selengkapnya.

```
>function testplot () := plot3d("x^2+y^3"); ...
 rotate("testplot"); testplot():
```



Menggambar Povray

Dengan bantuan berkas Euler povray.e, Euler dapat menghasilkan berkas Povray. Hasilnya sangat menarik untuk dilihat.

Anda perlu menginstal Povray (32-bit atau 64-bit) dari **http://www.povray.org/, dan meletakkan subdirektori "bin" Povray ke dalam jalur lingkungan, atau mengatur variabel "defaultpovray" dengan jalur lengkap mengarah ke "pvengine.exe".**

Antarmuka Povray Euler menghasilkan berkas Povray di direktori home pengguna, dan memanggil Povray untuk mengurai berkas-berkas ini. Nama berkas default adalah current.pov, dan direktori default adalah eulerhome(), biasanya c:\Users\Username\Euler. Povray menghasilkan berkas PNG, yang dapat dimuat oleh Euler ke dalam notebook. Untuk membersihkan berkas-berkas ini, gunakan povclear().

Fungsi pov3d memiliki semangat yang sama dengan plot3d. Fungsi ini dapat menghasilkan grafik fungsi f(x,y), atau permukaan dengan koordinat X,Y,Z dalam matriks, termasuk garis level opsional. Fungsi ini memulai raytracer secara otomatis, dan memuat adegan ke dalam buku catatan Euler.

Selain pov3d(), terdapat banyak fungsi yang menghasilkan objek Povray. Fungsi-fungsi ini mengembalikan string yang berisi kode Povray untuk objek tersebut. Untuk menggunakan fungsi-fungsi ini, mulai berkas Povray dengan povstart(). Kemudian gunakan writeln(...) untuk menulis objek ke berkas adegan. Terakhir, akhiri berkas dengan povend(). Secara default, raytracer akan dimulai, dan PNG akan dimasukkan ke dalam buku catatan Euler.

Fungsi objek memiliki parameter yang disebut "look", yang membutuhkan string dengan kode Povray untuk tekstur dan hasil akhir objek. Fungsi povlook() dapat digunakan untuk menghasilkan string ini. Ini memiliki parameter untuk warna, transparansi, Phong Shading, dll.

Perhatikan bahwa semesta Povray memiliki sistem koordinat lain. Antarmuka ini menerjemahkan semua koordinat ke sistem Povray. Jadi, Anda dapat terus berpikir dalam sistem koordinat Euler dengan z mengarah vertikal ke atas, dan sumbu x, y, z dalam artian tangan kanan.
Anda perlu memuat berkas povray.

```
>load povray;
```

Pastikan direktori bin Povray ada di jalur tersebut. Jika tidak, edit variabel berikut agar berisi jalur ke file povray yang dapat dieksekusi.

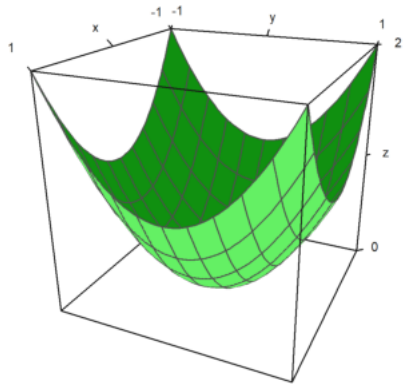
```
>defaultpovray="C:\Program Files\POV-Ray\v3.7\bin\pvengine.exe"
```

```
C:\Program Files\POV-Ray\v3.7\bin\pvengine.exe
```

Untuk kesan pertama, mari kita buat sebuah fungsi sederhana. Perintah berikut akan menghasilkan berkas povray di direktori pengguna Anda, dan menjalankan Povray untuk melakukan ray tracing pada berkas ini.

Jika Anda menjalankan perintah berikut, GUI Povray akan terbuka, menjalankan berkas, dan menutup secara otomatis. Demi keamanan, Anda akan ditanya apakah Anda ingin berkas exe tersebut dijalankan. Anda dapat menekan tombol Batal untuk menghentikan pertanyaan lebih lanjut. Anda mungkin perlu menekan tombol OK di jendela Povray untuk mengonfirmasi dialog startup Povray.

```
>plot3d("x^2+y^2",zoom=2):
```




```
>pov3d("x^2+y^2",zoom=3);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Kita bisa membuat fungsinya transparan dan menambahkan sentuhan akhir lainnya. Kita juga bisa menambahkan garis level pada plot fungsi.

```
>pov3d("x^2+y^3",axiscolor=red,angle=-45°,>anaglyph, ...
   look=povlook(cyan,0.2),level=-1:0.5:1,zoom=3.8);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Terkadang perlu untuk mencegah penskalaan fungsi, dan menskalakan fungsi secara manual.

Kita memplot himpunan titik-titik pada bidang kompleks, di mana hasil perkalian jarak ke 1 dan -1 sama dengan 1.

```
>pov3d("((x-1)^2+y^2)*((x+1)^2+y^2)/40",r=2, ...
   angle=-120°,level=1/40,dlevel=0.005,light=[-1,1,1],height=10°,n=50, ...
   <fscale,zoom=3.8);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Memplot dengan Koordinat

Alih-alih menggunakan fungsi, kita dapat memplot dengan koordinat. Seperti pada plot3d, kita membutuhkan tiga matriks untuk mendefinisikan objek.

Dalam contoh ini, kita memutar sebuah fungsi di sekitar sumbu z.

```
>function f(x) := x^3-x+1; ...
 x=-1:0.01:1; t=linspace(0,2pi,50)'; ...
 Z=x; X=cos(t)*f(x); Y=sin(t)*f(x); ...
 pov3d(X,Y,Z,angle=40°,look=povlook(red,0.1),height=50°,axis=0,zoom=4,light=[10,5,15]);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
```

```
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Dalam contoh berikut, kami memplot gelombang teredam. Kami menghasilkan gelombang tersebut dengan bahasa matriks Euler.

Kami juga menunjukkan bagaimana objek tambahan dapat ditambahkan ke adegan pov3d. Untuk pembuatan objek, lihat contoh berikut. Perhatikan bahwa plot3d menskalakan plot agar sesuai dengan kubus satuan.

```
>r=linspace(0,1,80); phi=linspace(0,2pi,80)'; ...
 x=r*cos(phi); y=r*sin(phi); z=exp(-5*r)*cos(8*pi*r)/3;  ...
 pov3d(x,y,z,zoom=6,axis=0,height=30°,add=povsphere([0.5,0,0.25],0.15,povlook(red)), ...
   w=500,h=300);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Dengan metode shading Povray yang canggih, hanya sedikit titik yang dapat menghasilkan permukaan yang sangat halus. Hanya pada batas dan bayangan, trik ini mungkin terlihat jelas.

Untuk ini, kita perlu menambahkan vektor normal di setiap titik matriks.

```
>Z &= x^2*y^3
```

$$x^2 y^3$$

Persamaan permukaannya adalah [x,y,Z]. Kita hitung dua turunan x dan y dari persamaan ini dan ambil hasil perkalian silangnya sebagai normal.

```
>dx &= diff([x,y,Z],x); dy &= diff([x,y,Z],y);
```

Kami mendefinisikan normal sebagai perkalian silang dari turunan ini, dan mendefinisikan fungsi koordinat.

```
>N &= crossproduct(dx,dy); NX &= N[1]; NY &= N[2]; NZ &= N[3]; N,
```

$$\left[-2 x y^3, -3 x^2 y^2, 1\right]$$

Kami hanya menggunakan 25 poin.

```
>x=-1:0.5:1; y=x';
>pov3d(x,y,Z(x,y),angle=10°, ...
   xv=NX(x,y),yv=NY(x,y),zv=NZ(x,y),<shadow);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Berikut adalah simpul Trefoil yang dibuat oleh A. Busser di Povray. Terdapat versi perbaikannya dalam contoh-contoh.

Lihat: Contoh\Simpul Trefoil | Simpul Trefoil

Untuk tampilan yang bagus dengan titik yang tidak terlalu banyak, kita tambahkan vektor normal di sini. Kita gunakan Maxima untuk menghitung nilai normalnya. Pertama, kita akan menggunakan tiga fungsi untuk koordinat sebagai ekspresi simbolis.

```
>X &= ((4+sin(3*y))+cos(x))*cos(2*y); ...
 Y &= ((4+sin(3*y))+cos(x))*sin(2*y); ...
 Z &= sin(x)+2*cos(3*y);
```

Kemudian dua vektor turunan ke x dan y.

```
>dx &= diff([X,Y,Z],x); dy &= diff([X,Y,Z],y);
```

Sekarang normal, yang merupakan perkalian silang dari dua turunan.

```
>dn &= crossproduct(dx,dy);
```

Sekarang mari kita mengevaluasi semua ini secara numerik.

```
>x:=linspace(-%pi,%pi,40); y:=linspace(-%pi,%pi,100)';
```

Vektor normal adalah evaluasi ekspresi simbolik dn[i] untuk i=1,2,3. Sintaksnya adalah &"ekspresi" (parameter). Ini merupakan alternatif dari metode pada contoh sebelumnya, di mana kita mendefinisikan ekspresi simbolik NX, NY, NZ terlebih dahulu.

```
>pov3d(X(x,y),Y(x,y),Z(x,y),>anaglyph,axis=0,zoom=5,w=450,h=350, ...
   <shadow,look=povlook(blue), ...
   xv=&"dn[1]"(x,y), yv=&"dn[2]"(x,y), zv=&"dn[3]"(x,y));
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Kita juga dapat membuat kisi-kisi dalam 3D.

```
>povstart(zoom=4); ...
 x=-1:0.5:1; r=1-(x+1)^2/6; ...
 t=(0°:30°:360°)'; y=r*cos(t); z=r*sin(t); ...
 writeln(povgrid(x,y,z,d=0.02,dballs=0.05)); ...
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Dengan povgrid(), kurva dimungkinkan.

```
>povstart(center=[0,0,1],zoom=3.6); ...
 t=linspace(0,2,1000); r=exp(-t); ...
 x=cos(2*pi*10*t)*r; y=sin(2*pi*10*t)*r; z=t; ...
 writeln(povgrid(x,y,z,povlook(red))); ...
 writeAxis(0,2,axis=3); ...
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Objek Povray

Di atas, kami menggunakan pov3d untuk memplot permukaan. Antarmuka povray di Euler juga dapat menghasilkan objek Povray. Objek-objek ini disimpan sebagai string di Euler, dan perlu ditulis ke berkas Povray.

Kami memulai keluaran dengan povstart().

```
>povstart(zoom=4);
```

Pertama, kita mendefinisikan tiga silinder, dan menyimpannya dalam string di Euler.

Fungsi povx(), dll., hanya mengembalikan vektor [1,0,0], yang dapat digunakan sebagai gantinya.

```
>c1=povcylinder(-povx,povx,1,povlook(red)); ...
 c2=povcylinder(-povy,povy,1,povlook(yellow)); ...
 c3=povcylinder(-povz,povz,1,povlook(blue)); ...
```

String tersebut berisi kode Povray, yang tidak perlu kita pahami pada saat itu.

```
>c2
```

```
    cylinder { <0,0,-1>, <0,0,1>, 1
     texture { pigment { color rgb <0.941176,0.941176,0.392157> }  }
     finish { ambient 0.2 }
     }
```

Seperti yang Anda lihat, kami menambahkan tekstur ke objek dalam tiga warna berbeda.

Hal ini dilakukan oleh povlook(), yang mengembalikan string berisi kode Povray yang relevan. Kita dapat menggunakan warna Euler default, atau menentukan warna kita sendiri. Kita juga dapat menambahkan transparansi, atau mengubah pencahayaan sekitar.

```
>povlook(rgb(0.1,0.2,0.3),0.1,0.5)
```

```
      texture { pigment { color rgbf <0.101961,0.2,0.301961,0.1> }  }
      finish { ambient 0.5 }
```

Sekarang kita mendefinisikan objek persimpangan dan menulis hasilnya ke berkas.

```
>writeln(povintersection([c1,c2,c3]));
```

Persimpangan tiga silinder sulit dibayangkan, jika Anda belum pernah melihatnya sebelumnya.

```
>povend;
```

```
     exec:
         return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
     povray:
         exec(program,params,defaulthome);
     Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
     povend:
         povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Fungsi-fungsi berikut menghasilkan fraktal secara rekursif.

Fungsi pertama menunjukkan bagaimana Euler menangani objek Povray sederhana. Fungsi povbox() mengembalikan string yang berisi koordinat kotak, tekstur, dan hasil akhir.

```
>function onebox(x,y,z,d) := povbox([x,y,z],[x+d,y+d,z+d],povlook());
>function fractal (x,y,z,h,n) ...
```

```
  if n==1 then writeln(onebox(x,y,z,h));
  else
    h=h/3;
    fractal(x,y,z,h,n-1);
    fractal(x+2*h,y,z,h,n-1);
    fractal(x,y+2*h,z,h,n-1);
    fractal(x,y,z+2*h,h,n-1);
    fractal(x+2*h,y+2*h,z,h,n-1);
    fractal(x+2*h,y,z+2*h,h,n-1);
    fractal(x,y+2*h,z+2*h,h,n-1);
    fractal(x+2*h,y+2*h,z+2*h,h,n-1);
    fractal(x+h,y+h,z+h,h,n-1);
  endif;
 endfunction
```

```
>povstart(fade=10,<shadow);
>fractal(-1,-1,-1,2,4);
>povend();
```

```
     exec:
         return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
     povray:
         exec(program,params,defaulthome);
     Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
     povend:
         povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Perbedaan memungkinkan pemisahan satu objek dari objek lainnya. Seperti halnya interseksi, terdapat beberapa objek CSG di Povray.

```
>povstart(light=[5,-5,5],fade=10);
```

Untuk demonstrasi ini, kami mendefinisikan objek di Povray, alih-alih menggunakan string di Euler. Definisi langsung ditulis ke berkas.

Koordinat kotak -1 berarti [-1,-1,-1].

```
>povdefine("mycube",povbox(-1,1));
```

Kita dapat menggunakan objek ini dalam povobject(), yang mengembalikan string seperti biasa.

```
>c1=povobject("mycube",povlook(red));
```

Kita buat kubus kedua, lalu putar dan ubah skalanya sedikit.

```
>c2=povobject("mycube",povlook(yellow),translate=[1,1,1], ...
   rotate=xrotate(10°)+yrotate(10°), scale=1.2);
```

Lalu kita ambil selisih kedua benda itu.

```
>writeln(povdifference(c1,c2));
```

Sekarang tambahkan tiga sumbu.

```
>writeAxis(-1.2,1.2,axis=1); ...
 writeAxis(-1.2,1.2,axis=2); ...
 writeAxis(-1.2,1.2,axis=4); ...
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Fungsi Implisit

Povray dapat memplot himpunan di mana f(x,y,z)=0, sama seperti parameter implisit di plot3d. Namun, hasilnya terlihat jauh lebih baik.

Sintaks untuk fungsi-fungsi ini sedikit berbeda. Anda tidak dapat menggunakan keluaran ekspresi Maxima atau Euler.

$$((x^2+y^2-c^2)^2+(z^2-1)^2)*((y^2+z^2-c^2)^2+(x^2-1)^2)*((z^2+x^2-c^2)^2+(y^2-1)^2)=d$$

```
>povstart(angle=70°,height=50°,zoom=4);
>c=0.1; d=0.1; ...
 writeln(povsurface("(pow(pow(x,2)+pow(y,2)-pow(c,2),2)+pow(pow(z,2)-1,2))*(pow(pow(y,2)+pow(z,2)-pow(c,2),2)+po
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

```
>povstart(angle=25°,height=10°);
>writeln(povsurface("pow(x,2)+pow(y,2)*pow(z,2)-1",povlook(blue),povbox(-2,2,"")));
>povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

```
>povstart(angle=70°,height=50°,zoom=4);
```

Buat permukaan implisit. Perhatikan perbedaan sintaksis dalam ekspresi tersebut.

```
>writeln(povsurface("pow(x,2)*y-pow(y,3)-pow(z,2)",povlook(green))); ...
 writeAxes(); ...
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Objek Mesh

Dalam contoh ini, kami menunjukkan cara membuat objek mesh, dan menggambarnya dengan informasi tambahan.

Kami ingin memaksimalkan xy pada kondisi x+y=1 dan mendemonstrasikan perpotongan tangensial garis-garis level.

```
>povstart(angle=-10°,center=[0.5,0.5,0.5],zoom=7);
```

Kita tidak dapat menyimpan objek dalam string seperti sebelumnya, karena ukurannya terlalu besar. Jadi, kita mendefinisikan objek dalam berkas Povray menggunakan #declare. Fungsi povtriangle() melakukan ini secara otomatis. Fungsi ini dapat menerima vektor normal, seperti halnya pov3d().

Berikut ini mendefinisikan objek mesh, dan langsung menuliskannya ke dalam berkas.

```
>x=0:0.02:1; y=x'; z=x*y; vx=-y; vy=-x; vz=1;
```

```
>mesh=povtriangles(x,y,z,"",vx,vy,vz);
```

Sekarang kita definisikan dua cakram, yang akan berpotongan dengan permukaan.

```
>cl=povdisc([0.5,0.5,0],[1,1,0],2); ...
 ll=povdisc([0,0,1/4],[0,0,1],2);
```

Tuliskan permukaannya dikurangi kedua cakramnya.

```
>writeln(povdifference(mesh,povunion([cl,ll]),povlook(green)));
```

Tuliskan dua titik potongnya.

```
>writeln(povintersection([mesh,cl],povlook(red))); ...
 writeln(povintersection([mesh,ll],povlook(gray)));
```

Tuliskan titik maksimumnya.

```
>writeln(povpoint([1/2,1/2,1/4],povlook(gray),size=2*defaultpointsize));
```

Tambahkan sumbu dan selesaikan.

```
>writeAxes(0,1,0,1,0,1,d=0.015); ...
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Anaglif dalam Povray

Untuk menghasilkan anaglif untuk kacamata merah/sian, Povray harus dijalankan dua kali dari posisi kamera yang berbeda. Fungsi ini menghasilkan dua berkas Povray dan dua berkas PNG, yang dimuat dengan fungsi loadanaglyph().

Tentu saja, Anda memerlukan kacamata merah/sian untuk melihat contoh-contoh berikut dengan benar.

Fungsi pov3d() memiliki sakelar sederhana untuk menghasilkan anaglif.

```
>pov3d("-exp(-x^2-y^2)/2",r=2,height=45°,>anaglyph, ...
   center=[0,0,0.5],zoom=3.5);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    pov3d:
        if povray then povray(currentfile,w,h,w/h); endif;
```

Jika Anda membuat adegan dengan objek, Anda perlu memasukkan pembuatan adegan tersebut ke dalam suatu fungsi, dan menjalankannya dua kali dengan nilai yang berbeda untuk parameter anaglyph.

```
>function myscene ...
   s=povsphere(povc,1);
   cl=povcylinder(-povz,povz,0.5);
   clx=povobject(cl,rotate=xrotate(90°));
   cly=povobject(cl,rotate=yrotate(90°));
   c=povbox([-1,-1,0],1);
   un=povunion([cl,clx,cly,c]);
   obj=povdifference(s,un,povlook(red));
   writeln(obj);
   writeAxes();
 endfunction
```

Fungsi povanaglyph() melakukan semua ini. Parameternya seperti gabungan povstart() dan povend().

```
>povanaglyph("myscene",zoom=4.5);
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povanaglyph:
        povray(currentfile,w,h,aspect,exit);
```

Mendefinisikan Objek Sendiri

Antarmuka povray Euler berisi banyak objek. Namun, Anda tidak terbatas pada objek-objek ini. Anda dapat membuat objek sendiri, yang menggabungkan objek lain, atau menjadi objek yang benar-benar baru.

Kami mendemonstrasikan sebuah torus. Perintah Povray untuk ini adalah "torus". Jadi, kami mengembalikan string dengan perintah ini dan parameternya. Perhatikan bahwa torus selalu berpusat di titik asal.

```
>function povdonat (r1,r2,look="") ...
   return "torus {"+r1+","+r2+look+"}";
 endfunction
```

Here is our first torus.

```
>t1=povdonat(0.8,0.2)
```

```
 torus {0.8,0.2}
```

Mari kita gunakan objek ini untuk membuat torus kedua, diterjemahkan dan diputar.

```
>t2=povobject(t1,rotate=xrotate(90°),translate=[0.8,0,0])
```

```
object { torus {0.8,0.2}
 rotate 90 *x
 translate <0.8,0,0>
 }
```

Sekarang kita tempatkan objek-objek ini ke dalam sebuah scene. Untuk tampilannya, kita gunakan Phong Shading.

```
>povstart(center=[0.4,0,0],angle=0°,zoom=3.8,aspect=1.5); ...
 writeln(povobject(t1,povlook(green,phong=1))); ...
 writeln(povobject(t2,povlook(green,phong=1))); ...
```

>povend();

memanggil program Povray. Namun, jika terjadi kesalahan, program tersebut tidak akan menampilkan kesalahan tersebut. Oleh karena itu, Anda harus menggunakan

>povend(<exit);

jika ada yang tidak berhasil. Ini akan membiarkan jendela Povray terbuka.

```
>povend(h=320,w=480);
```

```
exec:
    return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
povray:
    exec(program,params,defaulthome);
Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
povend:
    povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Berikut contoh yang lebih rinci. Kita selesaikan

$$Ax \le b, \quad x \ge 0, \quad c.x \to \text{Max}.$$

dan tunjukkan titik-titik yang layak dan titik-titik optimal dalam plot 3D.

```
>A=[10,8,4;5,6,8;6,3,2;9,5,6];
>b=[10,10,10,10]';
>c=[1,1,1];
```

Pertama, mari kita periksa, apakah contoh ini mempunyai solusi.

```
>x=simplex(A,b,c,>max,>check)'
```

```
[0,  1,  0.5]
```

Ya, sudah.

Selanjutnya, kita mendefinisikan dua objek. Yang pertama adalah bidang

$$a \cdot x \le b$$

```
>function oneplane (a,b,look="") ...
   return povplane(a,b,look)
 endfunction
```

Then we define the intersection of all half spaces and a cube.

```
>function adm (A, b, r, look="") ...
   ol=[];
   loop 1 to rows(A); ol=ol|oneplane(A[#],b[#]); end;
   ol=ol|povbox([0,0,0],[r,r,r]);
```

```
  return povintersection(ol,look);
endfunction
```

We can now plot the scene.

```
>povstart(angle=120°,center=[0.5,0.5,0.5],zoom=3.5); ...
 writeln(adm(A,b,2,povlook(green,0.4))); ...
 writeAxes(0,1.3,0,1.6,0,1.5); ...
```

Berikut ini adalah lingkaran di sekitar titik optimum.

```
>writeln(povintersection([povsphere(x,0.5),povplane(c,c.x')], ...
  povlook(red,0.9)));
```

Dan kesalahan dalam arah yang optimal.

```
>writeln(povarrow(x,c*0.5,povlook(red)));
```

Kita menambahkan teks ke layar. Teks hanyalah objek 3D. Kita perlu menempatkan dan memutarnya sesuai tampilan kita.

```
>writeln(povtext("Linear Problem",[0,0.2,1.3],size=0.05,rotate=5°)); ...
 povend();
```

```
    exec:
        return _exec(program,param,dir,print,hidden,wait);
    povray:
        exec(program,params,defaulthome);
    Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
    povend:
        povray(file,w,h,aspect,exit);
```

Contoh Lainnya

Anda dapat menemukan beberapa contoh lain untuk Povray di Euler pada berkas-berkas berikut.

Examples/Dandelin Spheres
Examples/Donat Math
Examples/Trefoil Knot
Examples/Optimization by Affine Scaling

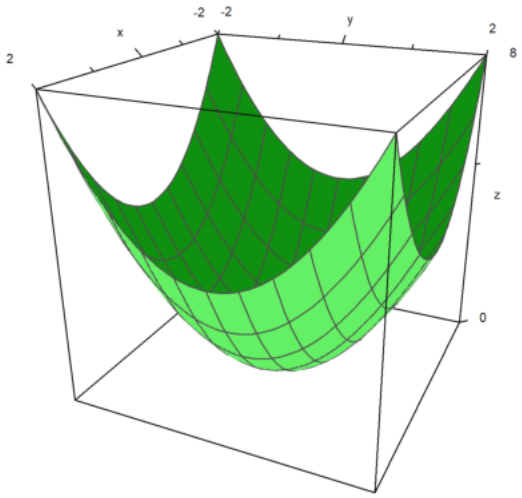
Catatan Belajar Farah Minggu Pertama

Grafik Fungsi Satu Variabel dalam Bentuk Ekspresi Langsung

Dalam menggambar grafik dalam bentuk ekspresi langsung, kita dapat langsung memasukkan ekspresi fungsi ke dalam perintah plot3d().
- Fungsi Linear
- Fungsi Kuadrat
- Fungsi Trigonometri
- Nilai Mutlak

Menggambar grafik fungsi yang disimpan dalam variabel ekspresi

```
>function h(x,y) := x^2 + y^2
>plot3d("h", -2, 2, -2, 2):
```



Baris pertama mendefinisikan fungsi

$$h(x,y) = x^2 + y^2.$$

Plot3d("h", -2, 2, -2, 2) menggambar grafik permukaan =h(x,y)dengan domain elemen [-2,2],elemen [-2,2].

Bentuk grafik: paraboloid (mangkuk) terbuka ke atas, dengan puncak minimum di (0,0,0).

Grafik fungsi dua variabel

Fungsi numerik

Fungsi dua varibel sebagai fungsi numerik adalah fungsi yang memiliki dua output(x,y) dimana menghasilkan satu output(z)

Langkah menggambar grafik

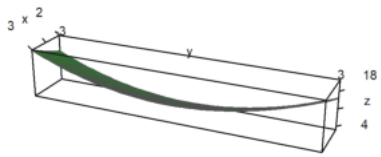
Dalam menggambar grafik 3d, didefinisikan suatu fungsi menggunakan function f(x,y):=() , Penggunaan := () mendefinisikan fungsi tersebut numerik.

Sebagai contoh:
Misalkan kita ambil fungsi

$$f(x,y) = x^2 + y^2$$

diketahui a=2,Gambarkan grafik fungsi f(x,y) pada daerah xE[-3,3], yE[-3,3]

```
>function f(x,y):=(x^2 + y^2);
>plot3d("f",-3,3,-3,3;a=2):
```



Fungsi simbolik

Fungsi dua variabel yang didefinisikan sebagai fungsi simbolik adalah fungsi dengan dua variabel yang ditulis sebagai ekspresi simbolik, sehingga dapat dapat dimanipulasi secara aljabar (turunan parsial, integral berganda,faktorisasi, dsb)

Langkah menggambar grafik

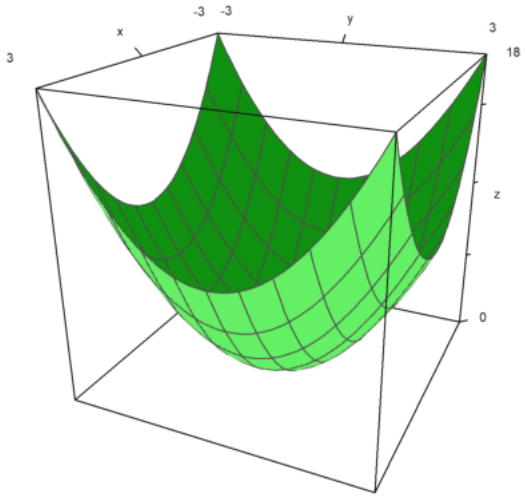
Untuk mendefinisikan fungsi simbolik dua variabel digunakan expr &=(),atau function f(x,y)&=()

contoh:

$$f(x,y) = x^2 + y^2$$

pada daerah [-3<=x<=3, dan -3<=y<=3]

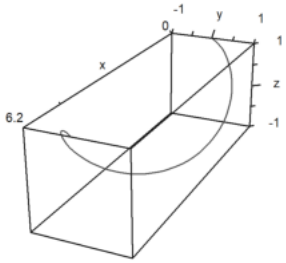
```
>expr &=(x^2 + y^2);
>plot3d("f",-3,3,-3,3):
```



Menggambar Plot x, y, z pada Ruang Tiga Dimensi (3D)

Untuk menggambar titik atau kurva dalam ruang tiga dimensi, EMT menggunakan fungsi plot3d dengan opsi >lines atau >points. Kita mendefinisikan tiga vektor x, y, dan z yang panjangnya sama, lalu memanggil plot3d(x,y,z,>lines) untuk garis atau plot3d(x,y,z,>points) untuk titik. Cara ini cocok untuk memvisualisasikan lintasan atau data diskrit dalam ruang 3D.

```
>x:=[0:0.1:2*%pi];
>y=sin(x);
>z=cos(x);
>plot3d(x,y,z,>lines):
```



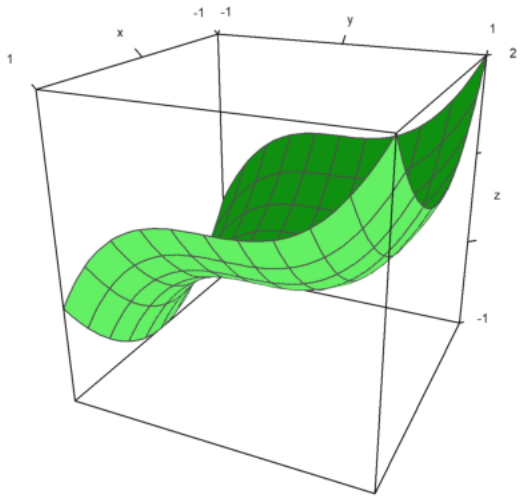
Membuat Gambar Grafik 3D yang Bersifat Interaktif dan Animasi

Grafik 3D

Euler dapat menggunakan frame untuk menghitung animasi terlebih dahulu.

Salah satu fungsi yang memanfaatkan teknik ini adalah rotate. Itu dapat mengubah sudut pandang dan menggambar ulang plot 3D. Fungsi memanggil addpage() untuk setiap plot baru. Akhirnya itu menjiwai plot.

```
>function testplot () := plot3d("x^2+y^3"); ...
 rotate("testplot"); testplot():
```



Menggambar Fungsi Parametrik Tiga Dimensi (3D)

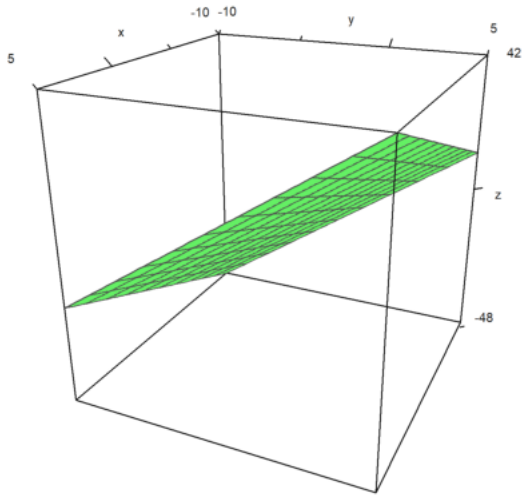
Fungsi parametrik 3D didefinisikan dengan parameter t. Masing-masing koordinat x(t), y(t), z(t) dihitung untuk setiap nilai t. Dengan menggunakan plot3d(x,y,z,>lines), kita dapat menggambar heliks, gelombang, atau jalur benda yang bergerak dalam ruang tiga dimensi.
- Heliks
- Gelombang Berpindah
- Lintasan berbentuk torus kecil

Latihan Soal Minggu Pertama

Grafik Fungsi Satu Variabel dalam Bentuk Ekspresi Langsung

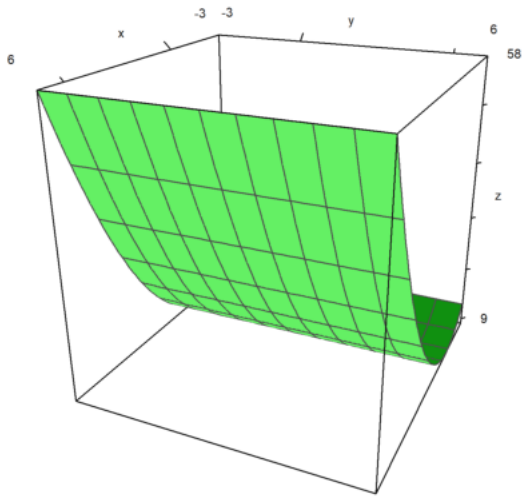
- Fungsi Linear

```
>plot3d("2*x+4*y+12",-10,5,-10,5):
```



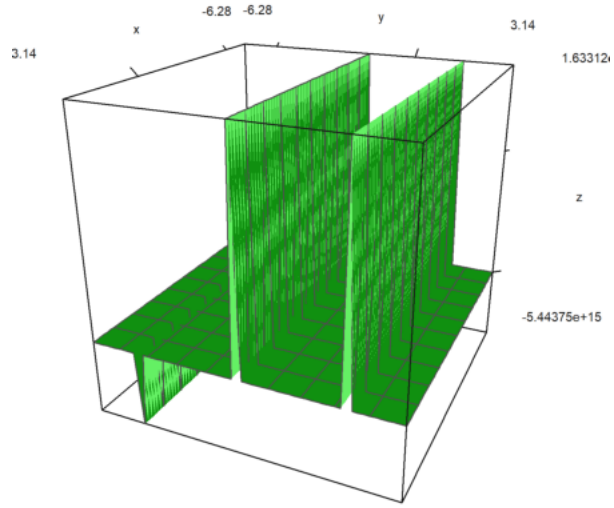
- Fungsi Kuadrat

```
>plot3d("x^2+2*x+10",-3,6,-3,6):
```



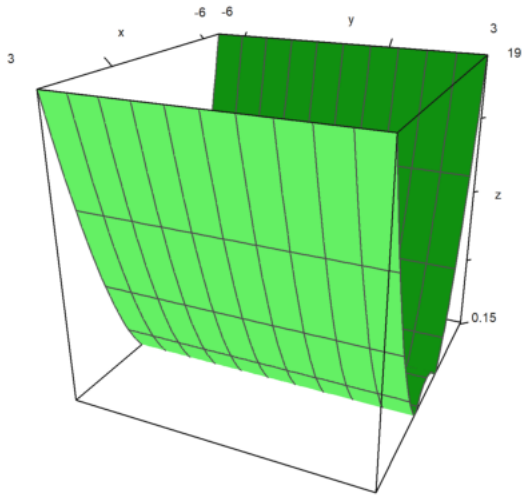
- Fungsi Trigonometri

```
>plot3d("sin(x) + 1/cos(y)", -2*pi,pi,-2*pi,pi):
```



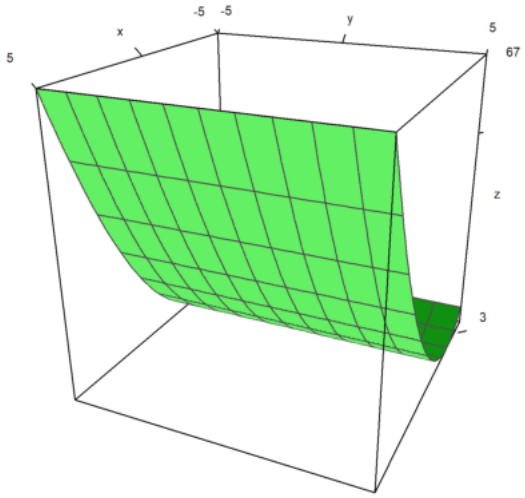
- Nilai Mutlak

```
>plot3d("abs(x^2+3x+1)", -6, 3, -6, 3):
```



Menggambar grafik fungsi yang disimpan dalam variabel ekspresi

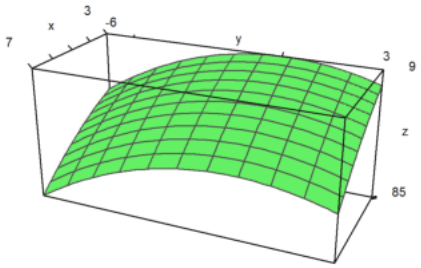
```
>function h(x,y) := x^2 + 6*x + 12
>plot3d("h", -5, 5, -5, 5):
```



Grafik fungsi dua variabel

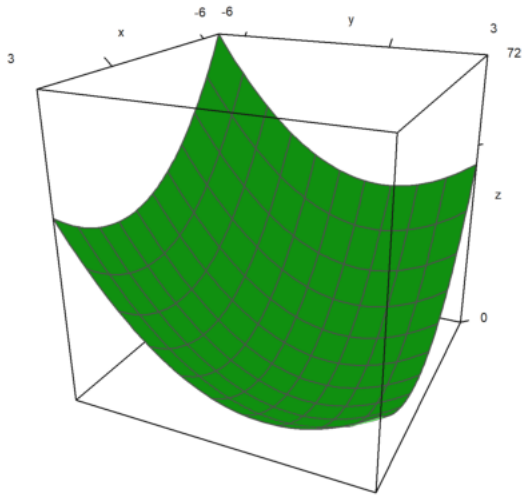
Fungsi numerik

```
>function f(x,y):=(x^2 + y^2);
>plot3d("f",-6,3,-6,3;a=7):
```



Fungsi Simbolik

```
>expr &=(x^2 + y^2);
>plot3d("f",-6,3,-6,3):
```



Menggambar Plot x, y, z pada Ruang Tiga Dimensi (3D)

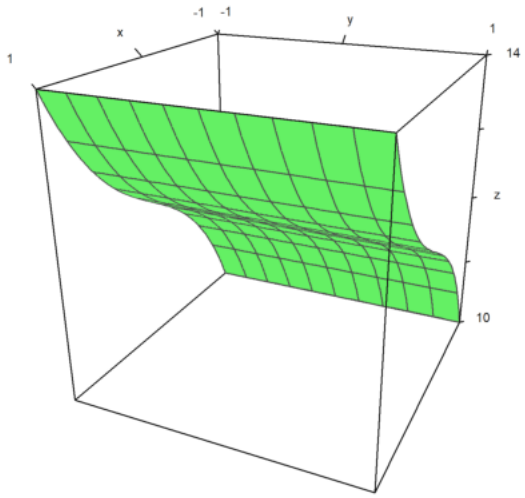
```
>x:=[0:0.1:2*%pi];
>y=sin(x);
>z=1/cos(x);
>plot3d(x,y,z,>lines):
```



Membuat Gambar Grafik 3D yang Bersifat Interaktif dan Animasi

Grafik 3D

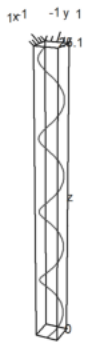
```
>function testplot () := plot3d("x^3+x+12"); ...
 rotate("testplot"); testplot():
```



Menggambar Fungsi Parametrik Tiga Dimensi (3D)

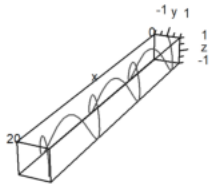
- Bentuk Heliks

```
>t=[0:0.1:8*%pi];
>x=cos(t);
>y=sin(t);
>z=t;
>plot3d(x,y,z,>lines):
```



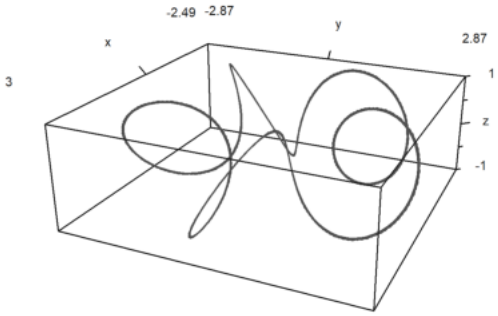
- Bentuk Gelombang Berpindah

```
>t=[0:0.05:20];
>x=t;
>y=sin(t);
>z=cos(2*t);
>plot3d(x,y,z,>lines):
```



- Bentuk Lintasan Torus Kecil

```
>t=[0:0.1:20*%pi];
>x=(2+cos(5*t))*cos(t);
>y=(2+cos(5*t))*sin(t);
>z=sin(5*t);
>plot3d(x,y,z,>lines):
```



Catatan Belajar Farah Minggu Kedua

Plotting 3D

Plotting 3D (Tiga Dimensi) adalah proses menggambarkan data atau fungsi matematika dalam ruang tiga dimensi (3D), yaitu menggunakan sumbu x, y, dan z.

Beberapa jenis grafik 3D yang umum antara lain:
1. Permukaan (surface plot)
Menampilkan bidang atau permukaan dari fungsi z = f(x,y)

Sintaks umumnya:
plot3d(x_range, y_range, z_function, options...):

2. Kurva 3D (line plot 3D)
Menampilkan garis atau kurva yang berada di ruang tiga dimensi.

Sintaks umumnya:
plot3d(x_data, y_data, z_data, >wire, linewidth=..., wirecolor=...):

3. Scatter 3D (titik-titik 3D)
Menampilkan kumpulan titik data yang tersebar dalam ruang 3D.

Sintaks umum:
plot3d(x, y, z, options):

4. Kontur 3D (contour plot)
Menampilkan garis-garis batas ketinggian, mirip dengan peta topografi, untuk menggambarkan variasi nilai pada permukaan.

Menggambar Fungsi Implisit Tiga Dimensi (3D)

Fungsi implisit 3D adalah sebuah persamaan yang mendefinisikan permukaan di ruang tiga dimensi tanpa secara eksplisit menyatakan satu variabel sebagai fungsi dari dua variabel lainnya.

Secara umum, fungsi implisit 3D ditulis sebagai:

$$F(x, y, z) = 0$$

maka permukaan 3D ini bisa sulit divisualisasikan secara langsung. Salah satu cara untuk mempermudah visualisasi adalah dengan melihat irisan permukaan tersebut pada bidang-bidang tertentu.
Irisan pada bidang koordinat:
- Irisan pada bidang yz(bidang yang sejajar sumbu y dan z, dengan x konstan) disebut cut parallel to the y-z-plane.

- Irisan pada bidang xz(bidang yang sejajar sumbu x dan z, dengan y konstan) disebut cut parallel to the x-z-plane.
- Irisan pada bidang xy(bidang yang sejajar sumbu x dan y, dengan z konstan) disebut cut parallel to the x-y-plane.

Mengatur tampilan, warna dan sudut pandang

gambar permukaan Tiga

Euler menyediakan 9 macam skema warna spektral bawaan.
Dengan menulis spectral=i (misalnya spectral=3), maka grafik akan menggunakan skema warna ke-3.
Perbedaan tiap skema ada pada gradasi warnanya (misalnya biru ke merah, hijau ke ungu, dsb).

Selain memilih spectral, kita juga bisa langsung pakai nama kombinasi warna. Kita juga dapat menggunakan color=value, di mana value adalah:
- spectral: biru sampai merah.
- white: warna abu-abu/putih, cocok untuk shading halus.
- yellowblue, purplegreen, blueyellow, greenred,greenpurple, yellowblue, redgreen (pasangan warna kontras yang bisa dipakai untuk membedakan level kontur).

Menampilkan kontur dan bidang kontur

permukaan Tiga Dimensi (3D)

Kontur (contour lines) adalah garis-garis pada bidang dua dimensi yang menghubungkan titik-titik dengan nilai fungsi yang sama. Dalam konteks permukaan 3D, kontur ini biasanya dihasilkan dari irisan permukaan pada bidang tertentu (misal bidang z=c)

Bidang kontur (contour plane) adalah bidang datar di ruang 3D tempat kontur tersebut diambil, misalnya bidang horizontal z = c atau bidang vertikal x = c, y = c

1. Grid lines
Defaultnya, Euler menampilkan garis kisi (grid lines) pada permukaan 3D.

2. Level lines (garis kontur) dan pewarnaan hue
Bisa diganti dengan garis kontur berwarna satu nada atau gradasi warna spektral untuk visualisasi lebih jelas.

3. Shading dengan opsi hue
Menampilkan permukaan dengan pencahayaan ringan, bukan hanya wireframe.

4. Opsi contour
Mengaktifkan garis kontur otomatis pada plot.

5. Opsi level/levels
Menentukan nilai-nilai khusus untuk garis kontur; defaultnya otomatis.

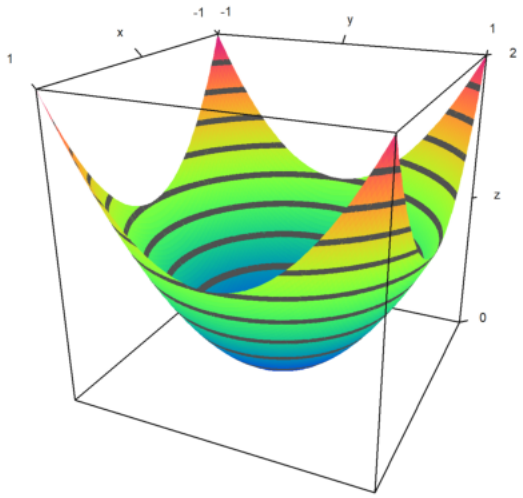
6. Pengaturan style dan grid
Bisa menggunakan grid lebih halus (misal 100x100), mengubah skala dan sudut pandang.

7. Efek anaglyph 3D
Plot bisa dibuat dengan efek merah/sian untuk visualisasi 3D menggunakan kacamata khusus.

Contoh:
Gambarkan permukaan fungsi

$$z = x^2 + y^2$$

```
>plot3d("x^2+y^2",>spectral,>contour,n=100):
```



Menggambar Grafik Tiga Dimensi dalam Modus Anaglif

Anaglif adalah teknik visualisasi tiga dimensi (3D) yang menggunakan dua warna berbeda (biasanya merah sian atau biru sian) untuk menampilkan kedalaman objek. Jika dilihat dengan kacamata khusus(lensa merah-sian), gambar akan tampak seperti memiliki dimensi ruang yang nyata.
Dalam EMT, modus anaglif dapat digunakan untuk menampilkan grafik 3D sehingga pengguna bisa merasakan efek kedalaman ruang.

Untuk Sintaks umum:
>plot3d("fungsi(x,y)", xmin, xmax, ymin, ymax, anaglyph=1):

Plot Statistik

Plot Statistik adalah suatu cara penyajian data dalam bentuk grafik atau gambar yang digunakan untuk mempermudah analisis dan pemahaman data. Dalam EMT, plot statistik digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan atau data dalam bentuk visual, seperti histogram, boxplot, scatter plot, maupun diagram batang.

Untuk Sintaks umum:
x = a : h : b;
y = x';
z = f(x,y);

xa = (x[1:n]) - delta;
ya = (y[1:n]) - delta;

plot3d(xa, ya, z, bar=true);

Menggambar Permukaan Benda Putar

Permukaan benda putar terbentuk ketika sebuah kurva diputar mengelilingi suatu sumbu. Misalnya, jika kita memiliki kurva y=(x)dan memutar kurva ini mengelilingi sumbu x, kita akan mendapatkan permukaan benda putar.

Sintaks umum Permukaan benda putar Kurva Parabola:
>u=linspace(a,b,m); variabel sepanjang sumbu(domain parabola)
>v=linspace(0,2*pi,n)'; sudut putar 0-2pi
>X=u.*cos(v); koordinat x hasil putar
>Y=u.*sin(v); koordinat y hasil putar
>Z=f(u); fungsi parabola, misalnya f(u)=u^2
>plot3d(X,Y,Z,>hue,>spectral,grid=g,angle=0,height=h,zoom=z,...
title="Parabola diputar sumbu z"):

Sintaks umum Permukaan benda putar Kurva Linearnya:
>x=linspace(a,b,m); sepanjang sumbu x
>t=linspace(0,2*pi,n)'; sudut putar (0 sampai 2 pi)
>X=x; tetap di sumbu x
>Y=f(x).*cos(t); rotasi terhadap sumbu x
>Z=f(x).*sin(t); rotasi terhadap sumbu x
>plot3d(X,Y,Z,>wire,wirecolor=color,grid=g,angle=0,zoom=z,...
title="Permukaan benda putar kurva linear terhadap sumbu x"):

Sintaks umum permukaan benda putar dengan Efek Khusus
>u=linspace(a,b,m);
>v=linspace(0,2*pi,n)';
>X=u.*cos(v) koordinat X;
>Y=u.*sin(v) koordinat Y;
>Z=f(u) fungsi yang akan diputar;
>plot3d(X,Y,Z,anaglyph,>spectral,angle=0,height=h,zoom=z,...
title="Permukaan benda putar - Anaglyph 3D"):

Menggambar Grafik 3D dengan Povray

Povray adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat gambar tiga dimensi dengan teknik ray tracing, sehingga hasilnya tampak lebih realistis dengan pencahayaan, bayangan, dan tekstur. Dalam EMT, pengguna dapat memanfaatkan integrasi dengan povray untuk menggambar grafik tiga dimensi, baik berupa permukaan fungsi, kurva, maupun data titik, kemudian merendernya dengan kualitas visual yang lebih baik.

Untuk sintaks umum:
```
>load povray;
>defaultpovray="C:\Program Files\POV-Ray\v3.7\bin\pvengine.exe";
>pov3d("fungsi", zoom=nilai, angle=nilai, axiscolor=warna, look=povlook(warna, transparansi),
level=start:step:end);
```

Plotting dengan Koordinat

Plotting dengan koordinat merupakan cara menggambar grafik tiga dimensi di EMT dengan memanfaatkan berbagai sistem koordinat, bukan hanya kartesius. Dalam EMT, koordinat yang umum digunakan adalah kartesius, silinder, dan bola. Kartesius digunakan untuk grafik standar z = f(x,y), silinder untuk permukaan yang terbentuk dari rotasi atau simetri terhadap sumbu, serta bola untuk bentuk simetris terhadap pusat seperti bola atau ellipsoid. Proses plotting dilakukan dengan membentuk nilai X, Y, Z dari hasil transformasi koordinat yang dipilih, kemudian divisualisasikan dengan perintah seperti plot3d atau pov3d. Dengan pendekatan ini, EMT mampu menggambarkan berbagai macam grafik 3D secara lebih fleksibel dan efisien.

A. Koordinat Kartesius
Dalam koordinat Kartesius, setiap titik di ruang 3 dimensi ditentukan dengan tiga nilai (x,y,z). Sistem ini paling dasar dan sering digunakan karena langsung menggambarkan posisi relatif terhadap sumbu horizontal x, sumbu tegak y, dan sumbu vertikal z. Permukaan biasanya dinyatakan sebagai z=f(x,y), sehingga grafik yang dihasilkan bisa berupa bidang, paraboloid, pelana, atau bentuk lain yang tergantung pada fungsi yang dipakai.

B. Silinder
Pada koordinat silinder, posisi titik dinyatakan dalam bentuk

$$(r, \phi, z)$$

di mana r adalah jarak dari sumbu z, phi adalah sudut terhadap sumbu x, dan z tetap menunjukkan ketinggian. Hubungannya dengan Kartesius adalah

$$x = rcos\phi$$

$$y = rsin\phi$$

$$z = z$$

Sistem ini cocok untuk menggambarkan permukaan yang memiliki simetri melingkar, misalnya tabung, cincin, atau bentuk spiral. Dengan cara ini, grafik yang dihasilkan cenderung berpola melingkar di bidang horizontal.

C. Bola
Dalam koordinat bola menggunakan

$$(\rho, \theta, \phi)$$

untuk menentukan titik. Di sini, rho adalah jarak dari pusat, theta adalah sudut terhadap sumbu z, dan phi adalah sudut azimuthal terhadap sumbu x. Konversinya ke Kartesius adalah

$$x = \rho \cdot sin\theta \cdot cos\phi$$

$$y = \rho \cdot sin\theta \cdot sin\phi$$

$$z = \rho \cdot cos\theta$$

Sistem ini paling sesuai untuk permukaan yang simetris terhadap pusat, seperti bola, kubah, atau gelombang radial, sehingga bentuk grafiknya biasanya bulat dan melengkung halus di segala arah.

D. Menggambar permukaan dengan normal vektor (Shading Povray)
Dalam menggambar grafik permukaan 3D, jumlah titik grid biasanya menentukan seberapa halus gambar yang dihasilkan. Jika titiknya jarang, permukaan akan terlihat kotak-kotak. Namun, dengan bantuan normal vektor yang dihitung dari turunan parsial permukaan, kita bisa memberikan informasi arah tegak lurus di setiap titik. Povray kemudian menggunakan normal ini untuk menghasilkan efek cahaya dan bayangan yang membuat permukaan terlihat halus, meskipun hanya memakai sedikit titik grid.

E. Permukaan parametrik dengan normal vektor untuk shading
Dalam pemodelan 3D, sebuah permukaan bisa dinyatakan dengan fungsi parametrik (X(u,v),Y(u,v),Z(u,v)), bukan hanya z=f(x,y). Untuk membuat tampilan permukaan lebih halus dan realistis, kita butuh normal vektor di setiap titik permukaan. Normal vektor diperoleh dengan cara menghitung turunan parsial terhadap parameter u dan v, lalu mengambil cross product keduanya. Normal ini digunakan oleh ray-tracer (POVRay) untuk menghitung bayangan (shading).

F. Membuat grid dalam 3D dengan povray
Perintah ini tidak membuat permukaan penuh seperti pov3d, tapi membangun grid 3D dari titik-titik atau garis. Grid ini bisa dipakai untuk visualisasi bentuk, semacam rangka atau kerangka objek (wireframe), jadi lebih ringan dan transparan dibanding permukaan padat.

Plot Logaritmik

Plot logaritmik 3D adalah visualisasi permukaan fungsi yang melibatkan logaritma, biasanya dalam bentuk z=log(f(x,y)). Tujuan utama dari plot ini adalah untuk memperlihatkan bagaimana fungsi logaritma memengaruhi pertumbuhan suatu permukaan, cepat naik di dekat nilai kecil, lalu makin melambat ketika x dan y membesar. Karena logaritma hanya terdefinisi pada bilangan positif, maka daerah yang diplot biasanya dibatasi agar f(x,y)>0.

Plot logaritmik 3D pada dasarnya memperluas konsep logaritma dari grafik 2D ke permukaan. Kalau di 2D, garfik logaritma hanya berupa kurva tunggal yang menunjukkan pertumbuhan cepat di awal lalu makin melandai ke kanan, sementara di 3D, sebuah permukaan logaritmik terbentuk dari dua variabel input (x dan y) terhadap output Z.

Mesh Object (Poligon)

Mesh object di EMT adalah representasi permukaan atau benda tiga dimensi yang dibangun dari poligon segitiga atau segi banyak lain. Intinya, mesh bukan gambar atau plot biasa, tapi struktur geometris yang terdiri dari titik-titik (vertices) dan sisi-sisi (faces).

Plot 3D Spesial

Fungsi plot 3D di EMT tidak selalu memenuhi semua kebutuhan visualisasi 3D. Untuk itu, selain menggunakan dasar, EMT memungkinkan kita membuat plot berbingkai (framed plot) dari objek apa pun yang kita inginkan. Meskipun EMT bukan program 3D murni, ia bisa menggabungkan beberapa objek dasar untuk membuat visualisasi yang lebih kompleks. Misalnya, kita bisa menampilkan paraboloid beserta bidang tangen-nya, sehingga mesh permukaan dan bidang tangen dapat divisualisasikan bersamaan dalam satu frame, memberi gambaran yang lebih lengkap tentang geometri dan hubungan antar objek dalam ruang 3 dimensi.

A. Menggunakan add
Penggunaan opsi >add pada perintah plot3d dalam EMT berfungsi untuk menambahkan objek grafik baru ke dalam jendela grafik yang sudah ada tanpa menghapus tampilan sebelumnya. Dengan demikian, setiap kali perintah plot3d dijalankan dengan menambahkan opsi >add, permukaan atau kurva baru akan ditampilkan di atas objek yang telah digambar sebelumnya. Hal ini memungkinkan visualisasi penumpukan permukaan atau kurva secara bertahap, sehingga proses pembentukan grafik dapat diamati tahap demi tahap.

B. Menggunakan holding
Fungsi ini digunakan untuk menggabungkan beberapa permukaan 3D dalam satu plot dan menampilkan mereka dengan frame, sudut pandang, dan zoom tertentu, biasanya untuk menonjolkan puncak atau titik fokus tertentu di atas permukaan utama, serta menampilkan hasilnya secara langsung.

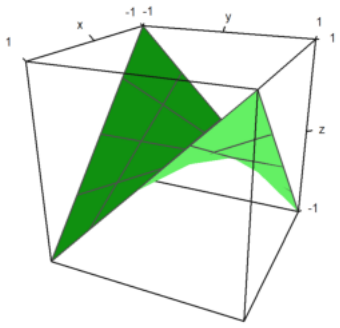
C. Menggunakan plotcontourplane
Fungsi ini digunakan untuk menampilkan permukaan 3D bersamaan dengan kontur yang menunjukkan lekukan atau ketinggian di bawahnya, biasanya untuk permukaan yang bergelombang atau memiliki variasi halus, agar bentuknya lebih mudah dibaca.

Latihan Soal Minggu Kedua Farah

Plotting 3D

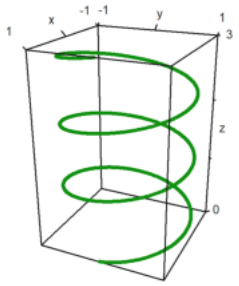
Beberapa jenis grafik 3D yang umum antara lain:
1. Permukaan (surface plot)
Contoh

```
>t=-1:0.5:1; s=(-1:0.5:1)'; plot3d(t,s,t*s,grid=10):
```



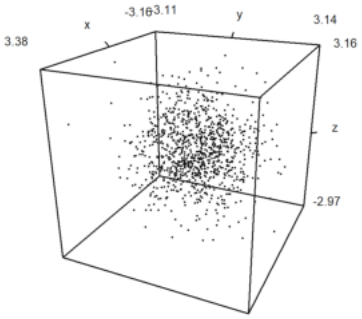
2. Kurva 3D (line plot 3D)
Contoh

```
>t=linspace(0,6pi,1000); plot3d(cos(t),sin(t),t/2pi,>wire, ...
 linewidth=3,wirecolor=green):
```



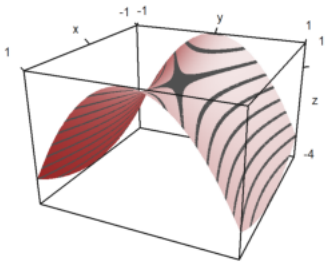
3. Scatter 3D (titik-titik 3D)
Contoh

```
>n=1000;
>plot3d(normal(1,n), normal(1,n), normal(1,n), points=true, style="."):
```



4. Kontur 3D (contour plot)
Contoh

```
>plot3d("x^2-4y^2",>hue,color=red,>contour,n=100):
```

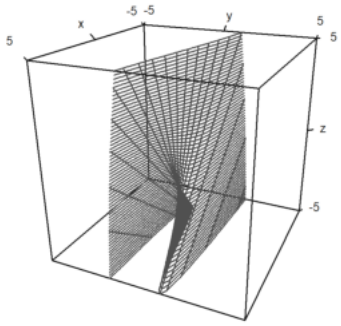


Menggambar Fungsi Implisit Tiga Dimensi (3D)

Contoh:
Menggambar fungsi implisit 3D

$$x + y^5 + z \cdot y - 1 = 0$$

```
>plot3d("x+y^5+z*y-1",r=5,implicit=6):
```

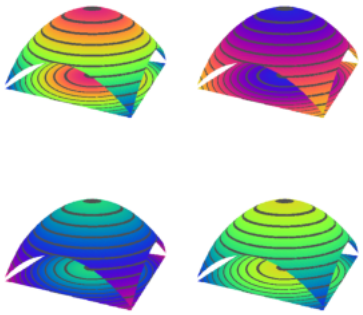



```
>clg
```

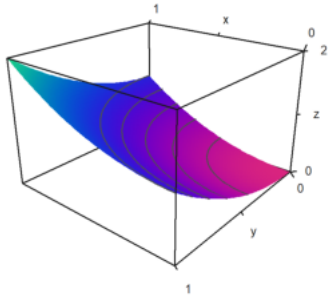
Mengatur tampilan, warna dan sudut pandang

gambar permukaan Tiga

```
>figure(2,2);
>for i=1:4; ...
 figure(i); plot3d("-x^2-y^2",spectral=i,>contour,>cp,<frame,zoom=4); ...
 end; ...
 figure(0):
```



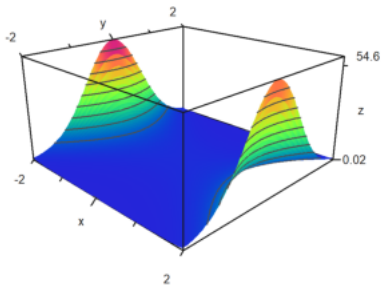
```
>plot3d("x^2+y^2",0,1,0,1,angle=220°,level=-1:0.2:1,color=purplegreen):
```



Menampilkan kontur dan bidang kontur

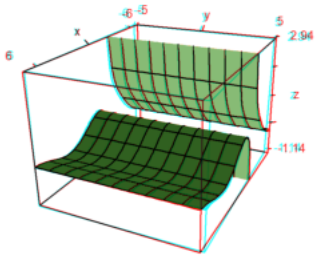
permukaan Tiga Dimensi (3D)

```
>plot3d("exp(x^2-y^2)",r=2,n=100,level="thin", ...
  >contour,>spectral,fscale=1,scale=1.1,angle=45°,height=20°):
```



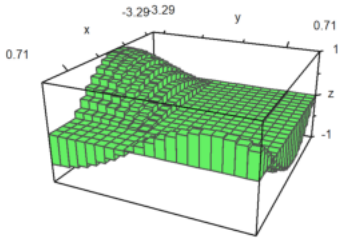
Menggambar Grafik Tiga Dimensi dalam Modus Anaglif

```
>plot3d("cos(x)/(x+2)", -6,6, -5,5, anaglyph=1):
```



Plot Statistik

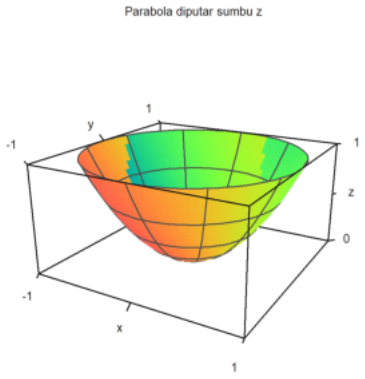
```
>x = -pi:0.2:pi;
>y = x';
>z = sin(x)*cos(y);
>xa = (x[1:21]) - 0.15;
>ya = (y[1:21]) - 0.15;
>plot3d(xa, ya, z, bar=true):
```



Menggambar Permukaan Benda Putar

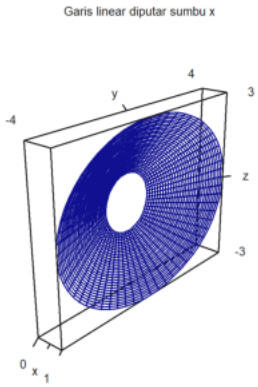
1. Permukaan Benda Putar Kurva Parabola

```
>u=linspace(-1,1,50); v=linspace(0,2*pi,100)';
>X=u*sin(v); Y=u*cos(v); Z=u^2;
>plot3d(X,Y,Z,>hue,>spectral,grid=10,angle=30°,height=20°,zoom=3,...
 title="Parabola diputar sumbu z"):
```



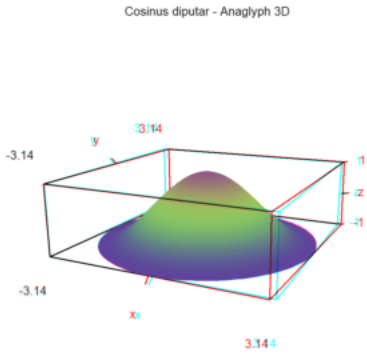
2.Permukaan Benda Putar Kurva Linearnya

```
>x=linspace(0,1,30); t=linspace(0,2*pi,60)';
>X=x; Y=(3*x+1)*sin(t); Z=(2*x+1)*cos(t);
>plot3d(X,Y,Z,>wire,wirecolor=blue,grid=6,angle=40°,zoom=3.5,...
 title="Garis linear diputar sumbu x"):
```



3. Permukaan Benda Putar dengan Efek Khusus

```
>u=linspace(0,pi,50); v=linspace(0,2*pi,100)';
>X=u*sin(v); Y=u*cos(v); Z=cos(u);
>plot3d(X,Y,Z,>anaglyph,>spectral,angle=25°,height=15°,zoom=3,...
 title="Cosinus diputar - Anaglyph 3D"):
```



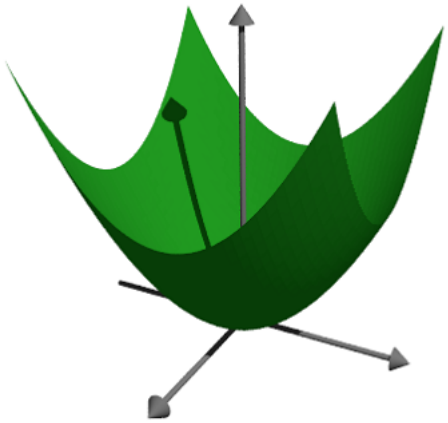
Menggambar Grafik 3D dengan Povray

Gambarlah permukaan tiga dimensi dari fungsi

$$z = x^2 + y^2$$

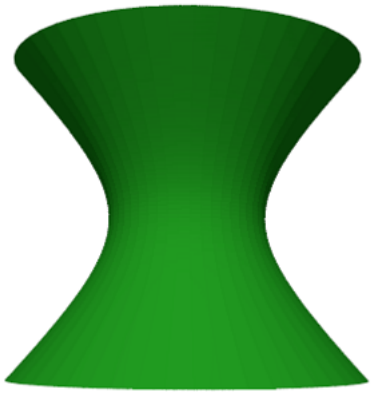
dengan parameter zoom=3 dan sudut pandang 90 derajat.

```
>load povray;
>defaultpovray="C:\Program Files\POV-Ray\v3.7\bin\pvengine.exe";
>pov3d("x^2 + y^2", zoom=3, angle=90);
```



Plotting dengan Koordinat

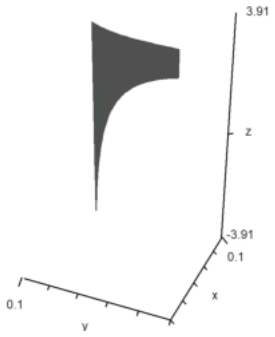
```
>load povray;
>defaultpovray = "C:\Program Files\POV-Ray\v3.7\bin\pvengine.exe";
>function f(x) := sqrt(x^2+1);
>x=-2:0.05:2; t=linspace(0,2pi,50)';
>Z=x; X=cos(t)*f(x); Y=sin(t)*f(x);
>pov3d(X,Y,Z,angle=45,height=25,axis=0,zoom=3.5,light=[15,-10,10]);
```



Plot Logaritmik

```
>x=0.1:0.1:5;
>y=0.1:0.1:5;
>Z=log(x^2+(y')^2);
>plot3d(x,y,Z,zoom=3.5,frame=3, title=latex("Z=log(x^2+y^2)")):
```

$$Z = log(x^2 + y^2)$$



24030130022

Pendidikan Matematika C

Farah Nisrina Qurratu'aini