Nama: Puput Intan Pratiwi
NIM: 23030130100
Prodi: Pendidikan Matematika D

EMT untuk Statistika

Di notebook ini, kami mendemonstrasikan plot statistik utama, tes dan distribusi di Euler.

Mari kita mulai dengan beberapa statistik deskriptif. Ini bukan pengantar statistik. Jadi, Anda mungkin memerlukan latar belakang untuk memahami detailnya.

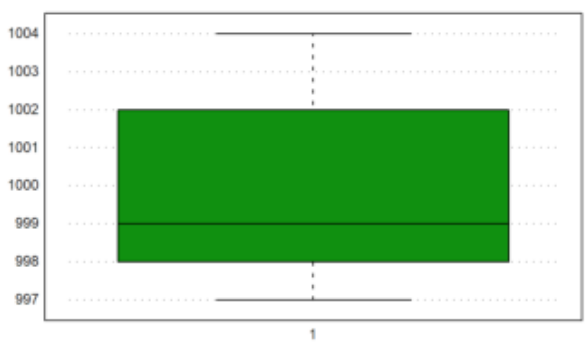
Asumsikan pengukuran berikut. Kami ingin menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi yang diukur.

```
>M=[1000,1004,998,997,1002,1001,998,1004,998,997]; ...
>median(M), mean(M), dev(M),
```

```
  999
  999.9
  2.72641400622
```

Kita dapat memplot plot box-and-whiskers untuk data tersebut. Dalam kasus kami, tidak ada pencilan.

```
>aspect(1.75); boxplot(M):
```



Kami menghitung probabilitas bahwa suatu nilai lebih besar dari 1005, dengan asumsi nilai terukur dan distribusi normal.

Semua fungsi untuk distribusi di Euler diakhiri dengan ... dis dan menghitung distribusi probabilitas kumulatif (CPF).
\text{normaldis(x,m,d)}=\int_{-\infty}^x \frac{1}{d\sqrt{2\pi}}e^{\frac{1}{2}(\frac{t-m}{d})^2}\ dt.

Kami mencetak hasilnya dalam\% dengan akurasi 2 digit menggunakan fungsi cetak.

```
>print((1-normaldis(1005,mean(M),dev(M)))*100,2,unit=" %")
```

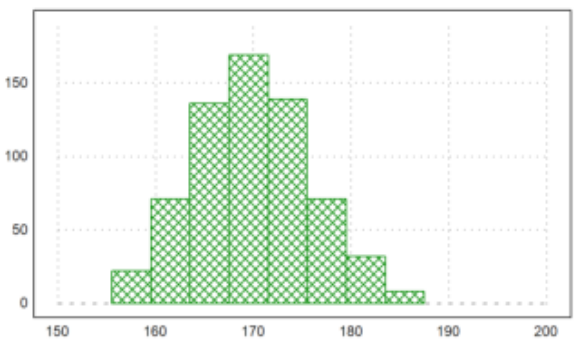
```
        3.07 %
```

Untuk contoh berikutnya, kami mengasumsikan jumlah pria berikut dalam rentang ukuran tertentu.

```
>r=155.5:4:187.5; v=[22,71,136,169,139,71,32,8];
```

Berikut ini adalah plot distribusinya

```
>plot2d(r,v,a=150,b=200,c=0,d=190,bar=1,style="\/"):
```



Kita bisa memasukkan data mentah tersebut ke dalam tabel.

Tabel adalah metode untuk menyimpan data statistik. Tabel kita harus berisi tiga kolom: Mulai kisaran, akhir kisaran, jumlah laki-laki dalam kisaran.

Tabel dapat dicetak dengan header. Kami menggunakan vektor string untuk mengatur header.

```
>T:=r[1:8]' | r[2:9]' | v'; writetable(T,labc=["BB","BA","Frek"])
```

BB	BA	Frek
155.5	159.5	22
159.5	163.5	71
163.5	167.5	136
167.5	171.5	169
171.5	175.5	139
175.5	179.5	71
179.5	183.5	32
183.5	187.5	8

Jika kita membutuhkan nilai rata-rata dan statistik ukuran lainnya, kita perlu menghitung titik tengah rentang. Kita dapat menggunakan dua kolom pertama dari tabel kita untuk ini.

Sumbol "|" digunakan untuk memisahkan kolom, fungsi "writetable" digunakan untuk menulis tabel, dengan pilihan "labc" adalah menentukan header kolom.

```
>(T[,1]+T[,2])/2 // the midpoint of each interval
```

```
          157.5
          161.5
          165.5
          169.5
          173.5
          177.5
          181.5
          185.5
```

Tapi lebih mudah, melipat rentang dengan vektor [1 / 2,1 / 2].

```
>M=fold(r,[0.5,0.5])
```

```
  [157.5,  161.5,  165.5,  169.5,  173.5,  177.5,  181.5,  185.5]
```

Sekarang kita dapat menghitung mean dan deviasi sampel dengan frekuensi yang diberikan.

```
>{m,d}=meandev(M,v); m, d,
```

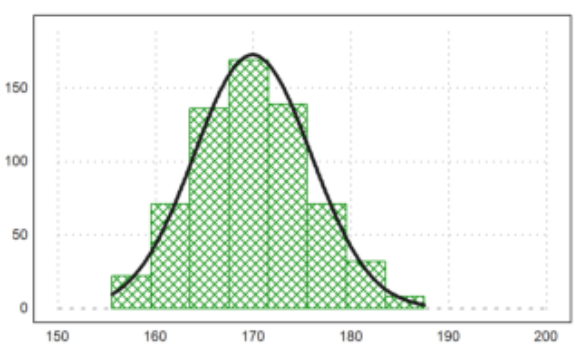
```
  169.901234568
  5.98912964449
```

Let us add the normal distribution of the values to the above bar plot. The formula for normal distribution with mean m and standard deviation d is:

$$y = \frac{1}{d\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-m)^2}{2d^2}}.$$

Because its values are between 0 and 1, to plot it on the bar plot it must be multiplied by 4 times the total number of data.

```
>plot2d("qnormal(x,m,d)*sum(v)*4", ...
>xmin=min(r),xmax=max(r),thickness=3,add=1):
```



Tables

Dalam direktori buku catatan ini Anda menemukan file dengan tabel. Data tersebut merupakan hasil survei. Berikut adalah empat baris pertama file. Data tersebut berasal dari buku online Jerman "Einführung in die Statistik mit R" oleh A. Handl.

```
>printfile("table.dat",4);
```

```
  Could not open the file
  table.dat
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  printfile:
      open(filename,"r");
```

Tabel berisi 7 kolom angka atau token (string). Kami ingin membaca tabel dari file. Pertama, kami menggunakan terjemahan kami sendiri untuk token.

Untuk ini, kami mendefinisikan set token. Fungsi strtokens () mendapatkan vektor string token dari string tertentu.

```
>mf:=["m","f"]; yn:=["y","n"]; ev:=strtokens("g vg m b vb");
```

Sekarang kita membaca tabel dengan terjemahan ini.

Argumen tok2, tok4, dll. Adalah terjemahan dari kolom tabel. Argumen ini tidak ada dalam daftar parameter readtable (), jadi Anda perlu memberinya ": =".

```
>{MT,hd}=readtable("table.dat",tok2:=mf,tok4:=yn,tok5:=ev,tok7:=yn);
```

```
  Could not open the file
  table.dat
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  readtable:
      if filename!=none then open(filename,"r"); endif;
```

```
>load over statistics;
```

Untuk mencetak, kita perlu menentukan set token yang sama. Kami mencetak empat baris pertama saja.

```
>writetable(MT[1:10],labc=hd,wc=5,tok2:=mf,tok4:=yn,tok5:=ev,tok7:=yn);
```

```
  MT is not a variable!
  Error in:
  writetable(MT[1:10],labc=hd,wc=5,tok2:=mf,tok4:=yn,tok5:=ev,to ...
                      ^
```

Titik "." mewakili nilai-nilai yang tidak tersedia.

Jika kita tidak ingin menentukan token untuk terjemahan terlebih dahulu, kita hanya perlu menentukan, kolom mana yang berisi token dan bukan angka.

```
>ctok=[2,4,5,7]; {MT,hd,tok}=readtable("table.dat",ctok=ctok);
```

```
  Could not open the file
  table.dat
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  readtable:
      if filename!=none then open(filename,"r"); endif;
```

Fungsi readtable () sekarang mengembalikan satu set token.

```
>tok
```

```
  Variable tok not found!
  Error in:
  tok ...
     ^
```

Tabel berisi entri dari file dengan token yang diterjemahkan menjadi angka.

String khusus NA = "." diartikan sebagai "Tidak Tersedia", dan mendapatkan NAN (bukan angka) di tabel. Terjemahan ini dapat diubah dengan parameter NA, dan NAval.

```
>MT[1]
```

```
  MT is not a variable!
  Error in:
  MT[1] ...
       ^
```

Berikut adalah isi tabel dengan bilangan yang belum diterjemahkan.

```
>writetable(MT,wc=5)
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  writetable(MT,wc=5) ...
              ^
```

Untuk kenyamanan, Anda bisa memasukkan keluaran readtable () ke dalam daftar.

```
>Table={{readtable("table.dat",ctok=ctok)}};
```

```
  Could not open the file
  table.dat
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  readtable:
      if filename!=none then open(filename,"r"); endif;
```

Dengan menggunakan kolom token yang sama dan token dibaca dari file, kita dapat mencetak tabel. Kita dapat menentukan ctok, tok, dll. Atau menggunakan Tabel daftar.

```
>writetable(Table,ctok=ctok,wc=5);
```

```
  Variable or function Table not found.
  Error in:
  writetable(Table,ctok=ctok,wc=5); ...
                   ^
```

Fungsi tablecol () mengembalikan nilai kolom tabel, melewatkan baris apa pun dengan nilai NAN ("." Dalam file), dan indeks kolom, yang berisi nilai ini.

```
>{c,i}=tablecol(MT,[5,6]);
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  {c,i}=tablecol(MT,[5,6]); ...
                    ^
```

Kita dapat menggunakan ini untuk mengekstrak kolom dari tabel untuk tabel baru.

```
>j=[1,5,6]; writetable(MT[i,j],labc=hd[j],ctok=[2],tok=tok)
```

```
  Variable or function i not found.
  Error in:
  j=[1,5,6]; writetable(MT[i,j],labc=hd[j],ctok=[2],tok=tok) ...
                               ^
```

Tentu saja, kita perlu mengekstrak tabel itu sendiri dari Daftar Tabel dalam kasus ini.

```
>MT=Table[1];
```

```
  Table is not a variable!
  Error in:
  MT=Table[1]; ...
             ^
```

Tentu saja, kami juga dapat menggunakannya untuk menentukan nilai rata-rata kolom atau nilai statistik lainnya.

```
>mean(tablecol(MT,6))
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  mean(tablecol(MT,6)) ...
                  ^
```

Fungsi getstatistics () mengembalikan elemen dalam vektor, dan jumlahnya. Kami menerapkannya ke nilai "m" dan "f" di kolom kedua tabel kami.

```
>{xu,count}=getstatistics(tablecol(MT,2)); xu, count,
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  {xu,count}=getstatistics(tablecol(MT,2)); xu, count, ...
                                            ^
```

Kami dapat mencetak hasilnya di tabel baru.

```
>writetable(count',labr=tok[xu])
```

```
  Variable count not found!
  Error in:
  writetable(count',labr=tok[xu]) ...
                    ^
```

Fungsi selecttable () mengembalikan tabel baru dengan nilai dalam satu kolom yang dipilih dari vektor indeks. Pertama kita mencari indeks dari dua nilai kita di tabel token.

```
>v:=indexof(tok,["g","vg"])
```

```
  Variable or function tok not found.
  Error in:
  v:=indexof(tok,["g","vg"]) ...
                 ^
```

Sekarang kita dapat memilih baris tabel, yang memiliki salah satu nilai dalam v di baris ke-5.

```
>MT1:=MT[selectrows(MT,5,v)]; i:=sortedrows(MT1,5);
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  MT1:=MT[selectrows(MT,5,v)]; i:=sortedrows(MT1,5); ...
                         ^
```

Sekarang kita dapat mencetak tabel, dengan nilai yang diekstraksi dan diurutkan di kolom ke-5.

```
>writetable(MT1[i],labc=hd,ctok=ctok,tok=tok,wc=7);
```

```
  Variable or function i not found.
  Error in:
  writetable(MT1[i],labc=hd,ctok=ctok,tok=tok,wc=7); ...
                  ^
```

Untuk statistik berikutnya, kami ingin menghubungkan dua kolom dari tabel. Jadi kami mengekstrak kolom 2 dan 4 dan mengurutkan tabel.

```
>i=sortedrows(MT,[2,4]);  ...
>  writetable(tablecol(MT[i],[2,4])',ctok=[1,2],tok=tok)
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  i=sortedrows(MT,[2,4]);    writetable(tablecol(MT[i],[2,4])',c ...
                 ^
```

Dengan getstatistics (), kita juga bisa menghubungkan hitungan dalam dua kolom tabel satu sama lain.

```
>MT24=tablecol(MT,[2,4]); ...
>{xu1,xu2,count}=getstatistics(MT24[1],MT24[2]); ...
>writetable(count,labr=tok[xu1],labc=tok[xu2])
```

```
  Variable or function MT not found.
  Error in:
  MT24=tablecol(MT,[2,4]); {xu1,xu2,count}=getstatistics(MT24[1] ...
                 ^
```

Tabel dapat ditulis ke file

```
>filename="test.dat"; ...
>writetable(count,labr=tok[xu1],labc=tok[xu2],file=filename);
```

```
  Variable or function count not found.
  Error in:
  filename="test.dat"; writetable(count,labr=tok[xu1],labc=tok[x ...
                                          ^
```

Kemudian kita dapat membaca tabel dari file tersebut.

```
>{MT2,hd,tok2,hdr}=readtable(filename,>clabs,>rlabs); ...
>writetable(MT2,labr=hdr,labc=hd)
```

```
  Could not open the file
  test.dat
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  readtable:
      if filename!=none then open(filename,"r"); endif;
```

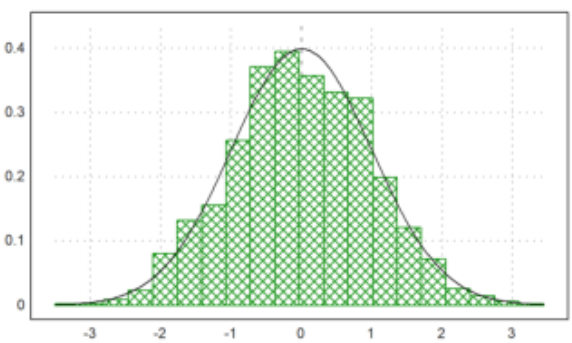
Dan hapus tabel tersebut

```
>fileremove(filename);
```

Distributions

Dengan plot2d, terdapat metode yang sangat mudah untuk memplot sebaran data eksperimen.

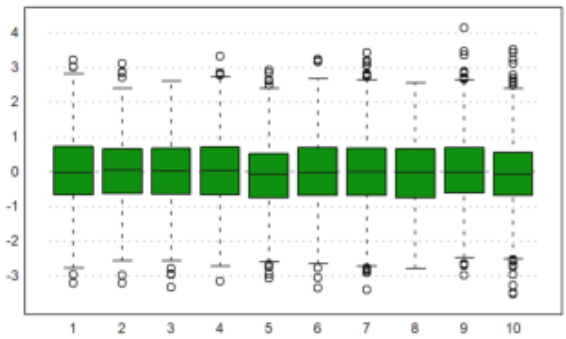
```
>p=normal(1,1000); //1000 random normal-distributed sample p
>plot2d(p,distribution=20,style="\/"); // plot the random sample p
>plot2d("qnormal(x,0,1)",add=1): // add the standard normal distribution plot
```



Harap perhatikan perbedaan antara plot batang (sampel) dan kurva normal (distribusi nyata). Masukkan kembali tiga perintah untuk melihat hasil pengambilan sampel lainnya.

Berikut adalah perbandingan 10 simulasi dari 1000 nilai terdistribusi normal menggunakan apa yang disebut box plot. Plot ini menunjukkan median, kuartil 25\% dan 75\%, nilai minimal dan maksimal, dan outlier.

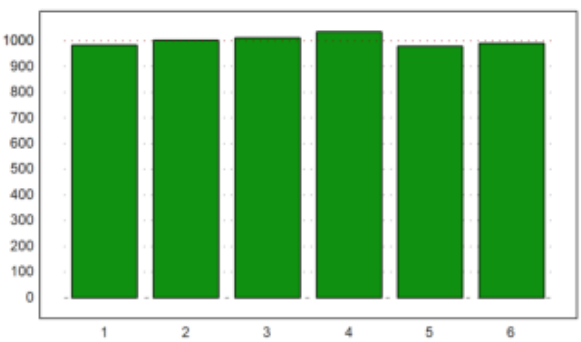
```
>p=normal(10,1000); boxplot(p):
```



Untuk menghasilkan bilangan bulat acak, Euler memiliki intrandom. Mari kita simulasikan lemparan dadu dan plot distribusinya.

Kami menggunakan fungsi getmultiplicities (v, x), yang menghitung seberapa sering elemen v muncul di x. Kemudian kita plot hasilnya menggunakan columnplot ().

```
>k=intrandom(1,6000,6);  ...
>columnsplot(getmultiplicities(1:6,k));  ...
>ygrid(1000,color=red):
```



Sementara intrandom (n, m, k) mengembalikan bilangan bulat terdistribusi seragam dari 1 ke k, dimungkinkan untuk menggunakan distribusi bilangan bulat lain yang diberikan dengan randpint ().

Dalam contoh berikut, probabilitas 1,2,3 masing-masing adalah 0,4,0.1,0.5.

```
>randpint(1,1000,[0.4,0.1,0.5]); getmultiplicities(1:3,%)
```

```
  [378,  102,  520]
```

Euler dapat menghasilkan nilai acak dari lebih banyak distribusi. Simak referensinya.

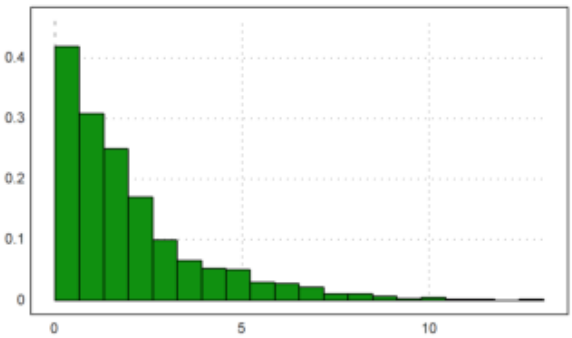
Misalnya, kami mencoba distribusi eksponensial. Variabel acak kontinu X dikatakan memiliki distribusi eksponensial, jika PDF-nya diberikan oleh

$$f_X(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \quad x > 0, \quad \lambda > 0,$$

with parameter

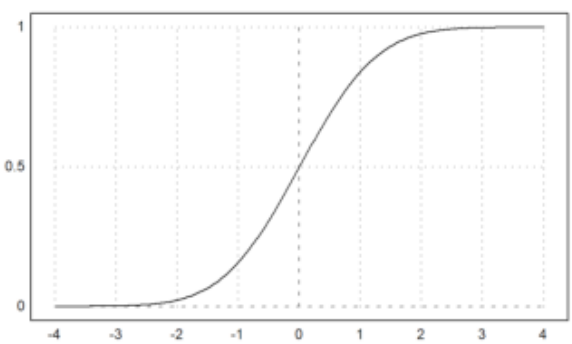
$$\lambda = \frac{1}{\mu}, \quad \mu \text{ is the mean, and denoted by } X \sim \text{Exponential}(\lambda).$$

```
>plot2d(randexponential(1,1000,2),>distribution):
```



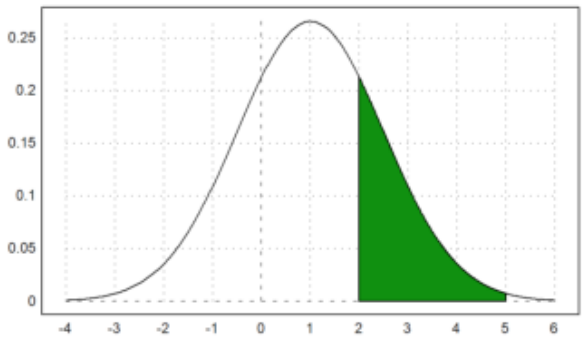
Untuk banyak distribusi, Euler dapat menghitung fungsi distribusi dan inversnya.

```
>plot2d("normaldis",-4,4):
```



Berikut ini adalah salah satu cara untuk memplot sebuah kuantil.

```
>plot2d("qnormal(x,1,1.5)",-4,6);  ...
>plot2d("qnormal(x,1,1.5)",a=2,b=5,>add,>filled):
```



$$\text{normaldis(x,m,d)} = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{d\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(\frac{t-m}{d})^2}\, dt.$$

Kemungkinan berada di area hijau adalah sebagai berikut.

```
>normaldis(5,1,1.5)-normaldis(2,1,1.5)
```

```
  0.248662156979
```

Ini dapat dihitung secara numerik dengan integral berikut

$$\int_{2}^{5} \frac{1}{1.5\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(\frac{x-1}{1.5})^2}\, dx.$$

```
>gauss("qnormal(x,1,1.5)",2,5)
```

```
  0.248662156979
```

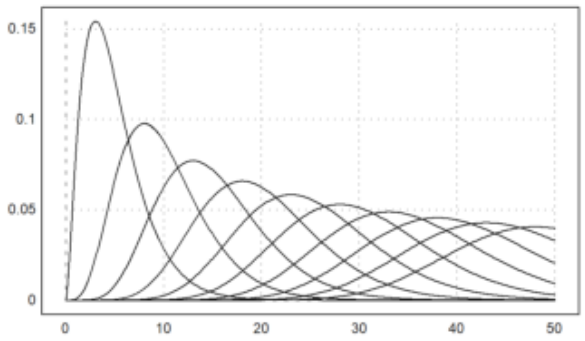
Mari kita bandingkan distribusi binomial dengan distribusi normal dari mean dan deviasi yang sama. Fungsi invbindis () memecahkan interpolasi linier antara nilai integer.

```
>invbindis(0.95,1000,0.5), invnormaldis(0.95,500,0.5*sqrt(1000))
```

```
  525.516721219
  526.007419394
```

Fungsi qdis () adalah kepadatan dari distribusi chi-kuadrat. Seperti biasa, Euler memetakan vektor ke fungsi ini. Jadi kita mendapatkan plot dari semua distribusi chi-kuadrat dengan derajat 5 sampai 30 dengan mudah dengan cara berikut.

```
>plot2d("qchidis(x,(5:5:50)')",0,50):
```



Euler memiliki fungsi yang akurat untuk mengevaluasi distribusi. Mari kita periksa chidis () dengan integral.

Penamaan mencoba untuk konsisten. Misalnya.,

- distribusi chi-kuadrat adalah chidis (),
- fungsi kebalikannya adalah invchidis (),
- kepadatannya adalah qchidis ().

Pelengkap distribusi (ekor atas) adalah chicdis ().

```
>chidis(1.5,2), integrate("qchidis(x,2)",0,1.5)
```

```
  0.527633447259
  0.527633447259
```

Discrete Distributions

Untuk menentukan distribusi diskrit Anda sendiri, Anda dapat menggunakan metode berikut.

Pertama kita mengatur fungsi distribusi.

```
>wd = 0|((1:6)+[-0.01,0.01,0,0,0,0])/6
```

```
  [0,  0.165,  0.335,  0.5,  0.666667,  0.833333,  1]
```

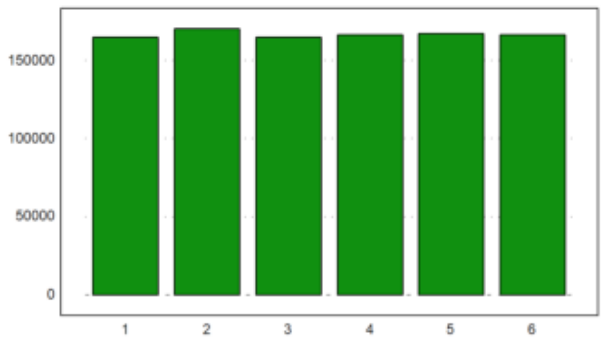
Artinya dengan probabilitas wd [i + 1] -wd [i] kita menghasilkan nilai acak i.

Ini hampir merupakan distribusi yang seragam. Mari kita tentukan generator nomor acak untuk ini. Fungsi find (v, x) menemukan nilai x pada vektor v. Fungsi ini juga berlaku untuk vektor x.

```
>function wrongdice (n,m) := find(wd,random(n,m))
```

Kesalahannya begitu halus sehingga kita hanya melihatnya dengan sangat banyak iterasi.

```
>columnsplot(getmultiplicities(1:6,wrongdice(1,1000000))):
```



Berikut adalah fungsi sederhana untuk memeriksa distribusi seragam nilai 1 ... K dalam v. Kami menerima hasilnya, jika untuk semua frekuensi

$$\left| f_i - \frac{1}{K} \right| < \frac{\delta}{\sqrt{n}}.$$

```
>function checkrandom (v, delta=1) ...
```

```
    K=max(v); n=cols(v);
    fr=getfrequencies(v,1:K);
    return max(fr/n-1/K)<delta/sqrt(n);
    endfunction
```

Memang fungsinya menolak distribusi seragam.

```
>checkrandom(wrongdice(1,1000000))
```

```
  0
```

Dan itu menerima generator acak bawaan.

```
>checkrandom(intrandom(1,1000000,6))
```

```
  1
```

Kami dapat menghitung distribusi binomial. Pertama ada binomialsum (), yang mengembalikan probabilitas i atau kurang dari n percobaan.

```
>bindis(410,1000,0.4)
```

```
  0.751401349654
```

Fungsi Beta terbalik digunakan untuk menghitung interval kepercayaan Clopper-Pearson untuk parameter p. Tingkat defaultnya adalah alfa.

Arti dari interval ini adalah jika p berada di luar interval maka hasil observasi 410 dalam 1000 jarang terjadi.

```
>clopperpearson(410,1000)
```

```
  [0.37932,  0.441212]
```

Perintah berikut adalah cara langsung untuk mendapatkan hasil di atas. Namun untuk n besar, penjumlahan langsung tidak akurat dan lambat.

```
>p=0.4; i=0:410; n=1000; sum(bin(n,i)*p^i*(1-p)^(n-i))
```

```
  0.751401349655
```

Omong-omong, invbinsum () menghitung kebalikan dari binomialsum ().

```
>invbindis(0.75,1000,0.4)
```

```
  409.932733047
```

Di Bridge, kami mengasumsikan 5 kartu beredar (dari 52) di dua tangan (26 kartu). Mari kita hitung probabilitas distribusi yang lebih buruk dari 3: 2 (misalnya 0: 5, 1: 4, 4: 1 atau 5: 0).

```
>2*hypergeomsum(1,5,13,26)
```

```
  0.321739130435
```

Ada juga simulasi distribusi multinomial.

```
>randmultinomial(10,1000,[0.4,0.1,0.5])
```

```
            381           100           519
            376            91           533
            417            80           503
            440            94           466
            406           112           482
            408            94           498
            395           107           498
            399            96           505
            428            87           485
            400            99           501
```

Plotting Data

Untuk memvisualisasikan data, kita mencoba hasil dari pemilihan umum Jerman sejak tahun 1990, diukur dalam jumlah kursi.

```
>BW := [ ...
>1990,662,319,239,79,8,17; ...
>1994,672,294,252,47,49,30; ...
>1998,669,245,298,43,47,36; ...
>2002,603,248,251,47,55,2; ...
>2005,614,226,222,61,51,54; ...
>2009,622,239,146,93,68,76; ...
>2013,631,311,193,0,63,64];
```

Untuk partai-partainya, kami menggunakan serangkaian nama.

```
>P:=["CDU/CSU","SPD","FDP","Gr","Li"];
```

Mari kita mencetak persentase dengan rapi.

Pertama, kita akan mengambil kolom-kolom yang diperlukan. Kolom 3 hingga 7 adalah jumlah kursi untuk masing-masing partai, dan kolom 2 adalah total jumlah kursi. Kolom 1 adalah tahun pemilihan.

```
>BT:=BW[,3:7]; BT:=BT/sum(BT); YT:=BW[,1]';
```

Kemudian kita akan mencetak statistik dalam bentuk tabel. Kita akan menggunakan nama-nama partai sebagai header kolom, dan tahun-tahun pemilihan sebagai header baris. Lebar kolom defaultnya adalah 10 karakter (wc=10), tetapi kita lebih suka tampilan yang lebih padat. Kolom-kolom akan diperluas untuk label kolom jika diperlukan.

```
>writetable(BT*100,wc=6,dc=0,>fixed,labc=P,labr=YT)
```

```
      CDU/CSU   SPD   FDP    Gr    Li
1990       48    36    12     1     3
1994       44    38     7     7     4
1998       37    45     6     7     5
2002       41    42     8     9     0
2005       37    36    10     8     9
2009       38    23    15    11    12
2013       49    31     0    10    10
```

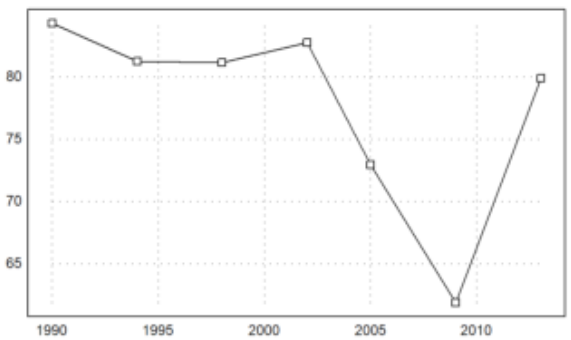
Perkalian matriks berikut ini mengekstrak jumlah persentase dua partai besar yang menunjukkan bahwa partai-partai kecil telah memperoleh suara di parlemen hingga tahun 2009.

```
>BT1:=(BT.[1;1;0;0;0])'*100
```

```
[84.29,  81.25,  81.1659,  82.7529,  72.9642,  61.8971,  79.8732]
```

Ada juga plot statistik sederhana. Kami menggunakannya untuk menampilkan garis dan titik secara bersamaan. Alternatif lainnya adalah memanggil plot2d dua kali dengan >add.

```
>statplot(YT,BT1,"b"):
```



Tentukan beberapa warna untuk setiap partai.

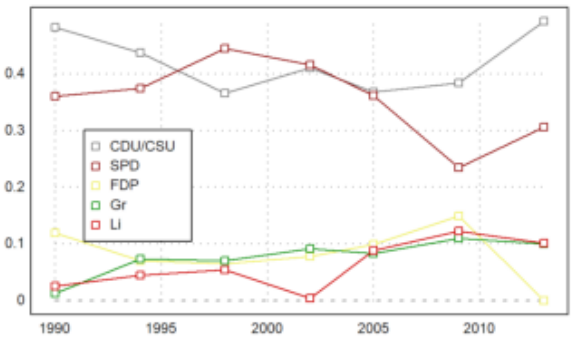
```
>CP:=[rgb(0.5,0.5,0.5),red,yellow,green,rgb(0.8,0,0)];
```

Sekarang kita dapat memplot hasil pemilu 2009 dan perubahannya ke dalam satu plot menggunakan figure. Kita dapat menambahkan sebuah vektor kolom pada setiap plot.

```
>figure(2,1);  ...
>figure(1); columnsplot(BW[6,3:7],P,color=CP); ...
>figure(2); columnsplot(BW[6,3:7]-BW[5,3:7],P,color=CP);  ...
>figure(0):
```

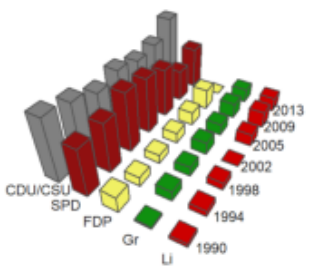
Plot data menggabungkan baris data statistik dalam satu plot.

```
>J:=BW[,1]'; DP:=BW[,3:7]'; ...
>dataplot(YT,BT',color=CP);  ...
>labelbox(P,colors=CP,styles="[]",>points,w=0.2,x=0.3,y=0.4):
```



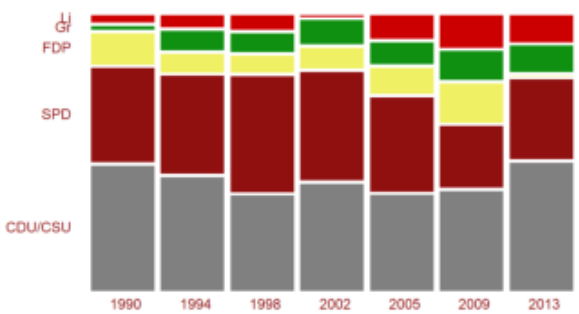
Sebuah plot kolom 3D menunjukkan baris data statistik dalam bentuk kolom. Kami menyediakan label untuk baris dan kolom. angle adalah sudut pandang.

```
>columnsplot3d(BT,scols=P,srows=YT, ...
>  angle=30°,ccols=CP):
```



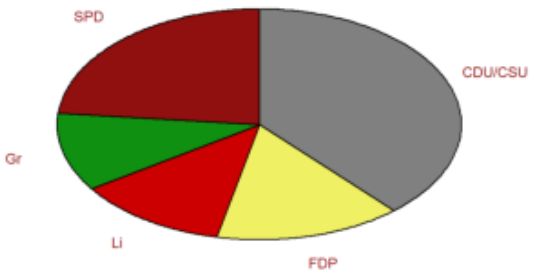
Representasi lainnya adalah plot mosaik. Perhatikan bahwa kolom-kolom pada plot mewakili kolom-kolom pada matriks di sini. Karena panjangnya label CDU/CSU, kita mengambil jendela yang lebih kecil dari biasanya.

```
>shrinkwindow(>smaller);  ...
>mosaicplot(BT',srows=YT,scols=P,color=CP,style="#"); ...
>shrinkwindow():
```



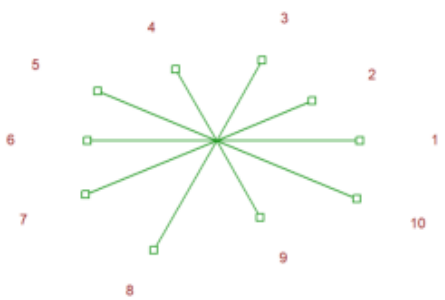
Kita juga dapat membuat diagram lingkaran. Karena warna hitam dan kuning membentuk sebuah koalisi, kita menyusun ulang elemen-elemennya.

```
>i=[1,3,5,4,2]; piechart(BW[6,3:7][i],color=CP[i],lab=P[i]):
```



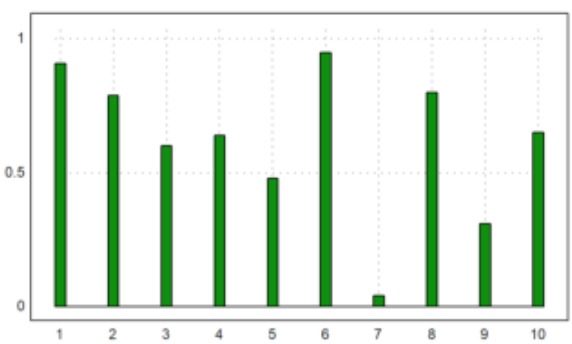
Ini adalah jenis plot yang lain.

```
>starplot(normal(1,10)+4,lab=1:10,>rays):
```



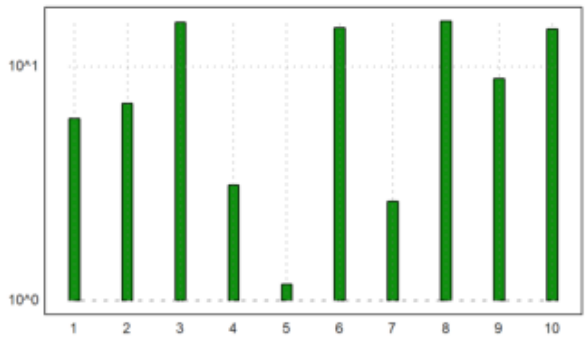
Beberapa plot di plot2d bagus untuk statika. Berikut ini adalah plot impuls dari data acak, terdistribusi secara seragam dalam [0,1].

```
>plot2d(makeimpulse(1:10,random(1,10)),>bar):
```



Tetapi untuk data yang terdistribusi secara eksponensial, kita mungkin memerlukan plot logaritmik.

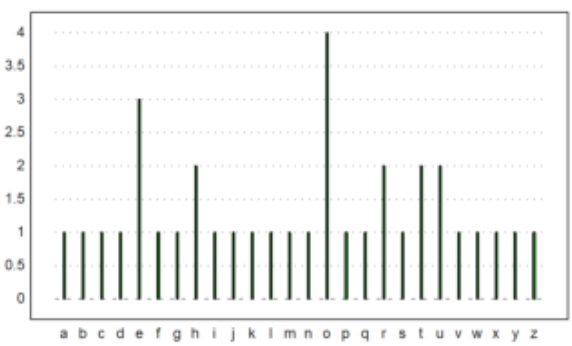
```
>logimpulseplot(1:10,-log(random(1,10))*10):
```



Fungsi columnsplot() lebih mudah digunakan, karena hanya membutuhkan sebuah vektor nilai. Selain itu, fungsi ini dapat mengatur labelnya menjadi apa pun yang kita inginkan, kita telah mendemonstrasikan hal ini dalam tutorial ini.

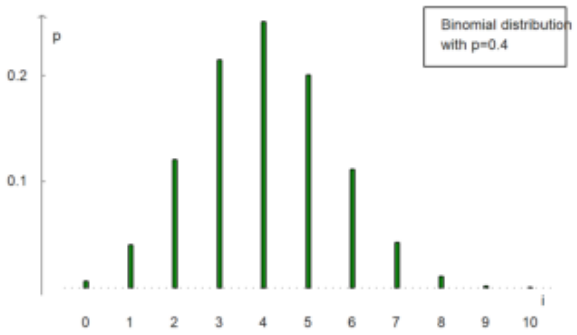
Berikut ini adalah aplikasi lain, di mana kita menghitung karakter dalam sebuah kalimat dan memplot statistik.

```
>v=strtochar("the quick brown fox jumps over the lazy dog"); ...
>w=ascii("a"):ascii("z"); x=getmultiplicities(w,v); ...
>cw=[]; for k=w; cw=cw|char(k); end; ...
>columnsplot(x,lab=cw,width=0.05):
```



Anda juga dapat mengatur sumbu secara manual.

```
>n=10; p=0.4; i=0:n; x=bin(n,i)*p^i*(1-p)^(n-i); ...
>columnsplot(x,lab=i,width=0.05,<frame,<grid); ...
>yaxis(0,0:0.1:1,style="->",>left); xaxis(0,style="."); ...
>label("p",0,0.25), label("i",11,0); ...
>textbox(["Binomial distribution","with p=0.4"]):
```



Berikut ini adalah cara untuk memplot frekuensi angka dalam sebuah vektor.
Kami membuat vektor angka acak bilangan bulat 1 sampai 6.

```
>v:=intrandom(1,10,10)
```

```
  [8,  5,  8,  8,  6,  8,  8,  3,  5,  5]
```

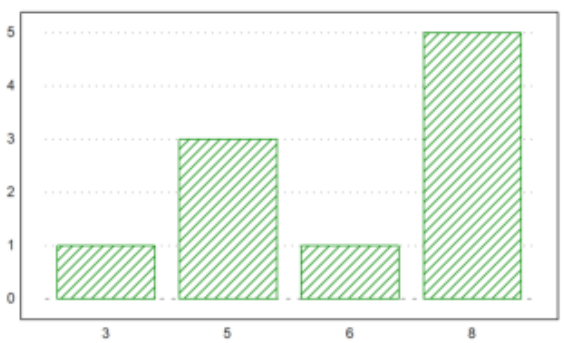
Kemudian ekstrak angka-angka unik dalam "v".

```
>vu:=unique(v)
```

```
  [3,  5,  6,  8]
```

Dan memplot frekuensi dalam plot kolom.

```
>columnsplot(getmultiplicities(vu,v),lab=vu,style="/"):
```



Kami ingin menunjukkan fungsi untuk distribusi nilai empiris.

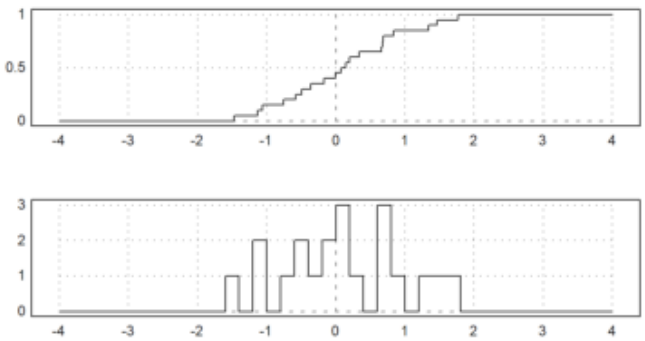
```
>x=normal(1,20);
```

Fungsi empdist(x,vs) membutuhkan larik nilai yang sudah diurutkan. Jadi kita harus mengurutkan x sebelum dapat menggunakannya.

```
>xs=sort(x);
```

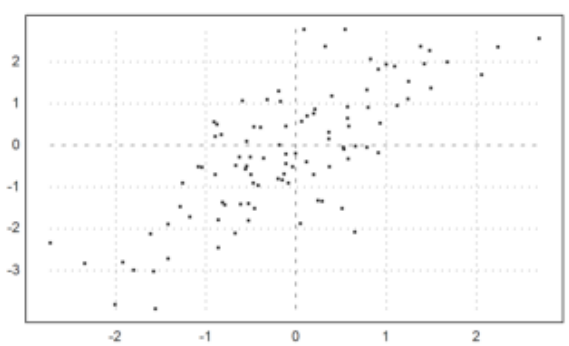
Kemudian kita memplot distribusi empiris dan beberapa batang kepadatan ke dalam satu plot. Alih-alih plot batang untuk distribusi, kali ini kita menggunakan plot gigi gergaji.

```
>figure(2,1); ...
>figure(1); plot2d("empdist",-4,4;xs); ...
>figure(2); plot2d(histo(x,v=-4:0.2:4,<bar));  ...
>figure(0):
```



Plot sebaran mudah dilakukan di Euler dengan plot titik biasa. Grafik berikut ini menunjukkan bahwa X dan X+Y berkorelasi positif.

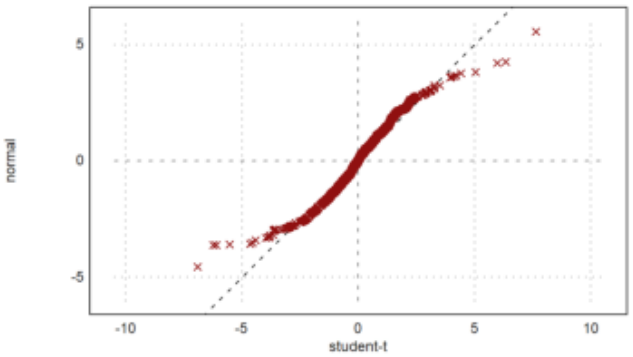
```
>x=normal(1,100); plot2d(x,x+rotright(x),>points,style="..");
```



Sering kali, kita ingin membandingkan dua sampel dari distribusi yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan plot kuantil-kuantil.

Untuk sebuah pengujian, kita akan mencoba distribusi student-t dan distribusi eksponensial.

```
>x=randt(1,1000,5); y=randnormal(1,1000,mean(x),dev(x)); ...
>plot2d("x",r=6,style="--",yl="normal",xl="student-t",>vertical); ...
>plot2d(sort(x),sort(y),>points,color=red,style="x",>add):
```



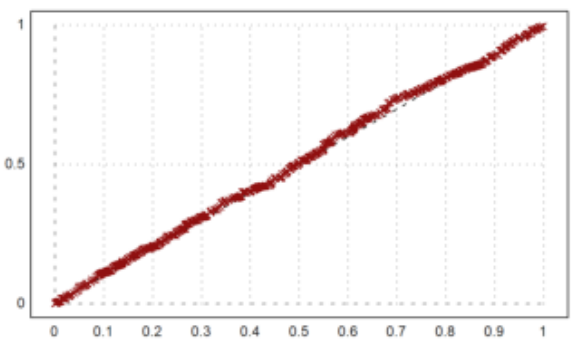
Plot ini dengan jelas menunjukkan bahwa nilai yang terdistribusi normal cenderung lebih kecil pada ujung yang ekstrim.

Jika kita memiliki dua distribusi dengan ukuran yang berbeda, kita dapat memperluas distribusi yang lebih kecil atau memperkecil distribusi yang lebih besar. Fungsi berikut ini bagus untuk keduanya. Fungsi ini mengambil nilai median dengan persentase antara 0 dan 1.

```
>function medianexpand (x,n) := median(x,p=linspace(0,1,n-1));
```

Mari kita bandingkan dua distribusi yang sama.

```
>x=random(1000); y=random(400); ...
>plot2d("x",0,1,style="--"); ...
>plot2d(sort(medianexpand(x,400)),sort(y),>points,color=red,style="x",>add):
```



Regression and Correlation

Regresi linier dapat dilakukan dengan fungsi polyfit() atau berbagai fungsi kecocokan.

Sebagai permulaan, kita mencari garis regresi untuk data univariat dengan polyfit(x,y,1).

```
>x=1:10; y=[2,3,1,5,6,3,7,8,9,8]; writetable(x'|y',labc=["x","y"])
```

x	y
1	2
2	3

```
  3          1
  4          5
  5          6
  6          3
  7          7
  8          8
  9          9
 10          8
```

Kita ingin membandingkan kecocokan tanpa pembobotan dan dengan pembobotan. Pertama, koefisien-koefisien dari kecocokan linier.

```
>p=polyfit(x,y,1)
```

```
  [0.733333,  0.812121]
```

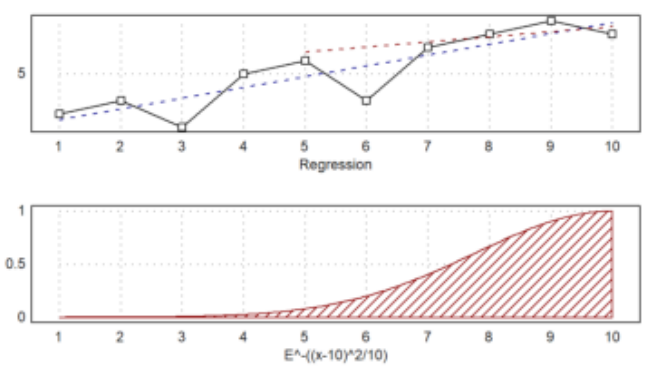
Sekarang koefisien dengan bobot yang menekankan nilai terakhir.

```
>w &= "exp(-(x-10)^2/10)"; pw=polyfit(x,y,1,w=w(x))
```

```
  [4.71566,  0.38319]
```

Kita taruh semuanya ke dalam satu plot untuk titik-titik dan garis regresi, dan untuk bobot yang digunakan.

```
>figure(2,1);  ...
>figure(1); statplot(x,y,"b",xl="Regression"); ...
>  plot2d("evalpoly(x,p)",>add,color=blue,style="--"); ...
>  plot2d("evalpoly(x,pw)",5,10,>add,color=red,style="--"); ...
>figure(2); plot2d(w,1,10,>filled,style="/",fillcolor=red,xl=w); ...
>figure(0):
```



Untuk contoh lain, kita membaca sebuah survei tentang siswa, usia mereka, usia orang tua mereka, dan jumlah saudara kandung dari sebuah file.

Tabel ini berisi “m” dan “f” pada kolom kedua. Kita menggunakan variabel tok2 untuk mengatur terjemahan yang tepat dan bukannya membiarkan readtable() mengumpulkan terjemahannya.

```
>{MS,hd}:=readtable("table1.dat",tok2:=["m","f"]);  ...
>writetable(MS,labc=hd,tok2:=["m","f"]);
```

```
  Could not open the file
  table1.dat
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  readtable:
      if filename!=none then open(filename,"r"); endif;
```

Bagaimana usia-usia tersebut bergantung satu sama lain? Kesan pertama datang dari scatterplot berpasangan.

```
>scatterplots(tablecol(MS,3:5),hd[3:5]):
```

```
  Variable or function MS not found.
  Error in:
  scatterplots(tablecol(MS,3:5),hd[3:5]): ...
                           ^
```

Jelas bahwa usia ayah dan ibu saling bergantung satu sama lain. Mari kita tentukan dan plot garis regresinya.

```
>cs:=MS[,4:5]'; ps:=polyfit(cs[1],cs[2],1)
```

```
  MS is not a variable!
  Error in:
  cs:=MS[,4:5]'; ps:=polyfit(cs[1],cs[2],1) ...
              ^
```

Ini jelas merupakan model yang salah. Garis regresinya adalah s = 17 + 0,74t, di mana t adalah usia ibu dan s adalah usia ayah. Perbedaan usia mungkin sedikit bergantung pada usia, tetapi tidak terlalu banyak.

Sebaliknya, kami menduga fungsi seperti s = a + t. Kemudian a adalah rata-rata dari s-t. Ini adalah perbedaan usia rata-rata antara ayah dan ibu.

```
>da:=mean(cs[2]-cs[1])
```

```
  cs is not a variable!
  Error in:
  da:=mean(cs[2]-cs[1]) ...
                ^
```

Mari kita plotkan ini ke dalam satu scatter plot.

```
>plot2d(cs[1],cs[2],>points);  ...
>plot2d("evalpoly(x,ps)",color=red,style=".",>add);  ...
>plot2d("x+da",color=blue,>add):
```

```
  cs is not a variable!
  Error in:
  plot2d(cs[1],cs[2],>points);  plot2d("evalpoly(x,ps)",color=re ...
              ^
```

Berikut ini adalah plot kotak dari dua usia. Ini hanya menunjukkan, bahwa usia mereka berbeda.

```
>boxplot(cs,["mothers","fathers"]):
```

```
  Variable or function cs not found.
  Error in:
  boxplot(cs,["mothers","fathers"]): ...
            ^
```

Sangat menarik bahwa perbedaan median tidak sebesar perbedaan rata-rata.

```
>median(cs[2])-median(cs[1])
```

```
  cs is not a variable!
  Error in:
  median(cs[2])-median(cs[1]) ...
              ^
```

Koefisien korelasi menunjukkan korelasi positif.

```
>correl(cs[1],cs[2])
```

```
  cs is not a variable!
  Error in:
  correl(cs[1],cs[2]) ...
              ^
```

Korelasi peringkat adalah ukuran untuk urutan yang sama di kedua vektor. Korelasi ini juga cukup positif.

```
>rankcorrel(cs[1],cs[2])
```

```
  cs is not a variable!
  Error in:
  rankcorrel(cs[1],cs[2]) ...
                  ^
```

Membuat Fungsi baru

Tentu saja, bahasa EMT dapat digunakan untuk memprogram fungsi baru. Misalnya, kita mendefinisikan fungsi kemiringan.

$$\text{sk}(x) = \frac{\sqrt{n}\sum_i (x_i - m)^3}{\left(\sum_i (x_i - m)^2\right)^{3/2}}$$

di mana m adalah rata-rata dari x.

```
>function skew (x:vector) ...
```

```
  m=mean(x);
  return sqrt(cols(x))*sum((x-m)^3)/(sum((x-m)^2))^(3/2);
  endfunction
```

Seperti yang Anda lihat, kita dapat dengan mudah menggunakan bahasa matriks untuk mendapatkan implementasi yang sangat singkat dan efisien. Mari kita coba fungsi ini.

```
>data=normal(20); skew(normal(10))
```

```
  -0.198710316203
```

Berikut ini adalah fungsi lain, yang disebut koefisien kemencengan Pearson.

```
>function skew1 (x) := 3*(mean(x)-median(x))/dev(x)
>skew1(data)
```

```
  -0.0801873249135
```

Monte Carlo Simulation

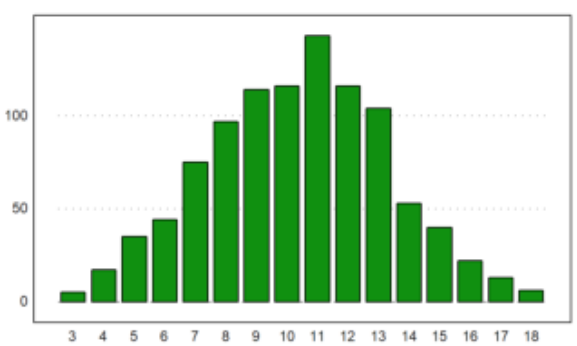
Euler dapat digunakan untuk mensimulasikan kejadian acak. Kita telah melihat contoh sederhana di atas. Berikut ini adalah contoh lainnya, yang mensimulasikan 1000 kali pelemparan 3 dadu, dan menanyakan distribusi dari jumlah tersebut.

```
>ds:=sum(intrandom(1000,3,6))';  fs=getmultiplicities(3:18,ds)
```

```
  [5,  17,  35,  44,  75,  97,  114,  116,  143,  116,  104,  53,  40,
  22,  13,  6]
```

Kita bisa memplot ini sekarang.

```
>columnsplot(fs,lab=3:18):
```



Untuk menentukan distribusi yang diharapkan tidaklah mudah. Kami menggunakan rekursi lanjutan untuk ini.

Fungsi berikut ini menghitung jumlah cara bilangan k dapat direpresentasikan sebagai jumlah dari n bilangan dalam rentang 1 sampai m. Fungsi ini bekerja secara rekursif dengan cara yang jelas.

```
>function map countways (k; n, m) ...
```

```
    if n==1 then return k>=1 && k<=m
    else
      sum=0;
      loop 1 to m; sum=sum+countways(k-#,n-1,m); end;
      return sum;
    end;
  endfunction
```

Berikut adalah hasil dari tiga lemparan dadu.

```
>countways(5:25,5,5)
```

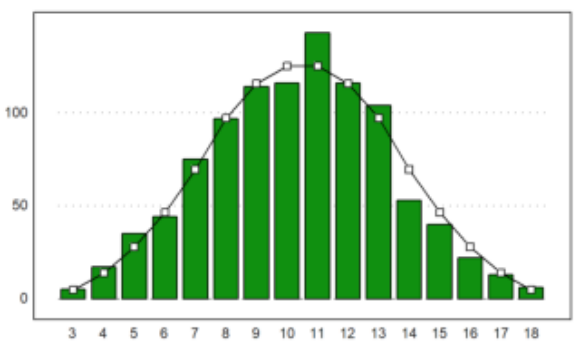
```
  [1,  5,  15,  35,  70,  121,  185,  255,  320,  365,  381,  365,  320,
  255,  185,  121,  70,  35,  15,  5,  1]
```

```
>cw=countways(3:18,3,6)
```

```
  [1,  3,  6,  10,  15,  21,  25,  27,  27,  25,  21,  15,  10,  6,  3,
  1]
```

Kami menambahkan nilai yang diharapkan ke plot.

```
>plot2d(cw/6^3*1000,>add); plot2d(cw/6^3*1000,>points,>add):
```



Untuk simulasi lainnya, deviasi dari nilai rata-rata n variabel acak berdistribusi normal 0-1 adalah 1/sqrt(n).

```
>longformat; 1/sqrt(10)
```

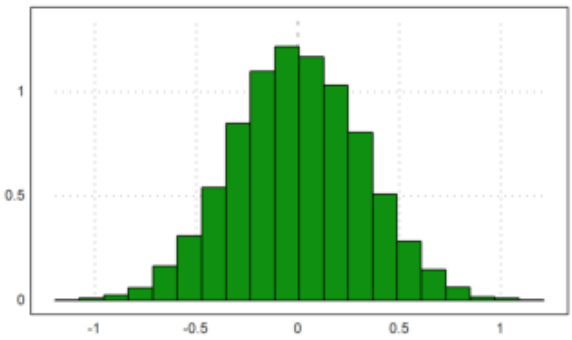
```
  0.316227766017
```

Mari kita periksa hal ini dengan sebuah simulasi. Kita akan menghasilkan 10.000 kali 10 vektor acak.

```
>M=normal(10000,10); dev(mean(M)')
```

```
  0.319493614817
```

```
>plot2d(mean(M)',>distribution):
```



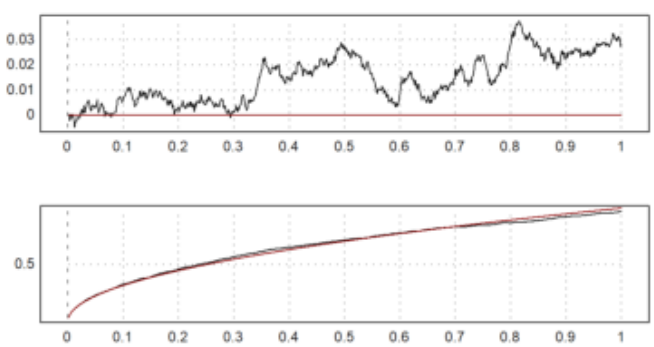
Median dari 10 bilangan acak berdistribusi 0-1-normal memiliki deviasi yang lebih besar.

```
>dev(median(M)')
```

```
  0.374460271535
```

Karena kita dapat dengan mudah menghasilkan jalan acak, kita dapat mensimulasikan proses Wiener. Kita mengambil 1000 langkah dari 1000 proses. Kita kemudian memplot standar deviasi dan rata-rata dari langkah ke-n dari proses-proses ini bersama dengan nilai yang diharapkan dalam warna merah.

```
>n=1000; m=1000; M=cumsum(normal(n,m)/sqrt(m)); ...
>t=(1:n)/n; figure(2,1); ...
>figure(1); plot2d(t,mean(M')'); plot2d(t,0,color=red,>add); ...
>figure(2); plot2d(t,dev(M')'); plot2d(t,sqrt(t),color=red,>add); ...
>figure(0):
```



Tests

Tes adalah alat penting dalam statistik. Di Euler, banyak tes yang diterapkan. Semua pengujian ini mengembalikan kesalahan yang kami terima jika kami menolak hipotesis nol.

Sebagai contoh, kami menguji lemparan dadu untuk distribusi seragam. Pada 600 lemparan, kami mendapatkan nilai berikut, yang kami masukkan ke dalam uji chi-square.

```
>chitest([90,103,114,101,103,89],dup(100,6)')
```

```
  0.498830517952
```

Uji chi-square juga memiliki mode, yang menggunakan simulasi Monte Carlo untuk menguji statistik. Hasilnya harusnya hampir sama. Parameter\textgreater{} p mengartikan vektor y sebagai vektor probabilitas.

```
>chitest([90,103,114,101,103,89],dup(1/6,6)',>p,>montecarlo)
```

```
  0.526
```

Kesalahan ini terlalu besar. Jadi kita tidak bisa menolak distribusi seragam. Ini tidak membuktikan bahwa dadu kami adil. Tapi kita tidak bisa menolak hipotesis kita.

Selanjutnya kami menghasilkan 1000 lemparan dadu menggunakan generator nomor acak, dan melakukan tes yang sama.

```
>n=1000; t=random([1,n*6]); chitest(count(t*6,6),dup(n,6)')
```

```
  0.528028118442
```

Mari kita uji nilai rata-rata 100 dengan uji-t.

```
>s=200+normal([1,100])*10; ...
>ttest(mean(s),dev(s),100,200)
```

```
  0.0218365848476
```

Fungsi ttest () membutuhkan nilai mean, deviasi, jumlah data, dan nilai mean untuk diuji.

Sekarang mari kita periksa dua pengukuran untuk mean yang sama. Kami menolak hipotesis bahwa mereka memiliki mean yang sama, jika hasilnya <0.05.

```
>tcomparedata(normal(1,10),normal(1,10))
```

```
  0.38722000942
```

Jika kita menambahkan bias ke satu distribusi, kita mendapatkan lebih banyak penolakan. Ulangi simulasi ini beberapa kali untuk melihat efeknya.

```
>tcomparedata(normal(1,10),normal(1,10)+2)
```

```
  5.60009101758e-07
```

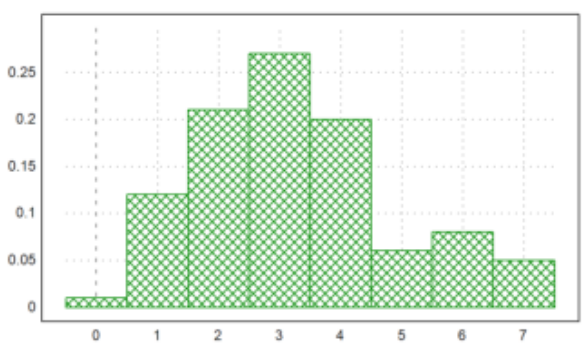
Dalam contoh berikutnya, kami menghasilkan 20 lemparan dadu acak 100 kali dan menghitung yang ada di dalamnya. Harus ada rata-rata 20/6 = 3,3.

```
>R=random(100,20); R=sum(R*6<=1)'; mean(R)
```

```
  3.28
```

Sekarang kami membandingkan jumlah satuan dengan distribusi binomial. Pertama kami memplot distribusi satu.

```
>plot2d(R,distribution=max(R)+1,even=1,style="\/"):
```




```
>t=count(R,21);
```

Kemudian kami hitung nilai yang diharapkan

```
>n=0:20; b=bin(20,n)*(1/6)^n*(5/6)^(20-n)*100;
```

Kami harus mengumpulkan beberapa nomor untuk mendapatkan kategori yang cukup besar.

```
>t1=sum(t[1:2])|t[3:7]|sum(t[8:21]); ...
>b1=sum(b[1:2])|b[3:7]|sum(b[8:21]);
```

Uji chi-square menolak hipotesis bahwa distribusi kita adalah distribusi binomial, jika hasilnya <0.05.

```
>chitest(t1,b1)
```

```
  0.53921579764
```

Contoh berikut berisi hasil dari dua kelompok orang (misalnya laki-laki dan perempuan) yang memberikan suara untuk satu dari enam partai.

```
>A=[23,37,43,52,64,74;27,39,41,49,63,76];  ...
>  writetable(A,wc=6,labr=["m","f"],labc=1:6)
```

```
              1     2     3     4     5     6
      m      23    37    43    52    64    74
      f      27    39    41    49    63    76
```

Kami ingin menguji independensi suara dari jenis kelamin. Tes tabel chi^2 melakukan ini. Hasilnya adalah cara yang besar untuk menolak kemerdekaan. Jadi kami tidak bisa mengatakan, apakah voting tergantung jenis kelamin dari data ini.

```
>tabletest(A)
```

```
  0.990701632326
```

Berikut adalah tabel yang diharapkan, jika kita mengasumsikan frekuensi pemungutan suara yang diamati.

```
>writetable(expectedtable(A),wc=6,dc=1,labr=["m","f"],labc=1:6)
```

```
              1     2     3     4     5     6
      m    24.9  37.9  41.9  50.3  63.3  74.7
      f    25.1  38.1  42.1  50.7  63.7  75.3
```

Kita dapat menghitung koefisien kontingensi yang dikoreksi. Karena sangat mendekati 0, kami menyimpulkan bahwa pemungutan suara tidak bergantung pada jenis kelamin.

```
>contingency(A)
```

```
  0.0427225484717
```

Some More Tests

Selanjutnya kami menggunakan analisis varians (uji-F) untuk menguji tiga sampel data terdistribusi normal untuk nilai rata-rata yang sama. Metode tersebut dinamakan ANOVA (analysis of variance). Di Euler, fungsi varanalysis () digunakan.

```
>x1=[109,111,98,119,91,118,109,99,115,109,94]; mean(x1),
```

```
  106.545454545
```

```
>x2=[120,124,115,139,114,110,113,120,117]; mean(x2),
```

```
  119.111111111
```

```
>x3=[120,112,115,110,105,134,105,130,121,111]; mean(x3)
```

```
  116.3
```

```
>varanalysis(x1,x2,x3)
```

```
  0.0138048221371
```

Artinya, kami menolak hipotesis dengan nilai mean yang sama. Kami melakukan ini dengan probabilitas kesalahan 1,3\%.

Ada juga uji median, yaitu menolak sampel data dengan distribusi rata-rata yang berbeda menguji median dari sampel yang bersatu.

```
>a=[56,66,68,49,61,53,45,58,54];
>b=[72,81,51,73,69,78,59,67,65,71,68,71];
>mediantest(a,b)
```

```
  0.0241724220052
```

Ujian lain tentang kesetaraan adalah ujian peringkat. Ini jauh lebih tajam daripada tes median.

```
>ranktest(a,b)
```

```
  0.00199969612469
```

Dalam contoh berikut, kedua distribusi memiliki mean yang sama.

```
>ranktest(random(1,100),random(1,50)*3-1)
```

```
  0.129608141484
```

Sekarang mari kita coba meniru dua perlakuan a dan b yang diterapkan pada orang yang berbeda.

```
>a=[8.0,7.4,5.9,9.4,8.6,8.2,7.6,8.1,6.2,8.9];
>b=[6.8,7.1,6.8,8.3,7.9,7.2,7.4,6.8,6.8,8.1];
```

Tes signum memutuskan, jika a lebih baik dari b.

```
>signtest(a,b)
```

```
  0.0546875
```

Ini terlalu banyak kesalahan. Kita tidak dapat menolak bahwa a sama baiknya dengan b.

Tes Wilcoxon lebih tajam dari tes ini, tetapi bergantung pada nilai kuantitatif perbedaannya.

```
>wilcoxon(a,b)
```

```
  0.0296680599405
```

Mari kita coba dua tes lagi menggunakan seri yang dihasilkan.

```
>wilcoxon(normal(1,20),normal(1,20)-1)
```

```
  0.0068706451766
```

```
>wilcoxon(normal(1,20),normal(1,20))
```

```
  0.275145971064
```

Random Numbers

Berikut ini adalah tes untuk generator bilangan acak. Euler menggunakan generator yang sangat bagus, jadi kami tidak perlu mengharapkan adanya masalah.

Pertama kami menghasilkan sepuluh juta bilangan acak di [0,1]

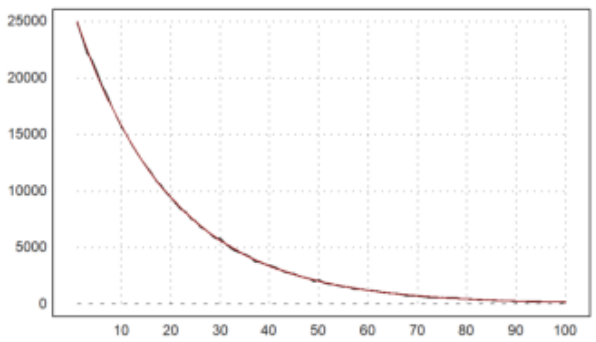
```
>n:=10000000; r:=random(1,n);
```

Selanjutnya kita menghitung jarak antara dua angka kurang dari 0,05.

```
>a:=0.05; d:=differences(nonzeros(r<a));
```

Terakhir, kami memplot berapa kali, setiap jarak yang terjadi, dan membandingkannya dengan nilai yang diharapkan.

```
>m=getmultiplicities(1:100,d); plot2d(m); ...
>  plot2d("n*(1-a)^(x-1)*a^2",color=red,>add):
```



Clear the data.

```
>remvalue n;
```

Pengantar untuk Pengguna Proyek R

Jelas, EMT tidak bersaing dengan R sebagai paket statistik. Namun, ada banyak prosedur dan fungsi statistik yang tersedia di EMT juga. Jadi EMT dapat memenuhi kebutuhan dasar. Lagi pula, EMT hadir dengan paket numerik dan sistem aljabar komputer.

Notebook ini cocok untuk Anda jika sudah familiar dengan R, namun perlu mengetahui perbedaan sintaks EMT dan R. Kami mencoba memberikan gambaran umum tentang hal-hal yang jelas dan kurang jelas yang perlu Anda ketahui.

Selain itu, kami mencari cara untuk bertukar data antara kedua sistem.

Note that this is a work in progress.

Sintaks Dasar

Hal pertama yang Anda pelajari di R adalah membuat vektor. Di EMT, perbedaan utamanya adalah operator : dapat mengambil ukuran langkah. Apalagi daya ikatnya rendah.

```
>n=10; 0:n/20:n-1
```

```
  [0,  0.5,  1,  1.5,  2,  2.5,  3,  3.5,  4,  4.5,  5,  5.5,  6,  6.5,
  7,  7.5,  8,  8.5,  9]
```

Fungsi c() tidak ada. Dimungkinkan untuk menggunakan vektor untuk menggabungkan berbagai hal.

Contoh berikut, seperti banyak lainnya, dari "Introduction to R" yang disertakan dengan proyek R. Jika Anda membaca PDF ini, Anda akan menemukan bahwa saya mengikuti jalannya dalam tutorial ini.

```
>x=[10.4, 5.6, 3.1, 6.4, 21.7]; [x,0,x]
```

```
  [10.4,  5.6,  3.1,  6.4,  21.7,  0,  10.4,  5.6,  3.1,  6.4,  21.7]
```

Operator titik dua dengan ukuran langkah EMT diganti dengan fungsi seq() di R. Kita bisa menulis fungsi ini di EMT.

```
>function seq(a,b,c) := a:b:c; ...
>seq(0,-0.1,-1)
```

```
  [0,  -0.1,  -0.2,  -0.3,  -0.4,  -0.5,  -0.6,  -0.7,  -0.8,  -0.9,  -1]
```

Fungsi rep() dari R tidak ada di EMT. Untuk input vektor, dapat ditulis sebagai berikut.

```
>function rep(x:vector,n:index) := flatten(dup(x,n)); ...
>rep(x,2)
```

```
  [10.4,  5.6,  3.1,  6.4,  21.7,  10.4,  5.6,  3.1,  6.4,  21.7]
```

Fungsi rep() dari R tidak ada di EMT. Untuk input vektor, dapat ditulis sebagai berikut.

```
>125km -> " miles"
```

```
  77.6713990297 miles
```

The "<-" operator for assignment is misleading anyway, and not a good idea of R. The following will compare a and -4 in EMT.

```
>a=2; a<-4
```

```
  0
```

Di R, "a<-4<3" berfungsi, tetapi "a<-4<-3" tidak. Saya juga memiliki ambiguitas serupa di EMT, tetapi mencoba menghilangkannya sedikit demi sedikit.

EMT dan R memiliki vektor tipe boolean. Namun dalam EMT, angka 0 dan 1 digunakan untuk mewakili salah dan benar. Di R, nilai benar dan salah tetap bisa digunakan dalam aritmatika biasa seperti di EMT.

```
>x<5, %*x
```

```
  [0,  0,  1,  0,  0]
  [0,  0,  3.1,  0,  0]
```

EMT melempar kesalahan atau menghasilkan NAN tergantung pada bendera "kesalahan".

```
>errors off; 0/0, isNAN(sqrt(-1)), errors on;
```

```
  NAN
  1
```

String sama di R dan EMT. Keduanya berada di lokal saat ini, bukan di Unicode.

Di R ada paket untuk Unicode. Di EMT, sebuah string dapat berupa string Unicode. String unicode dapat diterjemahkan ke pengkodean lokal dan sebaliknya. Selain itu, u"..." dapat berisi entitas HTML.

```
>u"&#169; Ren&eacut; Grothmann"
```

```
  © René Grothmann
```

Berikut ini mungkin atau mungkin tidak ditampilkan dengan benar di sistem Anda sebagai A dengan titik dan garis di atasnya. Itu tergantung pada font yang Anda gunakan.

```
>chartoutf([480])
```

Penggabungan string dilakukan dengan "+" atau "|". Itu bisa termasuk angka, yang akan dicetak dalam format saat ini.

```
>"pi = "+pi
```

```
  pi = 3.14159265359
```

Pengindeksan

Sebagian besar waktu, ini akan berfungsi seperti di R.

Tetapi EMT akan menginterpretasikan indeks negatif dari belakang vektor, sedangkan R menginterpretasikan x[n] sebagai x tanpa elemen ke-n.

```
>x, x[1:3], x[-2]
```

```
  [10.4,  5.6,  3.1,  6.4,  21.7]
  [10.4,  5.6,  3.1]
  6.4
```

Perilaku R dapat dicapai dalam EMT dengan drop().

```
>drop(x,2)
```

```
  [10.4,  3.1,  6.4,  21.7]
```

Vektor logis tidak diperlakukan berbeda sebagai indeks di EMT, berbeda dengan R. Anda perlu mengekstraksi elemen bukan nol terlebih dahulu di EMT.

```
>x, x>5, x[nonzeros(x>5)]
```

```
  [10.4,  5.6,  3.1,  6.4,  21.7]
  [1,  1,  0,  1,  1]
  [10.4,  5.6,  6.4,  21.7]
```

Sama seperti di R, vektor indeks dapat berisi pengulangan.

```
>x[[1,2,2,1]]
```

```
  [10.4,  5.6,  5.6,  10.4]
```

Tetapi nama untuk indeks tidak dimungkinkan di EMT. Untuk paket statistik, hal ini sering diperlukan untuk memudahkan akses ke elemen vektor.

Untuk meniru perilaku ini, kita dapat mendefinisikan fungsi sebagai berikut.

```
>function sel (v,i,s) := v[indexof(s,i)]; ...
>s=["first","second","third","fourth"]; sel(x,["first","third"],s)
```

```
  Trying to overwrite protected function sel!
  Error in:
  function sel (v,i,s) := v[indexof(s,i)]; ... ...
               ^

  Trying to overwrite protected function sel!
  Error in:
  function sel (v,i,s) := v[indexof(s,i)]; ... ...
               ^

  Trying to overwrite protected function sel!
  Error in:
  function sel (v,i,s) := v[indexof(s,i)]; ... ...
               ^
  [10.4,  3.1]
```

Tipe Data

EMT memiliki lebih banyak tipe data tetap daripada R. Jelas, di R terdapat vektor yang tumbuh. Anda dapat menyetel vektor numerik kosong v dan menetapkan nilai ke elemen v[17]. Ini tidak mungkin di EMT.

Berikut ini agak tidak efisien.

```
>v=[]; for i=1 to 10000; v=v|i; end;
```

EMT sekarang akan membuat vektor dengan v dan i ditambahkan pada tumpukan dan menyalin vektor itu kembali ke variabel global v.

Semakin efisien pra-mendefinisikan vektor.

```
>v=zeros(10000); for i=1 to 10000; v[i]=i; end;
```

Untuk mengubah jenis tanggal di EMT, Anda dapat menggunakan fungsi seperti complex().

```
>complex(1:4)
```

```
  [ 1+0i ,  2+0i ,  3+0i ,  4+0i  ]
```

Konversi ke string hanya dimungkinkan untuk tipe data dasar. Format saat ini digunakan untuk penggabungan string sederhana. Tapi ada fungsi seperti print() atau frac().

Untuk vektor, Anda dapat dengan mudah menulis fungsi Anda sendiri.

```
>function tostr (v) ...
```

```
  s="[";
  loop 1 to length(v);
     s=s+print(v[#],2,0);
     if #<length(v) then s=s+","; endif;
  end;
  return s+"]";
  endfunction
```

```
>tostr(linspace(0,1,10))
```

```
  [0.00,0.10,0.20,0.30,0.40,0.50,0.60,0.70,0.80,0.90,1.00]
```

Untuk Lateks, perintah tex dapat digunakan untuk mendapatkan perintah Lateks.

```
>convertmxm(1:10)
```

```
  [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
```

Untuk Lateks, perintah tex dapat digunakan untuk mendapatkan perintah Lateks.

```
>tex(&[1,2,3])
```

```
  \left[ 1 , 2 , 3 \right]
```

Faktor dan Tabel

Dalam pengantar R ada contoh dengan apa yang disebut faktor.

Berikut ini adalah daftar wilayah dari 30 negara bagian.

```
>austates = ["tas", "sa", "qld", "nsw", "nsw", "nt", "wa", "wa", ...
>"qld", "vic", "nsw", "vic", "qld", "qld", "sa", "tas", ...
>"sa", "nt", "wa", "vic", "qld", "nsw", "nsw", "wa", ...
>"sa", "act", "nsw", "vic", "vic", "act"];
```

Asumsikan, kita memiliki pendapatan yang sesuai di setiap negara bagian.

```
>incomes = [60, 49, 40, 61, 64, 60, 59, 54, 62, 69, 70, 42, 56, ...
>61, 61, 61, 58, 51, 48, 65, 49, 49, 41, 48, 52, 46, ...
>59, 46, 58, 43];
```

Sekarang, kami ingin menghitung rata-rata pendapatan di wilayah tersebut. Menjadi program statistik, R memiliki factor() dan tappy() untuk ini.

EMT dapat melakukannya dengan menemukan indeks wilayah di daftar unik wilayah.

```
>auterr=sort(unique(austates)); f=indexofsorted(auterr,austates)
```

```
  [6,  5,  4,  2,  2,  3,  8,  8,  4,  7,  2,  7,  4,  4,  5,  6,  5,  3,
  8,  7,  4,  2,  2,  8,  5,  1,  2,  7,  7,  1]
```

Pada saat itu, kita dapat menulis fungsi loop kita sendiri untuk melakukan sesuatu hanya untuk satu faktor.

Atau kita bisa meniru fungsi tapply() dengan cara berikut.

```
>function map tappl (i; f$:call, cat, x) ...
```

```
  u=sort(unique(cat));
  f=indexof(u,cat);
  return f$(x[nonzeros(f==indexof(u,i))]);
  endfunction
```

Ini sedikit tidak efisien, karena menghitung wilayah unik untuk setiap i, tetapi berhasil.

```
>tappl(auterr,"mean",austates,incomes)
```

```
  [44.5,  57.3333333333,  55.5,  53.6,  55,  60.5,  56,  52.25]
```

Perhatikan bahwa ini berfungsi untuk setiap vektor wilayah.

```
>tappl(["act","nsw"],"mean",austates,incomes)
```

```
  [44.5,  57.3333333333]
```

Sekarang, paket statistik EMT mendefinisikan tabel seperti pada R. Fungsi readtable() dan writetable() dapat digunakan untuk input dan output.

Sehingga kita bisa mencetak rata-rata pendapatan negara di daerah dengan cara yang bersahabat.

```
>writetable(tappl(auterr,"mean",austates,incomes),labc=auterr,wc=7)
```

```
     act    nsw     nt    qld     sa    tas    vic     wa
    44.5  57.33   55.5   53.6     55   60.5     56  52.25
```

Kami juga dapat mencoba meniru perilaku R sepenuhnya.

Faktor jelas harus disimpan dalam kumpulan dengan jenis dan kategori (negara bagian dan teritori dalam contoh kita). Untuk EMT, kami menambahkan indeks yang telah dihitung sebelumnya.

```
>function makef (t) ...
```

```
## Factor data
## Returns a collection with data t, unique data, indices.
## See: tapply
u=sort(unique(t));
return {{t,u,indexofsorted(u,t)}};
endfunction
```

```
>statef=makef(austates);
```

Sekarang elemen ketiga dari koleksi akan berisi indeks.

```
>statef[3]
```

```
[6,  5,  4,  2,  2,  3,  8,  8,  4,  7,  2,  7,  4,  4,  5,  6,  5,  3,
8,  7,  4,  2,  2,  8,  5,  1,  2,  7,  7,  1]
```

Sekarang kita bisa meniru tapply() dengan cara berikut. Ini akan mengembalikan tabel sebagai kumpulan data tabel dan judul kolom.

```
>function tapply (t:vector,tf,f$:call) ...
```

```
## Makes a table of data and factors
## tf : output of makef()
## See: makef
uf=tf[2]; f=tf[3]; x=zeros(length(uf));
for i=1 to length(uf);
   ind=nonzeros(f==i);
   if length(ind)==0 then x[i]=NAN;
   else x[i]=f$(t[ind]);
   endif;
end;
return {{x,uf}};
endfunction
```

Kami tidak menambahkan banyak pengecekan tipe di sini. Satu-satunya tindakan pencegahan menyangkut kategori (faktor) tanpa data. Tetapi orang harus memeriksa panjang t yang benar dan kebenaran koleksi tf.

Tabel ini dapat dicetak sebagai tabel dengan writetable().

```
>writetable(tapply(incomes,statef,"mean"),wc=7)
```

```
    act    nsw     nt    qld     sa    tas    vic     wa
   44.5  57.33   55.5   53.6     55   60.5     56  52.25
```

Array

EMT hanya memiliki dua dimensi untuk array. Tipe datanya disebut matriks. Namun, akan mudah untuk menulis fungsi untuk dimensi yang lebih tinggi atau pustaka C untuk ini.

R memiliki lebih dari dua dimensi. Di R array adalah vektor dengan bidang dimensi.

Dalam EMT, vektor adalah matriks dengan satu baris. Itu dapat dibuat menjadi matriks dengan redim().

```
>shortformat; X=redim(1:20,4,5)
```

```
          1          2          3          4          5
          6          7          8          9         10
         11         12         13         14         15
         16         17         18         19         20
```

Ekstraksi baris dan kolom, atau sub-matriks, sangat mirip dengan R.

```
>X[,2:3]
```

```
          2          3
          7          8
         12         13
         17         18
```

Namun, dalam R dimungkinkan untuk menetapkan daftar indeks spesifik vektor ke suatu nilai. Hal yang sama dimungkinkan di EMT hanya dengan satu putaran.

```
>function setmatrixvalue (M, i, j, v) ...
```

```
  loop 1 to max(length(i),length(j),length(v))
     M[i{#},j{#}] = v{#};
  end;
  endfunction
```

Kami mendemonstrasikan ini untuk menunjukkan bahwa matriks dilewatkan dengan referensi di EMT. Jika Anda tidak ingin mengubah matriks asli M, Anda perlu menyalinnya ke dalam fungsi.

```
>setmatrixvalue(X,1:3,3:-1:1,0); X,
```

```
          1          2          0          4          5
          6          0          8          9         10
          0         12         13         14         15
         16         17         18         19         20
```

Produk luar di EMT hanya dapat dilakukan di antara vektor. Ini otomatis karena bahasa matriks. Satu vektor harus berupa vektor kolom dan yang lainnya vektor baris.

```
>(1:5)*(1:5)'
```

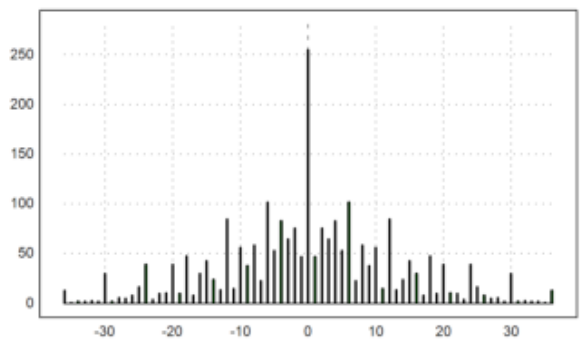
```
          1          2          3          4          5
          2          4          6          8         10
          3          6          9         12         15
          4          8         12         16         20
          5         10         15         20         25
```

Dalam pengantar PDF untuk R ada contoh, yang menghitung distribusi ab-cd untuk a,b,c,d dipilih dari 0 sampai n secara acak. Solusi dalam R adalah membentuk matriks 4 dimensi dan menjalankan table() di atasnya.

Tentu saja, ini bisa dicapai dengan satu putaran. Tapi loop tidak efektif di EMT atau R. Di EMT, kita bisa menulis loop di C dan itu akan menjadi solusi tercepat.

Tapi kami ingin meniru perilaku R. Untuk ini, kami perlu meratakan perkalian ab dan membuat matriks ab-cd.

```
>a=0:6; b=a'; p=flatten(a*b); q=flatten(p-p'); ...
>u=sort(unique(q)); f=getmultiplicities(u,q); ...
>statplot(u,f,"h"):
```



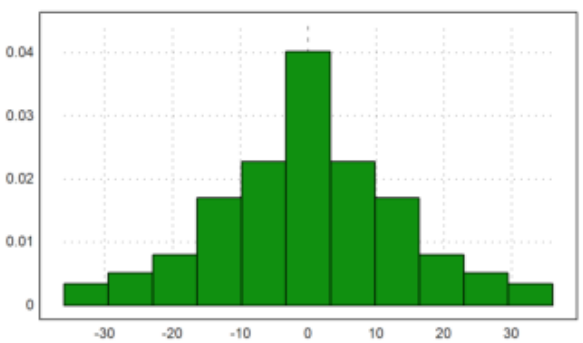
Selain perkalian yang tepat, EMT dapat menghitung frekuensi dalam vektor.

```
>getfrequencies(q,-50:10:50)
```

```
  [0,  23,  132,  316,  602,  801,  333,  141,  53,  0]
```

Cara paling mudah untuk memplot ini sebagai distribusi adalah sebagai berikut.

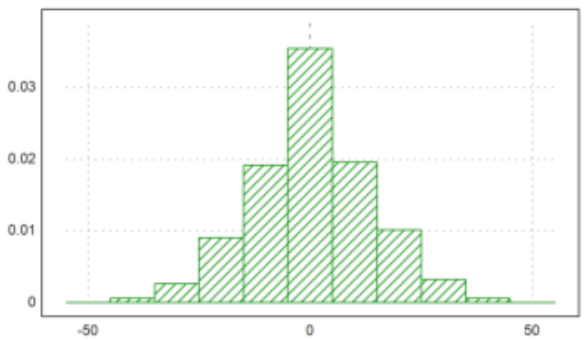
```
>plot2d(q,distribution=11):
```



Tetapi juga memungkinkan untuk melakukan pra-perhitungan hitungan dalam interval yang dipilih sebelumnya. Tentu saja, berikut ini menggunakan getfrequencies() secara internal.

Karena fungsi histo() mengembalikan frekuensi, kita perlu menskalakannya sehingga integral di bawah grafik batang adalah 1.

```
>{x,y}=histo(q,v=-55:10:55); y=y/sum(y)/differences(x); ...
>plot2d(x,y,>bar,style="/"):
```



Daftar

EMT memiliki dua jenis daftar. Salah satunya adalah daftar global yang bisa berubah, dan yang lainnya adalah tipe daftar yang tidak bisa diubah. Kami tidak peduli dengan daftar global di sini.

Jenis daftar yang tidak dapat diubah disebut koleksi di EMT. Ini berperilaku seperti struktur di C, tetapi elemennya hanya diberi nomor dan tidak diberi nama.

```
>L={{"Fred","Flintstone",40,[1990,1992]}}
```

```
  Fred
  Flintstone
  40
  [1990,  1992]
```

Saat ini elemen tidak memiliki nama, meskipun nama dapat diatur untuk tujuan khusus. Mereka diakses oleh nomor.

```
>(L[4])[2]
```

```
  1992
```

File Input dan Output (Membaca dan Menulis Data)

Anda sering ingin mengimpor matriks data dari sumber lain ke EMT. Tutorial ini memberitahu Anda tentang banyak cara untuk mencapai hal ini. Fungsi sederhana adalah writematrix() dan readmatrix().

Mari kita tunjukkan cara membaca dan menulis vektor real ke file.

```
>a=random(1,100); mean(a), dev(a),
```

```
  0.49815
  0.28037
```

Untuk menulis data ke file, kami menggunakan fungsi writematrix().

Karena pengantar ini kemungkinan besar ada di direktori, di mana pengguna tidak memiliki akses tulis, kami menulis data ke direktori home pengguna. Untuk buku catatan sendiri, hal ini tidak diperlukan, karena file data akan ditulis ke dalam direktori yang sama.

```
>filename="test.dat";
```

Sekarang kita menulis vektor kolom a' ke file. Ini menghasilkan satu nomor di setiap baris file.

```
>writematrix(a',filename);
```

Untuk membaca data, kami menggunakan readmatrix().

```
>a=readmatrix(filename)';
```

Dan hapus file tersebut.

```
>fileremove(filename);
>mean(a), dev(a),
```

```
  0.49815
  0.28037
```

Fungsi writematrix() atau writetable() dapat dikonfigurasi untuk bahasa lain.

Misalnya, jika Anda memiliki sistem bahasa Indonesia (titik desimal dengan koma), Excel Anda memerlukan nilai dengan koma desimal yang dipisahkan oleh titik koma dalam file csv (defaultnya adalah nilai yang dipisahkan koma). File berikut "test.csv" akan muncul di folder cuurent Anda.

```
>filename="test.csv"; ...
>writematrix(random(5,3),file=filename,separator=",");
```

Anda sekarang dapat membuka file ini dengan Excel bahasa Indonesia secara langsung.

```
>fileremove(filename);
```

Terkadang kami memiliki string dengan token seperti berikut ini.

```
>s1:="f m m f m m m f f f m m f";  ...
>s2:="f f f m m f f";
```

Untuk menandai ini, kami mendefinisikan vektor token.

```
>tok:=["f","m"]
```

```
  f
  m
```

Kemudian kita dapat menghitung berapa kali setiap token muncul dalam string, dan memasukkan hasilnya ke dalam tabel.

```
>M:=getmultiplicities(tok,strtokens(s1))_ ...
>  getmultiplicities(tok,strtokens(s2));
```

Tulis tabel dengan header token.

```
>writetable(M,labc=tok,labr=1:2,wc=8)
```

```
                f       m
        1       6       7
        2       5       2
```

Untuk statika, EMT dapat membaca dan menulis tabel.

```
>file="test.dat"; open(file,"w"); ...
>writeln("A,B,C"); writematrix(random(3,3)); ...
>close();
```

The file looks like this.

```
>printfile(file)
```

```
  A,B,C
  0.7003664386138074,0.1875530821001213,0.3262339279660414
  0.5926249243193858,0.1522927283984059,0.368140583062521
  0.8065535209872989,0.7265910840408142,0.7332619844597152
```

Fungsi readtable() dalam bentuknya yang paling sederhana dapat membaca ini dan mengembalikan kumpulan nilai dan baris heading.

```
>L=readtable(file,>list);
```

Koleksi ini dapat dicetak dengan writetable() ke notebook, atau ke file.

```
>writetable(L,wc=10,dc=5)
```

```
         A         B         C
   0.70037   0.18755   0.32623
   0.59262   0.15229   0.36814
   0.80655   0.72659   0.73326
```

Matriks nilai adalah elemen pertama dari L. Perhatikan bahwa mean() dalam EMT menghitung nilai rata-rata dari baris matriks.

```
>mean(L[1])
```

```
    0.40472
    0.37102
    0.75547
```

File CSV

Pertama, mari kita menulis matriks ke dalam file. Untuk hasilnya, kami membuat file di direktori kerja saat ini.

```
>file="test.csv";  ...
>M=random(3,3); writematrix(M,file);
```

Berikut adalah isi dari file ini.

```
>printfile(file)
```

```
  0.8221197733097619,0.821531098722547,0.7771240608094004
  0.8482947121863489,0.3237767724883862,0.6501422353377985
  0.1482301827518109,0.3297459716109594,0.6261901074210923
```

CVS ini dapat dibuka pada sistem bahasa Inggris ke dalam Excel dengan klik dua kali. Jika Anda mendapatkan file seperti itu di sistem Jerman, Anda perlu mengimpor data ke Excel dengan memperhatikan titik desimal.

Tetapi titik desimal juga merupakan format default untuk EMT. Anda dapat membaca matriks dari file dengan readmatrix().

```
>readmatrix(file)
```

```
    0.82212   0.82153   0.77712
    0.84829   0.32378   0.65014
    0.14823   0.32975   0.62619
```

Dimungkinkan untuk menulis beberapa matriks ke satu file. Perintah open() dapat membuka file untuk ditulis dengan parameter "w". Standarnya adalah "r" untuk membaca.

```
>open(file,"w"); writematrix(M); writematrix(M'); close();
```

Matriks dipisahkan oleh garis kosong. Untuk membaca matriks, buka file dan panggil readmatrix() beberapa kali.

```
>open(file); A=readmatrix(); B=readmatrix(); A==B, close();
```

```
       1       0       0
       0       1       0
       0       0       1
```

Di Excel atau spreadsheet serupa, Anda dapat mengekspor matriks sebagai CSV (nilai yang dipisahkan koma). Di Excel 2007, gunakan "simpan sebagai" dan "format lain", lalu pilih "CSV". Pastikan, tabel saat ini hanya berisi data yang ingin Anda ekspor.

Ini sebuah contoh.

```
>printfile("excel-data.csv")
```

```
  Could not open the file
  excel-data.csv
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  printfile:
      open(filename,"r");
```

Seperti yang Anda lihat, sistem Jerman saya menggunakan titik koma sebagai pemisah dan koma desimal. Anda dapat mengubahnya di pengaturan sistem atau di Excel, tetapi tidak perlu membaca matriks ke dalam EMT.

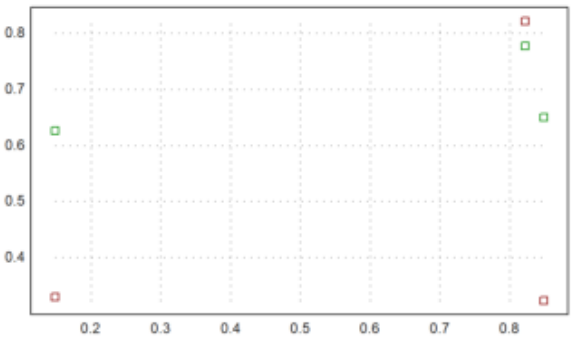
Cara termudah untuk membaca ini ke Euler adalah readmatrix(). Semua koma diganti dengan titik dengan parameter >koma. Untuk CSV bahasa Inggris, hilangkan saja parameter ini.

```
>M=readmatrix("excel-data.csv",>comma)
```

```
  Could not open the file
  excel-data.csv
  for reading!
  Try "trace errors" to inspect local variables after errors.
  readmatrix:
      if filename<>"" then open(filename,"r"); endif;
```

Let us plot this.

```
>plot2d(M'[1],M'[2:3],>points,color=[red,green]'):
```



Ada cara yang lebih mendasar untuk membaca data dari file. Anda dapat membuka file dan membaca angka baris demi baris. Fungsi getvectorline() akan membaca angka dari baris data. Secara default, ini mengharapkan titik desimal. Tapi itu juga bisa menggunakan koma desimal, jika Anda memanggil setdecimaldot(",") sebelum Anda menggunakan fungsi ini.

Fungsi berikut adalah contoh untuk ini. Itu akan berhenti di akhir file atau baris kosong.

```
>function myload (file) ...
```

```
open(file);
M=[];
repeat
   until eof();
   v=getvectorline(3);
   if length(v)>0 then M=M_v; else break; endif;
end;
return M;
close(file);
endfunction
```

```
>myload(file)
```

```
   0.82212         0   0.82153         0   0.77712
   0.84829         0   0.32378         0   0.65014
   0.14823         0   0.32975         0   0.62619
```

Dimungkinkan juga untuk membaca semua angka dalam file itu dengan getvector().

```
>open(file); v=getvector(10000); close(); redim(v[1:9],3,3)
```

```
   0.82212         0   0.82153
         0   0.77712   0.84829
         0   0.32378         0
```

Oleh karena itu sangat mudah untuk menyimpan suatu vektor nilai, satu nilai di setiap baris dan membaca kembali vektor ini.

```
>v=random(1000); mean(v)
```

```
  0.50303
```

```
>writematrix(v',file); mean(readmatrix(file)')
```

```
  0.50303
```

Menggunakan Tabel

Tabel dapat digunakan untuk membaca atau menulis data numerik. Sebagai contoh, kami menulis tabel dengan tajuk baris dan kolom ke file.

```
>file="test.tab"; M=random(3,3);  ...
>open(file,"w");  ...
>writetable(M,separator=",",labc=["one","two","three"]);  ...
>close(); ...
>printfile(file)
```

```
  one,two,three
        0.09,       0.39,       0.86
        0.39,       0.86,       0.71
         0.2,       0.02,       0.83
```

Ini dapat diimpor ke Excel.

Untuk membaca file di EMT, kami menggunakan readtable().

```
>{M,headings}=readtable(file,>clabs); ...
>writetable(M,labc=headings)
```

```
          one         two       three
         0.09        0.39        0.86
         0.39        0.86        0.71
          0.2        0.02        0.83
```

Ini adalah cara yang efisien untuk membaca dan menampilkan tabel yang sudah memiliki struktur data dan label yang rapi.

Menganalisis Garis

Anda bahkan dapat mengevaluasi setiap baris dengan tangan. Misalkan, kita memiliki garis dengan format berikut.

```
>line="2020-11-03,Tue,1'114.05"
```

```
  2020-11-03,Tue,1'114.05
```

Pertama kita dapat menandai garis.

```
>vt=strtokens(line)
```

```
  2020-11-03
  Tue
  1'114.05
```

Kemudian kita dapat mengevaluasi setiap elemen garis menggunakan evaluasi yang sesuai.

```
>day(vt[1]),  ...
>indexof(["mon","tue","wed","thu","fri","sat","sun"],tolower(vt[2])),  ...
>strrepl(vt[3],"'","")()
```

```
  7.3816e+05
  2
  1114
```

Menggunakan ekspresi reguler, dimungkinkan untuk mengekstraksi hampir semua informasi dari sebaris data.

Asumsikan kita memiliki baris berikut sebuah dokumen HTML.

```
>line="<tr><td>1145.45</td><td>5.6</td><td>-4.5</td><tr>"
```

```
  <tr><td>1145.45</td><td>5.6</td><td>-4.5</td><tr>
```

Untuk mengekstrak ini, kami menggunakan ekspresi reguler, yang mencari

- tanda kurung tutup >,
- string apa pun yang tidak mengandung tanda kurung dengan

sub-pertandingan "(...)",

- braket pembuka dan penutup menggunakan solusi terpendek,
- sekali lagi string apa pun yang tidak mengandung tanda kurung,
- dan tanda kurung buka <.

Ekspresi reguler agak sulit dipelajari tetapi sangat kuat.

```
>{pos,s,vt}=strxfind(line,">([^<>]+)<.+?>([^<>]+)<");
```

Hasilnya adalah posisi kecocokan, string yang cocok, dan vektor string untuk sub-kecocokan.

```
>for k=1:length(vt); vt[k](), end;
```

```
  1145.5
  5.6
```

Ini adalah fungsi yang membaca semua item numerik antara <td> dan </td>.

```
>function readtd (line) ...
```

```
  v=[]; cp=0;
  repeat
     {pos,s,vt}=strxfind(line,"<td.*?>(.+?)</td>",cp);
     until pos==0;
     if length(vt)>0 then v=v|vt[1]; endif;
     cp=pos+strlen(s);
  end;
  return v;
  endfunction
```

```
>readtd(line+"<td>non-numerical</td>")
```

```
  1145.45
  5.6
  -4.5
  non-numerical
```

Membaca dari Web

Situs web atau file dengan URL dapat dibuka di EMT dan dapat dibaca baris demi baris.

Dalam contoh, kami membaca versi terkini dari situs EMT. Kami menggunakan ekspresi reguler untuk memindai "Versi ..." dalam judul.

```
>function readversion () ...
```

```
  urlopen("http://www.euler-math-toolbox.de/Programs/Changes.html");
  repeat
    until urleof();
    s=urlgetline();
    k=strfind(s,"Version ",1);
    if k>0 then substring(s,k,strfind(s,"<",k)-1), break; endif;
  end;
  urlclose();
  endfunction
```

```
>readversion
```

```
  Version 2024-01-12
```

Kesimpulan:
ungsi ini membuka halaman web, membaca kontennya baris demi baris, dan mengekstrak serta menampilkan informasi versi terbaru dari situs EMT.

Input dan Output Variabel

Anda dapat menulis variabel dalam bentuk definisi Euler ke file atau ke baris perintah.

```
>writevar(pi,"mypi");
```

```
  mypi = 3.141592653589793;
```

Untuk pengujian, kami membuat file Euler di direktori kerja EMT.

```
>file="test.e"; ...
>writevar(random(2,2),"M",file); ...
>printfile(file,3)
```

```
  M = [ ..
  0.5991820585590205, 0.7960280262224293;
  0.5167243983231363, 0.2996684599070898];
```

Sekarang kita dapat memuat file tersebut. Ini akan mendefinisikan matriks M.

```
>load(file); show M,
```

```
  M =
    0.59918   0.79603
    0.51672   0.29967
```

By the way, jika writevar() digunakan pada variabel, itu akan mencetak definisi variabel dengan nama variabel ini.

```
>writevar(M); writevar(inch$)
```

```
  M = [ ..
  0.5991820585590205, 0.7960280262224293;
  0.5167243983231363, 0.2996684599070898];
  inch$ = 0.0254;
```

Kami juga dapat membuka file baru atau menambahkan file yang sudah ada. Dalam contoh kami menambahkan file yang dihasilkan sebelumnya.

```
>open(file,"a"); ...
>writevar(random(2,2),"M1"); ...
>writevar(random(3,1),"M2"); ...
>close();
>load(file); show M1; show M2;
```

```
  M1 =
    0.30287   0.15372
     0.7504   0.75401
  M2 =
    0.27213
   0.053211
    0.70249
```

Untuk menghapus file apa pun gunakan fileremove().

```
>fileremove(file);
```

Vektor baris dalam file tidak memerlukan koma, jika setiap angka berada di baris baru. Mari kita buat file seperti itu, menulis setiap baris satu per satu dengan writeln().

```
>open(file,"w"); writeln("M = ["); ...
>for i=1 to 5; writeln(""+random()); end; ...
>writeln("];"); close(); ...
>printfile(file)
```

```
M = [
0.344851384551
0.0807510017715
0.876519562911
0.754157709472
0.688392638934
];
```

```
>load(file); M
```

```
[0.34485,  0.080751,  0.87652,  0.75416,  0.68839]
```

Fungsi-fungsi ini memberikan fleksibilitas untuk menulis, membaca, dan mengelola data dalam file, yang memungkinkan Anda untuk menyimpan dan memanipulasi data dalam format yang dapat dipertahankan antar sesi atau dibagikan. Ini berguna dalam pengolahan data numerik atau penghitungan matematis yang membutuhkan penyimpanan hasil perhitungan secara teratur.

Latihan Soal

1). Perhitungan dan rata-rata standar deviasi.
Diberikan data sebagai berikut :
M = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

```
>M=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
```

```
[1,  2,  3,  4,  5,  6,  7,  8,  9,  10]
```

```
>mean = sum(M)/length(M)
```

```
5.5
```

```
>dev = sqrt(sum((M-mean)^2)/(length(M)-1))
```

```
  3.0277
```

```
>columnsplot(M)
```

2. Simulasikan 20 lemparan dadu dan plot distribusi frekuensinya menggunakan EMT. Tentukan apakah distribusi hasinya mendekati distribusi seragam.

```
>k:=intrandom(1,20,6)
```

```
  [5,  1,  2,  6,  1,  4,  6,  5,  4,  3,  5,  5,  3,  4,  6,  2,  1,  3,
  4,  6]
```

```
>frequencies :=getmultiplicities(1:6,k)
```

```
  [3,  2,  3,  4,  4,  4]
```

```
>columnsplot(frequencies)
```