

# EMT untuk Statistika

Dalam buku catatan ini, kita mendemonstrasikan plot statistik utama, tes, dan distribusi dalam Euler.

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

Asumsikan pengukuran-pengukuran berikut ini. Kita ingin menghitung nilai rata-rata dan deviasi standar 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 kotak dan kumis untuk data tersebut. Dalam kasus kami, tidak ada pencilan.

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

Boxplot(M) digunakan untuk membuat boxplot atau diagram kotak dari data di dalam variabel M. Boxplot adalah visualisasi statistik yang menunjukkan persebaran data, termasuk nilai minimum, median, dan nilai maksimum.

Kami menghitung probabilitas bahwa suatu nilai lebih besar dari 1005, dengan mengasumsikan nilai yang diukur dari distribusi normal.

Semua fungsi untuk distribusi dalam Euler diakhiri dengan ... dis dan menghitung distribusi probabilitas kumulatif (CPF).

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

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

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

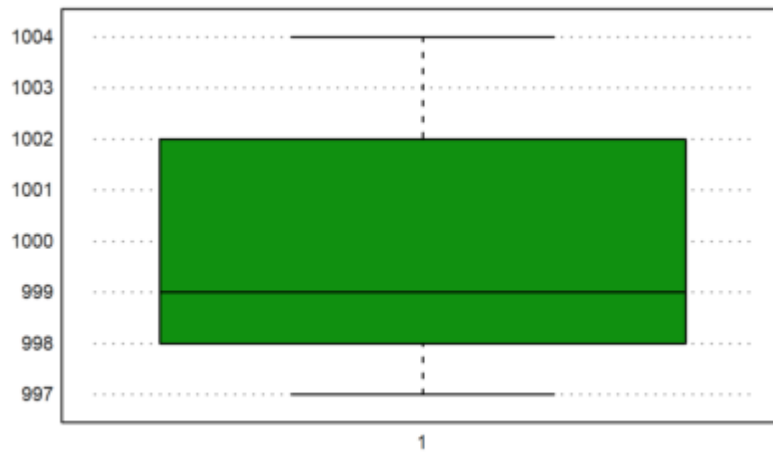


Figure 1: images-001.png

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 distribusi.

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

Kita dapat memasukkan data mentah tersebut ke dalam tabel.

Tabel adalah sebuah metode untuk menyimpan data statistik. Tabel kita harus berisi tiga kolom: Awal rentang, akhir rentang, jumlah orang dalam rentang.

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

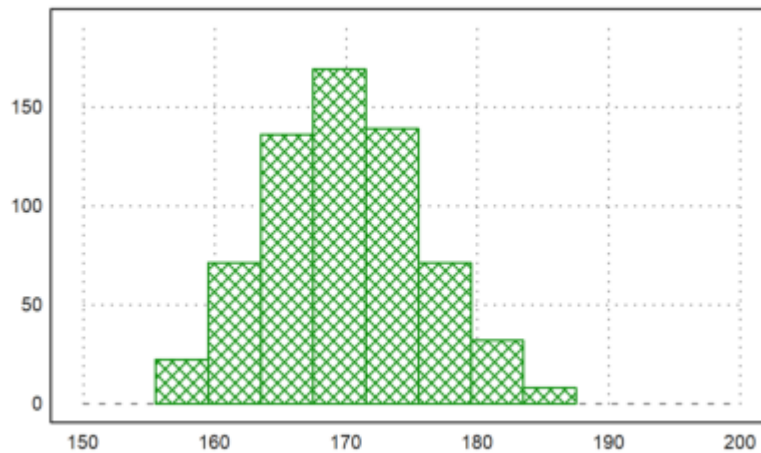


Figure 2: images-003.png

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

Simbol “|” digunakan untuk memisahkan kolom, fungsi “writetable” digunakan untuk menulis tabel, dengan opsi “labc” untuk menentukan judul 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
```

Tetapi akan lebih mudah, untuk 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 rata-rata dan deviasi sampel dengan frekuensi yang diberikan.

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

```
169.901234568
```

5.98912964449

Mari kita tambahkan distribusi normal dari nilai-nilai tersebut ke dalam diagram batang di atas. Rumus untuk distribusi normal dengan rata-rata  $m$  dan deviasi standar  $d$  adalah:

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

Karena nilainya antara 0 dan 1, untuk memplotnya pada plot batang, maka harus dikalikan dengan 4 kali jumlah data.

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

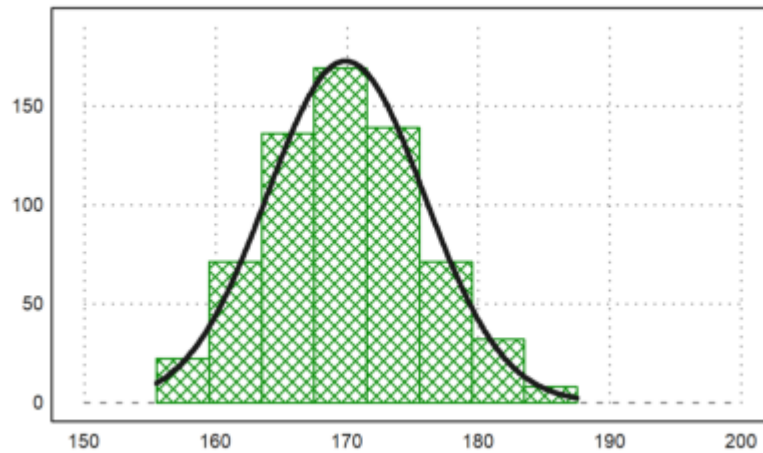


Figure 3: images-005.png

# Tabel

Dalam direktori buku catatan ini, kita akan menemukan file dengan tabel. Data tersebut mewakili hasil survei. Berikut adalah empat baris pertama dari file tersebut. Data berasal dari sebuah buku online berbahasa Jerman “Einführung in die Statistik mit R” oleh A. Handl.

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

```
Person Sex Age Titanic Evaluation Tip Problem
1 m 30 n . 1.80 n
2 f 23 y g 1.80 n
3 f 26 y g 1.80 y
```

Tabel berisi 7 kolom angka atau token (string). Kita ingin membaca tabel tersebut dari file. Pertama, kita menggunakan terjemahan kita sendiri untuk token-token tersebut.

Untuk itu, kita mendefinisikan set token. Fungsi `strtokens()` mendapatkan vektor string token dari string yang diberikan.

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

Sekarang kita membaca tabel dengan terjemahan ini.

Argumen `tok2`, `tok4`, dan seterusnya adalah terjemahan dari kolom-kolom pada tabel. Argumen-argumen ini tidak ada dalam daftar parameter `readtable()`, jadi Anda perlu memberikannya dengan “:=”.

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

```
>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);
```

Person	Sex	Age	Titanic	Evaluation	Tip	Problem
1	m	30	n	.	1.8	n
2	f	23	y	g	1.8	n
3	f	26	y	g	1.8	y

4	m	33	n	.	2.8	n
5	m	37	n	.	1.8	n
6	m	28	y	g	2.8	y
7	f	31	y	vg	2.8	n
8	m	23	n	.	0.8	n
9	f	24	y	vg	1.8	y
10	m	26	n	.	1.8	n

Titik-titik “.” mewakili nilai yang tidak tersedia.

Jika kita tidak ingin menentukan token untuk terjemahan sebelumnya, 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);
```

Fungsi readtable() sekarang mengembalikan satu set token.

```
>tok
```

```
m
n
f
y
g
vg
```

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

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

```
>MT[1]
```

```
[1, 1, 30, 2, NAN, 1.8, 2]
```

Berikut ini adalah isi tabel dengan angka yang tidak diterjemahkan.

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

1	1	30	2	.	1.8	2
2	3	23	4	5	1.8	2
3	3	26	4	5	1.8	4
4	1	33	2	.	2.8	2
5	1	37	2	.	1.8	2
6	1	28	4	5	2.8	4
7	3	31	4	6	2.8	2
8	1	23	2	.	0.8	2
9	3	24	4	6	1.8	4
10	1	26	2	.	1.8	2
11	3	23	4	6	1.8	4
12	1	32	4	5	1.8	2

13	1	29	4	6	1.8	4
14	3	25	4	5	1.8	4
15	3	31	4	5	0.8	2
16	1	26	4	5	2.8	2
17	1	37	2	.	3.8	2
18	1	38	4	5	.	2
19	3	29	2	.	3.8	2
20	3	28	4	6	1.8	2
21	3	28	4	1	2.8	4
22	3	28	4	6	1.8	4
23	3	38	4	5	2.8	2
24	3	27	4	1	1.8	4
25	1	27	2	.	2.8	4

Untuk kenyamanan, Anda dapat meletakkan output dari `readtable()` ke dalam sebuah daftar.

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

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

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

Person	Sex	Age	Titanic	Evaluation	Tip	Problem
1	m	30	n	.	1.8	n
2	f	23	y	g	1.8	n
3	f	26	y	g	1.8	y
4	m	33	n	.	2.8	n
5	m	37	n	.	1.8	n
6	m	28	y	g	2.8	y
7	f	31	y	vg	2.8	n
8	m	23	n	.	0.8	n
9	f	24	y	vg	1.8	y
10	m	26	n	.	1.8	n
11	f	23	y	vg	1.8	y
12	m	32	y	g	1.8	n
13	m	29	y	vg	1.8	y
14	f	25	y	g	1.8	y
15	f	31	y	g	0.8	n
16	m	26	y	g	2.8	n
17	m	37	n	.	3.8	n
18	m	38	y	g	.	n
19	f	29	n	.	3.8	n
20	f	28	y	vg	1.8	n
21	f	28	y	m	2.8	y
22	f	28	y	vg	1.8	y

23	f	38	y	g	2.8	n
24	f	27	y	m	1.8	y
25	m	27	n	.	2.8	y

Fungsi `tablecol()` mengembalikan nilai kolom dari tabel, melewati setiap baris dengan nilai `NAN` (“.” dalam file), dan indeks kolom, yang berisi nilai-nilai ini.

```
>{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],lab=hd[j],ctok=[2],tok=tok)
```

Person	Evaluation	Tip
2	g	1.8
3	g	1.8
6	g	2.8
7	vg	2.8
9	vg	1.8
11	vg	1.8
12	g	1.8
13	vg	1.8
14	g	1.8
15	g	0.8
16	g	2.8
20	vg	1.8
21	m	2.8
22	vg	1.8
23	g	2.8
24	m	1.8

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

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

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

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

```
2.175
```

Fungsi `getstatistics()` mengembalikan elemen-elemen dalam sebuah vektor, dan jumlahnya. Kita menerapkannya pada nilai “m” dan “f” pada kolom kedua tabel kita.

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

```
[1, 3]
```

```
[12, 13]
```



Kita bisa mencetak hasilnya dalam tabel baru.

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

m	12
f	13

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

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

```
[5, 6]
```

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

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

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

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

Person	Sex	Age	Titanic	Evaluation	Tip	Problem
2	f	23	y	g	1.8	n
3	f	26	y	g	1.8	y
6	m	28	y	g	2.8	y
18	m	38	y	g	.	n
16	m	26	y	g	2.8	n
15	f	31	y	g	0.8	n
12	m	32	y	g	1.8	n
23	f	38	y	g	2.8	n
14	f	25	y	g	1.8	y
9	f	24	y	vg	1.8	y
7	f	31	y	vg	2.8	n
20	f	28	y	vg	1.8	n
22	f	28	y	vg	1.8	y
13	m	29	y	vg	1.8	y
11	f	23	y	vg	1.8	y

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

```
> i:=sortedrows(MT,[2,4]); ...
```

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

m	n
m	n
m	n
m	n

[illegible]

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

	n	y
m	7	5
f	1	12

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

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

	n	y
m	7	5
f	1	12

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

# Distribusi

Dengan plot2d, ada metode yang sangat mudah untuk memplot distribusi 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
```

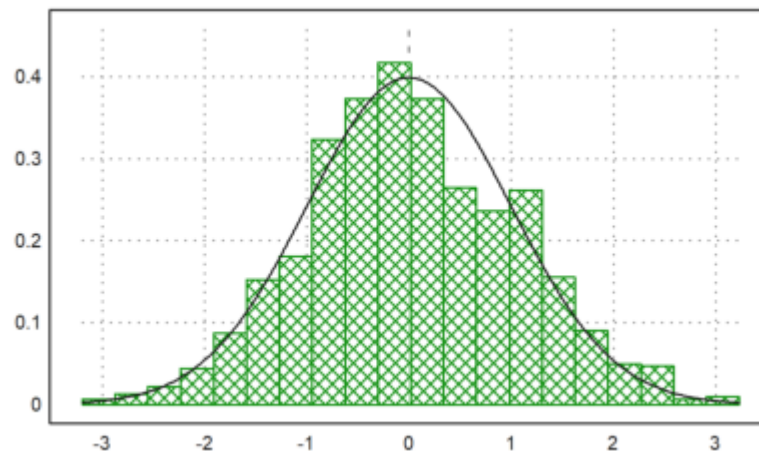


Figure 4: images-006.png

Harap perhatikan perbedaan antara plot batang (sampel) dan kurva normal (distribusi nyata). Masukkan kembali ketiga perintah tersebut untuk melihat hasil pengambilan sampel yang lain.

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

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

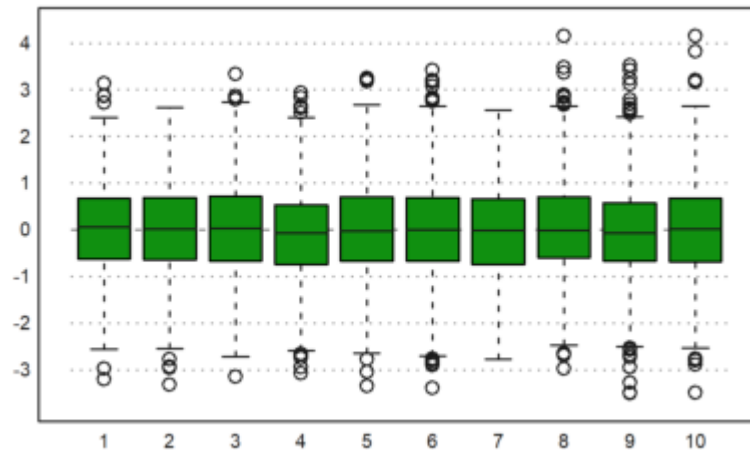


Figure 5: images-007.png

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

Kita menggunakan fungsi `getmultiplicities(v,x)`, yang menghitung seberapa sering elemen-elemen dari `v` muncul di dalam `x`. Kemudian kita memplot hasilnya menggunakan `columnplot()`.

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

Walaupun `intrandom(n,m,k)` mengembalikan bilangan bulat yang terdistribusi secara seragam dari 1 sampai `k`, adalah mungkin untuk menggunakan distribusi bilangan bulat yang lain dengan `randpint()`.

Pada contoh berikut, probabilitas untuk 1,2,3 adalah 0.4, 0.1, 0.5 secara berurutan.

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

```
[401, 106, 493]
```

Euler dapat menghasilkan nilai acak dari lebih banyak distribusi. Lihatlah ke dalam referensi.

Misalnya, kita mencoba distribusi eksponensial. Sebuah variabel acak kontinu  $X$  dikatakan memiliki distribusi eksponensial, jika PDF-nya diberikan oleh

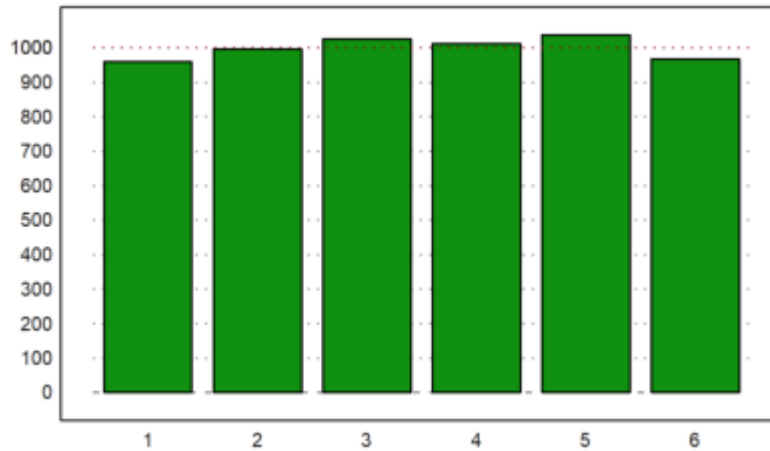


Figure 6: images-008.png

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

dengan parameter

$\lambda = \frac{1}{\mu}$ ,  $\mu$  adalah rata-rata, dan dilambangkan dengan  $X \sim \text{Exponential}(\lambda)$ .

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

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

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

Berikut ini adalah salah satu cara untuk memplot kuantil.

```
>plot2d("qnormal(x,1,1.5)",-4,6); ...
```

```
> plot2d("qnormal(x,1,1.5)",a=2,b=5,>add,>filled):
```

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

Probabilitas untuk berada di area hijau adalah sebagai berikut.

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

```
0.248662156979
```

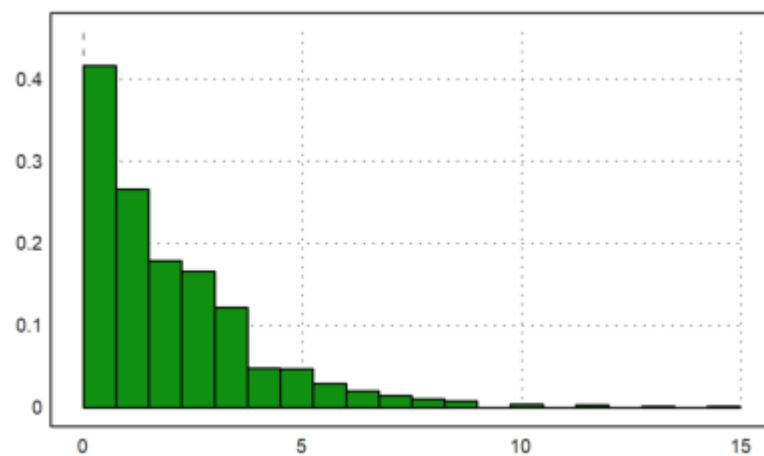


Figure 7: images-011.png

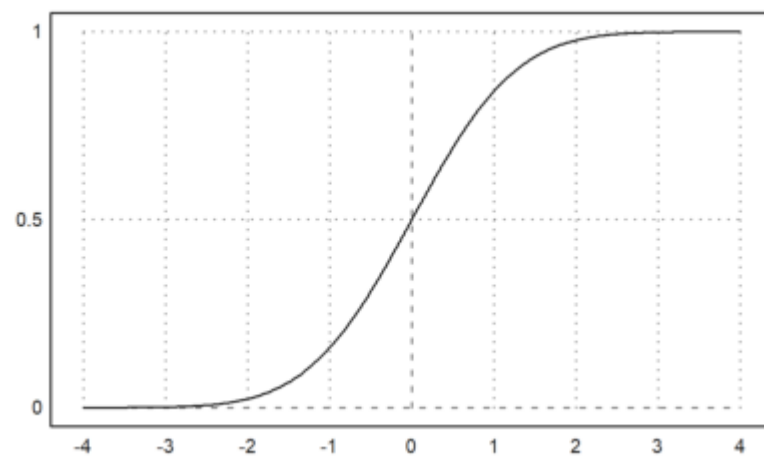


Figure 8: images-012.png

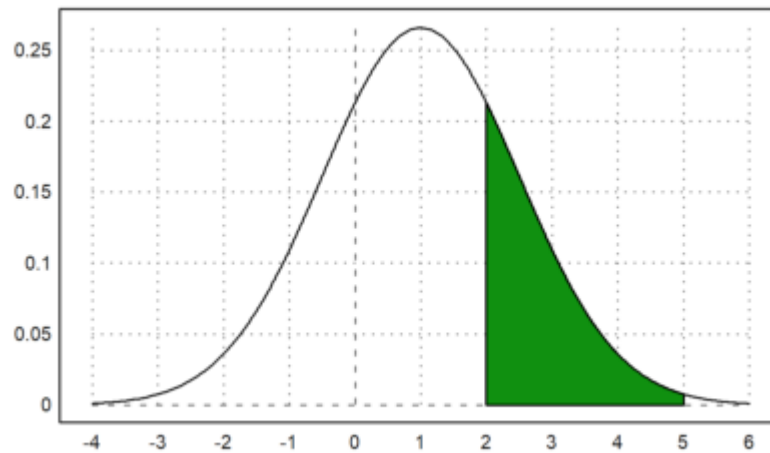


Figure 9: images-013.png

Hal ini dapat dihitung secara numerik dengan integral berikut ini.

$$\int_2^5 \frac{1}{1.5\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-1}{1.5}\right)^2} dx.$$

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

```
0.248662156979
```

Mari kita bandingkan distribusi binomial dengan distribusi normal dengan rata-rata dan deviasi yang sama. Fungsi `invbindis()` menyelesaikan interpolasi linier antara nilai bilangan bulat.

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

```
525.516721219
```

```
526.007419394
```

Fungsi `qdis()` adalah densitas dari distribusi chi-square. Seperti biasa, Euler memetakan vektor ke fungsi ini. Dengan demikian kita mendapatkan plot semua distribusi chi-kuadrat dengan derajat 5 hingga 30 dengan mudah dengan cara berikut.

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

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

Penamaannya diusahakan agar konsisten. Contohnya,

- distribusi chi-square adalah `chidis()`,

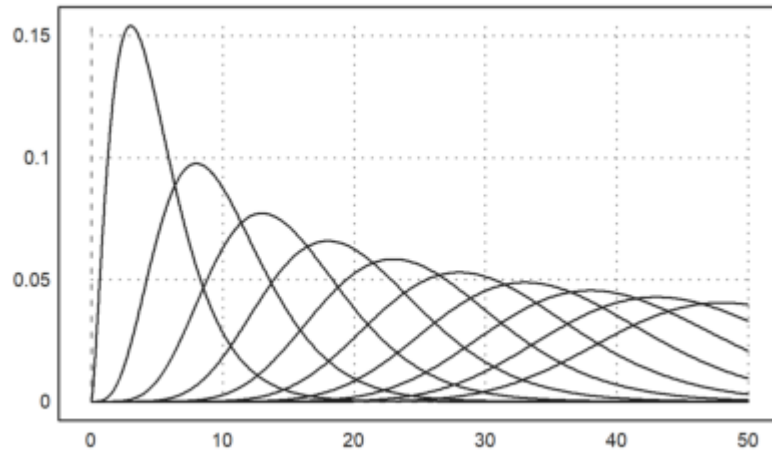


Figure 10: images-016.png

- fungsi invers adalah `invchidis()`,
- densitasnya adalah `qchidis()`.

Pelengkap dari distribusi (ekor atas) adalah `chidis()`.

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

```
0.527633447259
```

```
0.527633447259
```



# Distribusi Diskrit

Distribusi diskrit adalah jenis distribusi probabilitas yang digunakan untuk variabel acak diskrit, yaitu variabel yang hanya dapat memiliki nilai tertentu, biasanya dalam bentuk bilangan bulat.

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

Pertama, kita tetapkan fungsi distribusinya.

```
>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 adalah distribusi yang hampir seragam. Mari kita tentukan sebuah generator angka acak untuk ini. Fungsi `find(v,x)` menemukan nilai  $x$  dalam vektor  $v$ . Fungsi ini juga dapat digunakan untuk vektor  $x$ .

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

Kesalahan ini sangat halus sehingga kita hanya bisa melihatnya setelah melakukan iterasi yang sangat banyak.

Fungsi `wrongdice` mengembalikan sebuah matriks berukuran  $n \times m$ , di mana setiap elemen dari matriks ini adalah indeks posisi dari elemen  $wd$  yang paling sesuai (atau mendekati) nilai acak dari `random(n,m)`.

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

Berikut ini adalah fungsi sederhana untuk memeriksa distribusi seragam dari nilai  $1 \dots K$  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);
```

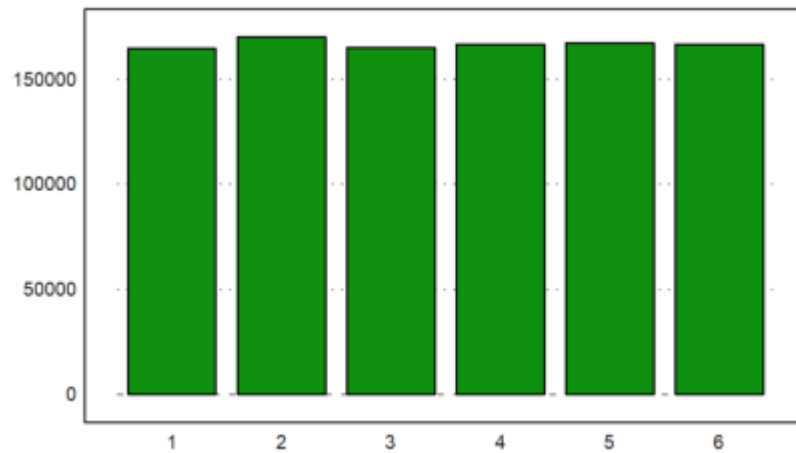


Figure 11: images-017.png

```
return max(fr/n-1/K)<delta/sqrt(n);
endfunction
```

Memang fungsi ini menolak distribusi seragam.

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

```
0
```

Dan ini menerima generator acak bawaan.

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

```
1
```

Checkrandom mengembalikan 1 atau true yang berarti bahwa distribusi dari 1 juta bilangan acak rentang 1 sampai 6 dianggap cukup seragam dalam batas toleransi yang ditetapkan.

Kita 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  $\alpha$ .

Arti dari interval ini adalah jika  $p$  berada di luar interval, hasil yang diamati sebesar 410 dalam 1000 jarang terjadi.

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

```
[0.37932, 0.441212]
```

Perintah berikut ini adalah cara langsung untuk mendapatkan hasil di atas. Tetapi untuk  $n$  yang besar, penjumlahan langsung tidak akurat dan lambat.

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

```
0.751401349655
```

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

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

```
409.932733047
```

Dalam Bridge, kami mengasumsikan 5 kartu yang beredar (dari 52 kartu) 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])
```

394	82	524
418	92	490
445	90	465
403	114	483
405	95	500
384	107	509
414	93	493
419	90	491
394	101	505
382	103	515



# Memplot Data

Untuk memplot data, kita mencoba menggunakan hasil pemilihan umum Jerman sejak tahun 1990, yang diukur dalam 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 beberapa bagian, menggunakan serangkaian nama.

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

Mari cetak persentasenya dengan baik.

Pertama, kita mengekstrak kolom-kolom yang diperlukan. Kolom 3 sampai 7 adalah kursi masing-masing partai, dan kolom 2 adalah jumlah total kursi. kolom adalah tahun pemilihan.

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

Kemudian kita mencetak statistik dalam bentuk tabel. Kita menggunakan nama sebagai judul kolom, dan tahun sebagai judul baris. Lebar default untuk kolom adalah  $wc = 10$ , tetapi kami lebih suka output yang lebih padat. Kolom-kolom akan diperluas untuk label-label kolom, jika perlu.

```
>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"):
```

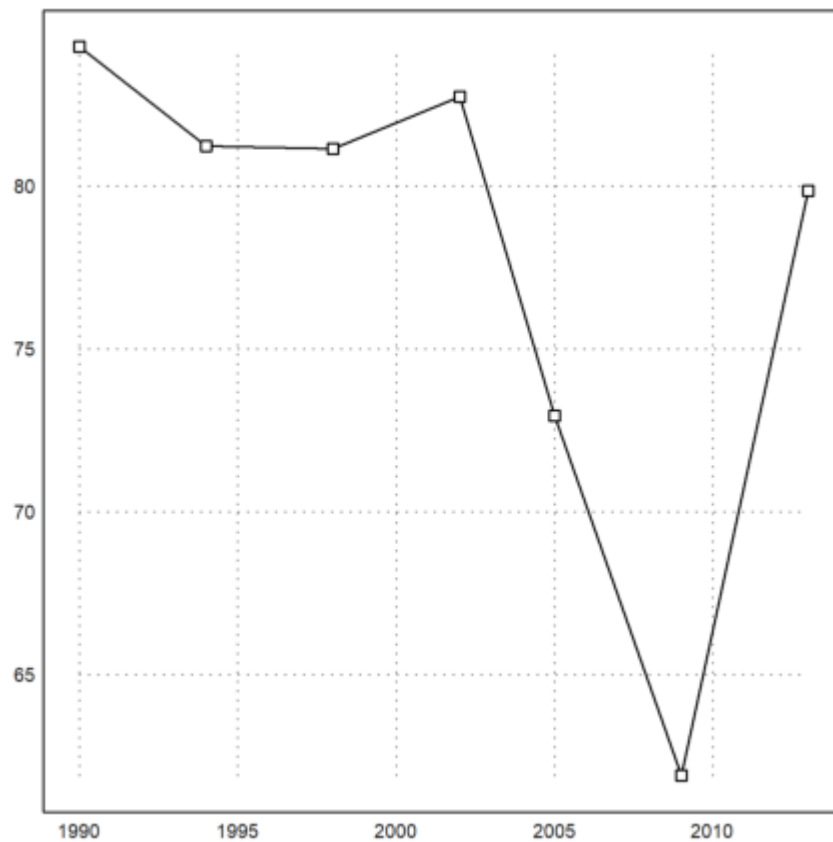


Figure 12: images-019.png

Tentukan beberapa warna untuk masing-masing pihak.

```
>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 gambar. Kita dapat menambahkan 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):
```

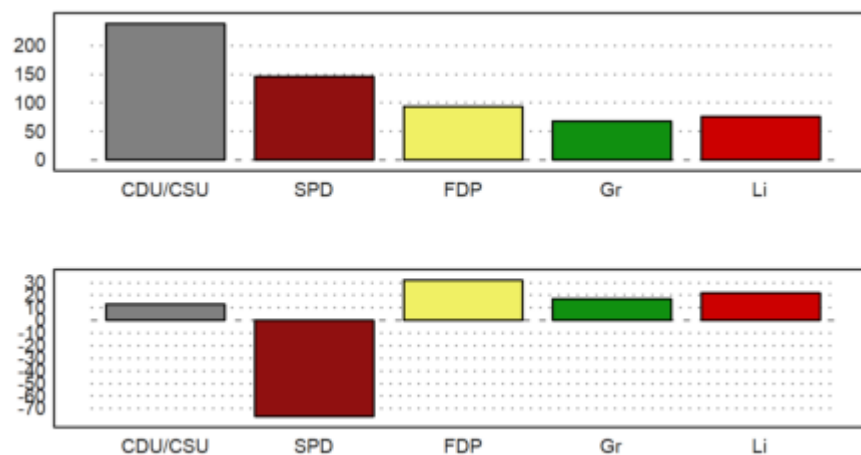


Figure 13: images-020.png

Plot data menggabungkan baris data statistik dalam satu plot.

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

Plot kolom 3D menunjukkan deretan 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 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():
```

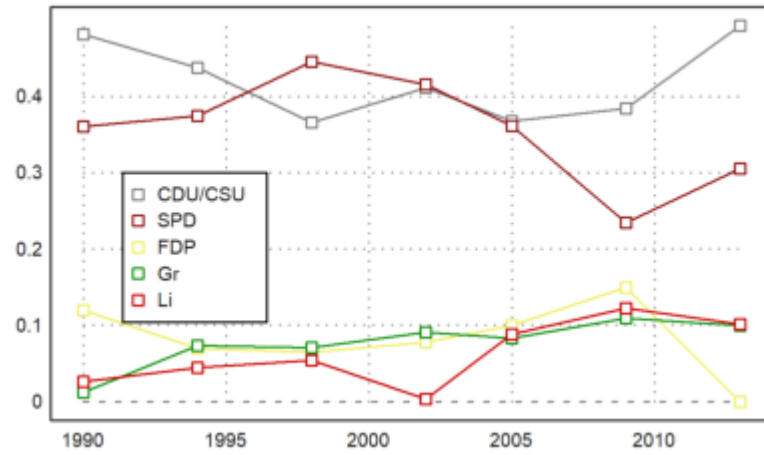


Figure 14: images-021.png

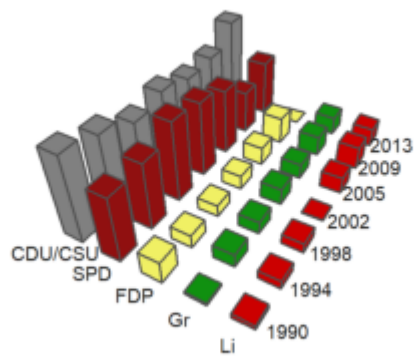


Figure 15: images-022.png



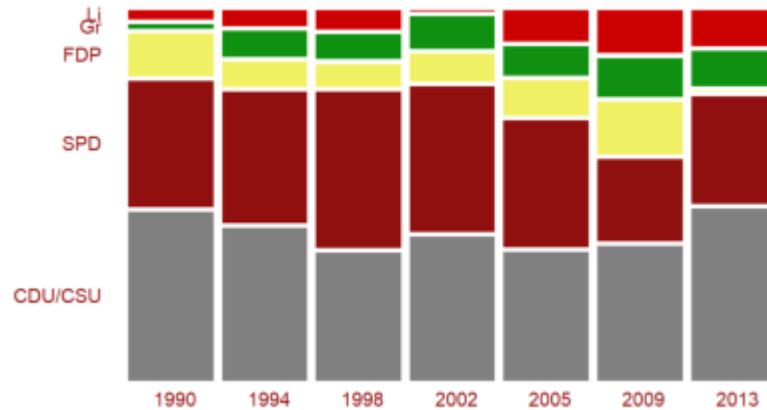


Figure 16: images-023.png

Kita juga bisa 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]):
```

Berikut ini 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, yang 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 `columnplot()` 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; ...
> columnplot(x,lab=cw,width=0.05):
```

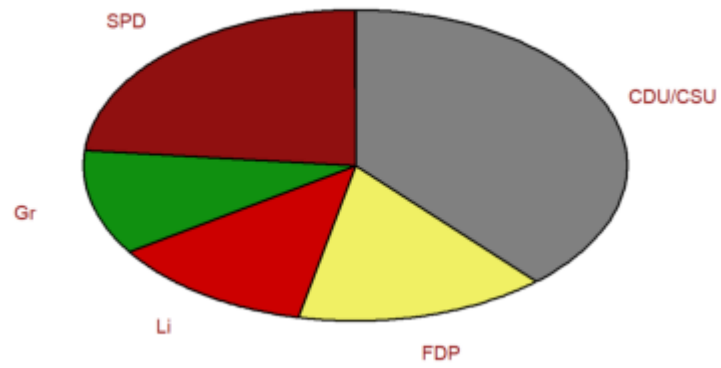


Figure 17: images-024.png

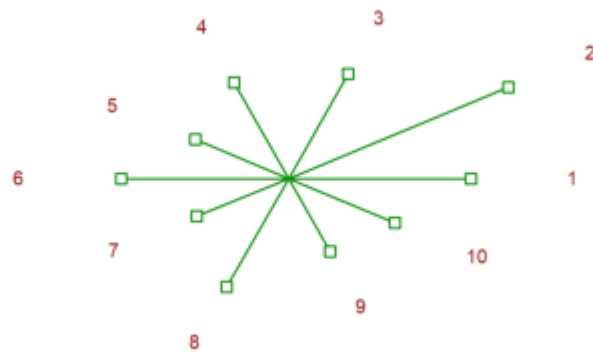


Figure 18: images-025.png

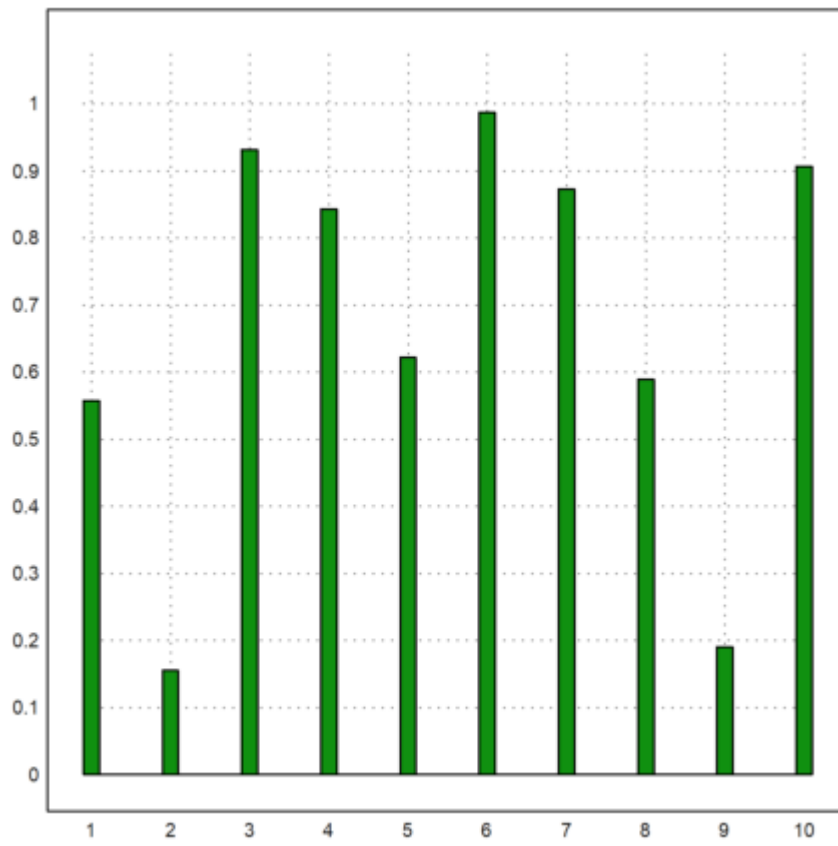


Figure 19: images-026.png

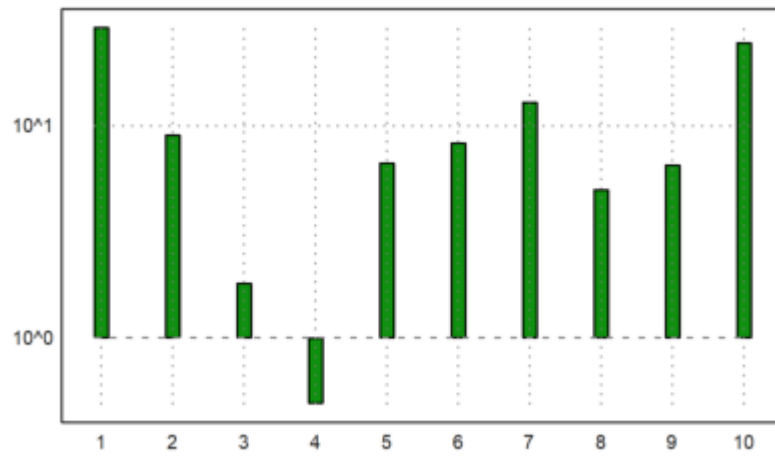


Figure 20: images-027.png

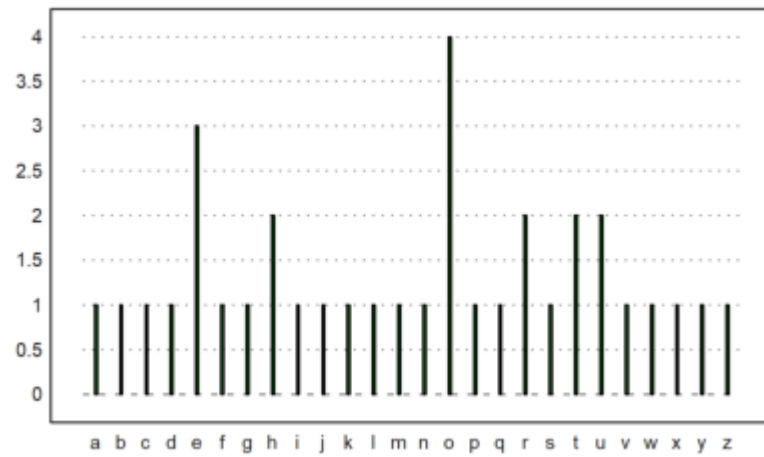


Figure 21: images-028.png

Kita juga dapat menetapkan 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"]):
```

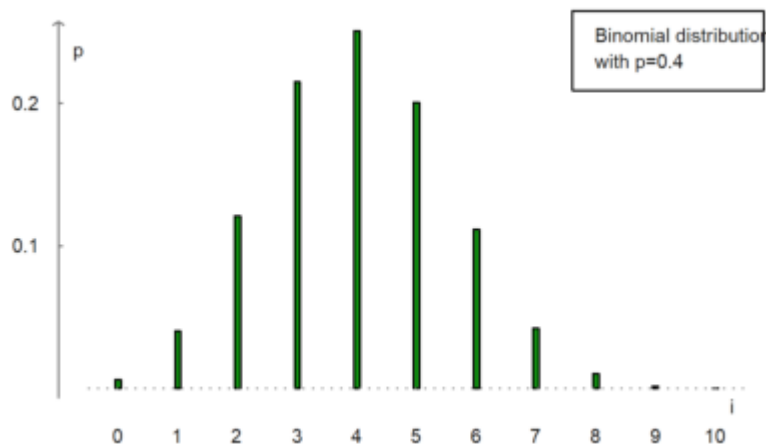


Figure 22: images-029.png

Berikut ini adalah cara untuk memplot frekuensi angka dalam vektor.

Buat vektor angka acak bilangan bulat 1 hingga 6.

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

```
[9, 4, 1, 3, 6, 3, 7, 9, 4, 6]
```

Kemudian ekstrak nomor unik dalam v.

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

```
[1, 3, 4, 6, 7, 9]
```

Dan memplot frekuensi dalam plot kolom.

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

Kita ingin mendemonstrasikan fungsi untuk distribusi nilai empiris.

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

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

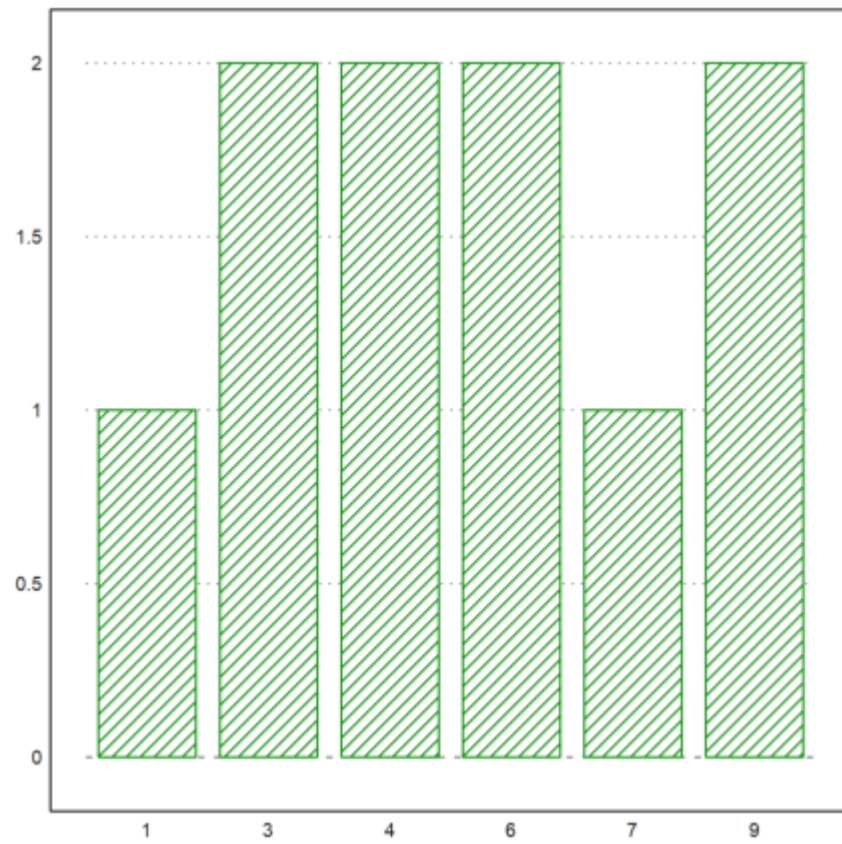


Figure 23: images-030.png

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

Kemudian kami memplot distribusi empiris dan beberapa batang kepadatan ke dalam satu plot. Alih-alih plot batang untuk distribusi, kali ini kami 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):
```

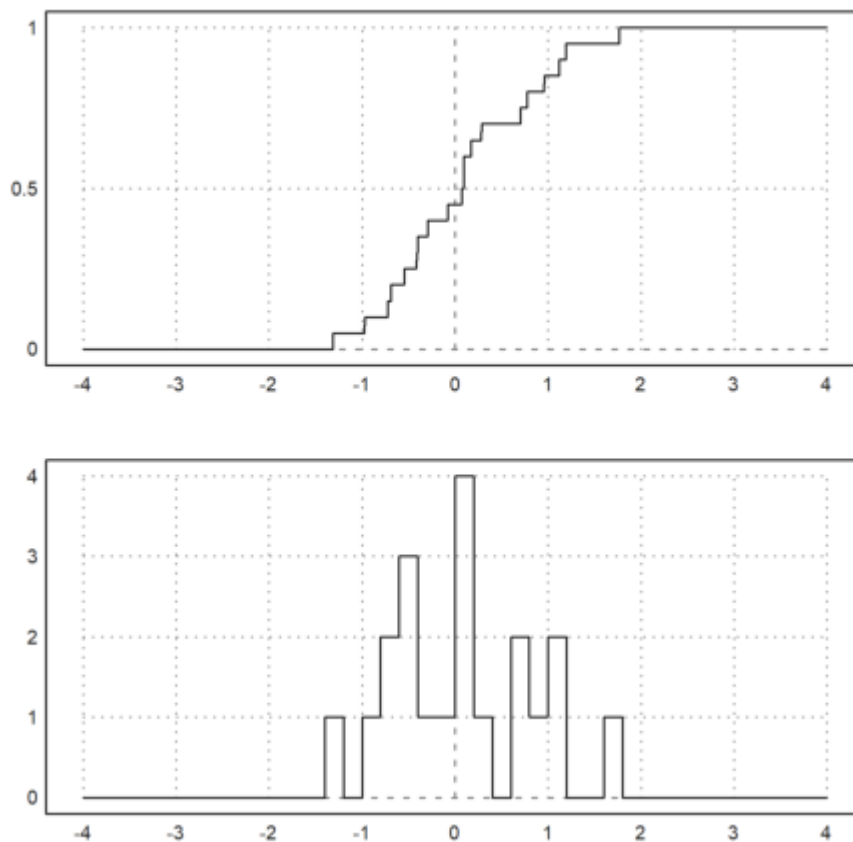


Figure 24: images-031.png

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

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

Sering kali, kita ingin membandingkan dua sampel dari distribusi yang berbeda.

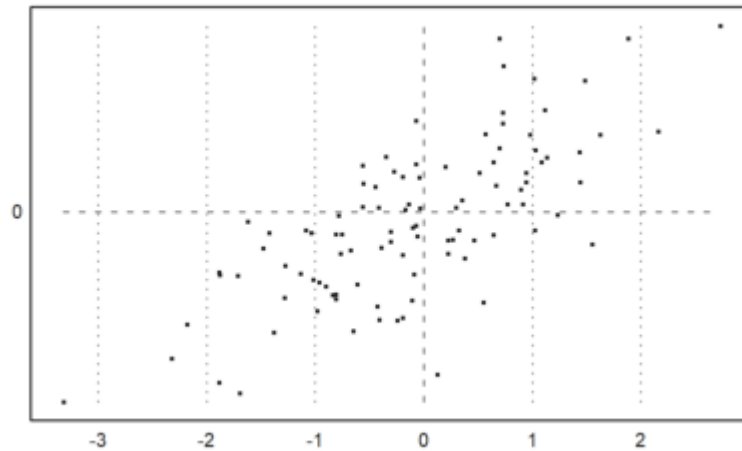


Figure 25: images-032.png

Hal ini dapat dilakukan dengan plot kuantil-kuantil.

Untuk pengujian, kami 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 tersebut 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):
```



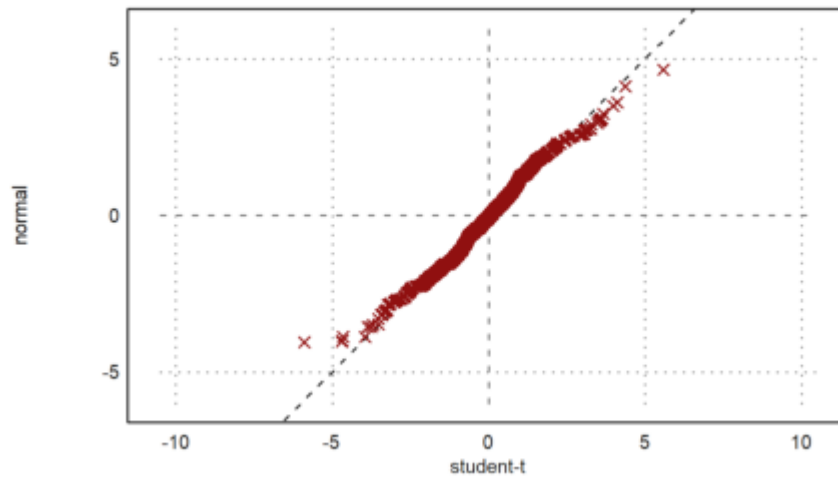


Figure 26: images-033.png

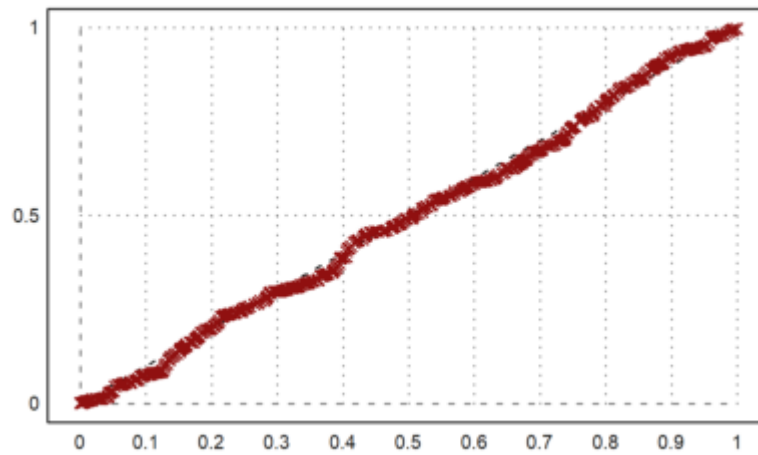


Figure 27: images-034.png



# Regresi dan Korelasi

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

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

Kami ingin membandingkan kecocokan tanpa bobot dan dengan bobot. Pertama, 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]
```

Kami menempatkan 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):
```

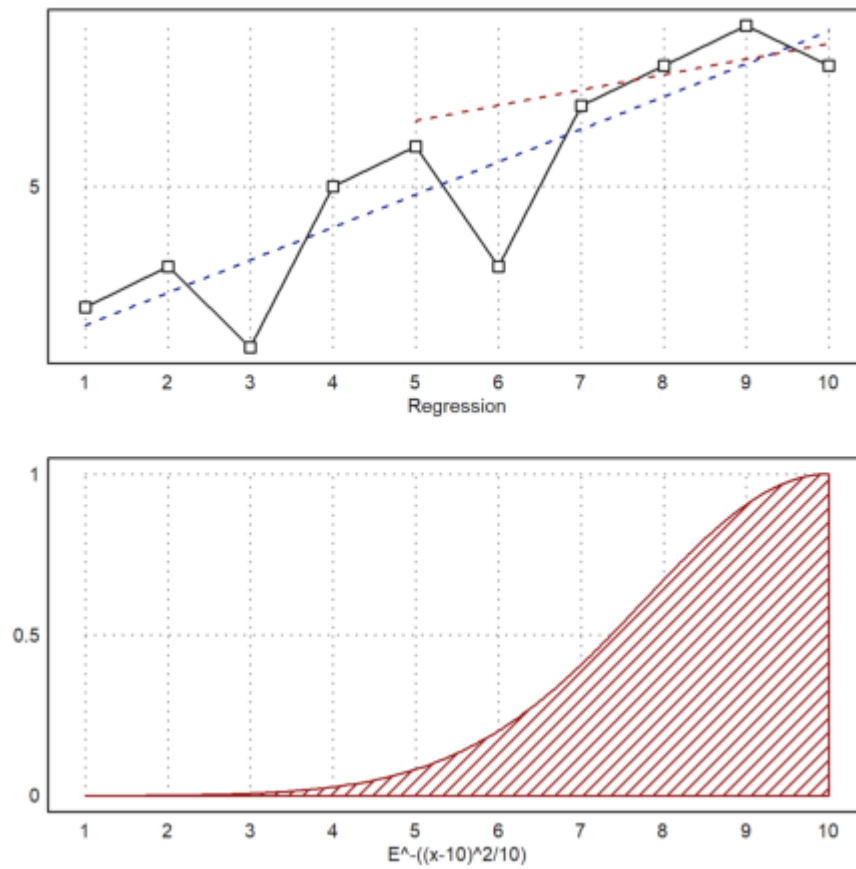


Figure 28: images-035.png

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

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

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

Person	Sex	Age	Mother	Father	Siblings
1	m	29	58	61	1
2	f	26	53	54	2

3	m	24	49	55	1
4	f	25	56	63	3
5	f	25	49	53	0
6	f	23	55	55	2
7	m	23	48	54	2
8	m	27	56	58	1
9	m	25	57	59	1
10	m	24	50	54	1
11	f	26	61	65	1
12	m	24	50	52	1
13	m	29	54	56	1
14	m	28	48	51	2
15	f	23	52	52	1
16	m	24	45	57	1
17	f	24	59	63	0
18	f	23	52	55	1
19	m	24	54	61	2
20	f	23	54	55	1

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

```
>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)
```

```
[17.3789, 0.740964]
```

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, kita menduga fungsi seperti  $s = a + t$ . Maka  $a$  adalah rata-rata dari  $s-t$ . Ini adalah perbedaan usia rata-rata antara ayah dan ibu.

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

```
3.65
```

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):
```

Berikut ini adalah plot kotak dari kedua usia tersebut. Ini hanya menunjukkan, bahwa usia keduanya berbeda.

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

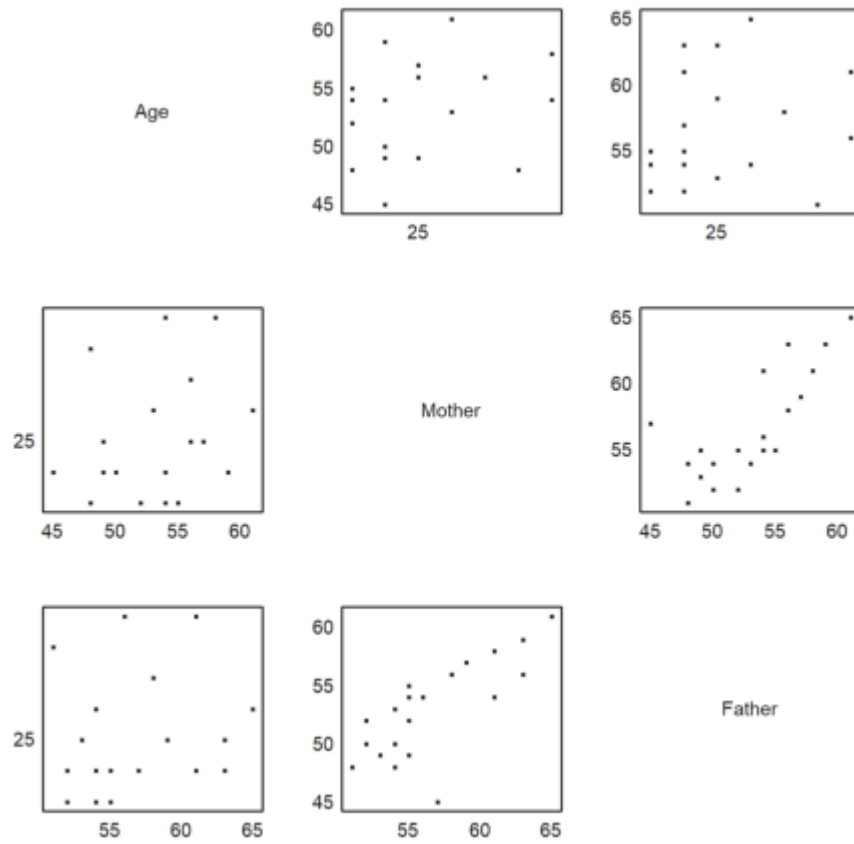


Figure 29: images-036.png

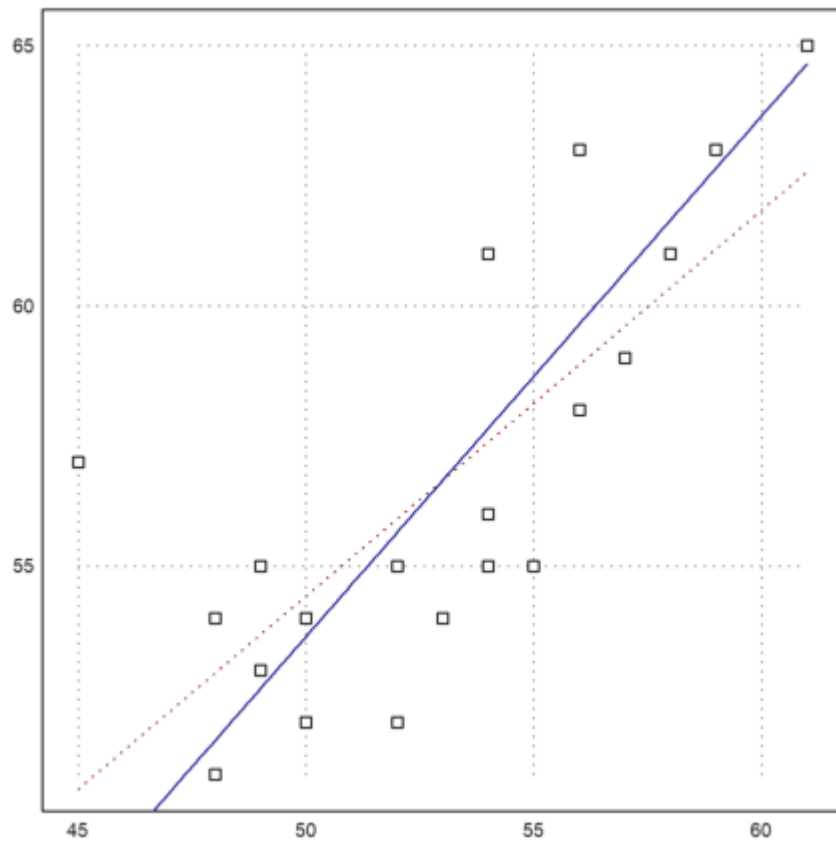


Figure 30: images-037.png

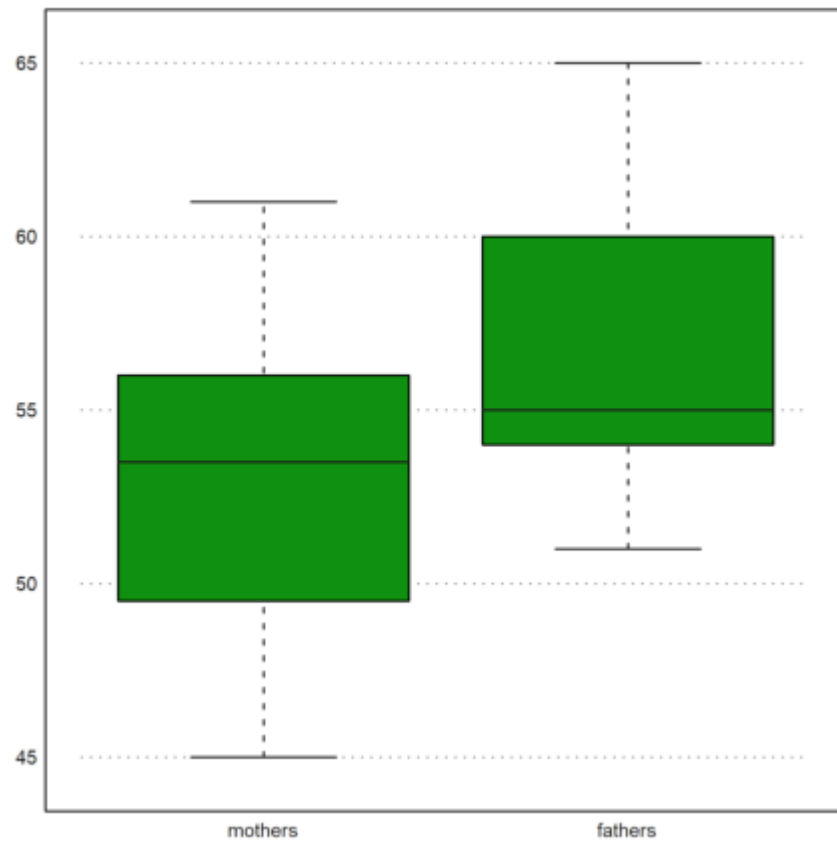


Figure 31: images-038.png



Sangat menarik bahwa perbedaan dalam median tidak sebesar perbedaan dalam mean.

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

```
1.5
```

Koefisien korelasi menunjukkan korelasi positif.

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

```
0.7588307236
```

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

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

```
0.758925292358
```



# Membuat Fungsi Baru

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

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

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))  
0.15962
```

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

```
>function skew1 (x) := 3*(mean(x)-median(x))/dev(x)  
>skew1(data)  
-0.21637
```



# Simulasi Monte Carlo

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)

[6, 11, 21, 44, 73, 102, 113, 119, 134, 116, 93, 61, 55,
28, 21, 3]
```

Kita bisa merencanakan ini sekarang.

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

Untuk menentukan distribusi yang diharapkan tidaklah mudah. Kami menggunakan rekursi tingkat lanjut untuk hal ini.

Fungsi berikut ini menghitung jumlah cara angka  $k$  dapat direpresentasikan sebagai jumlah  $n$  angka dalam rentang 1 hingga  $m$ . 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 ini 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)
```

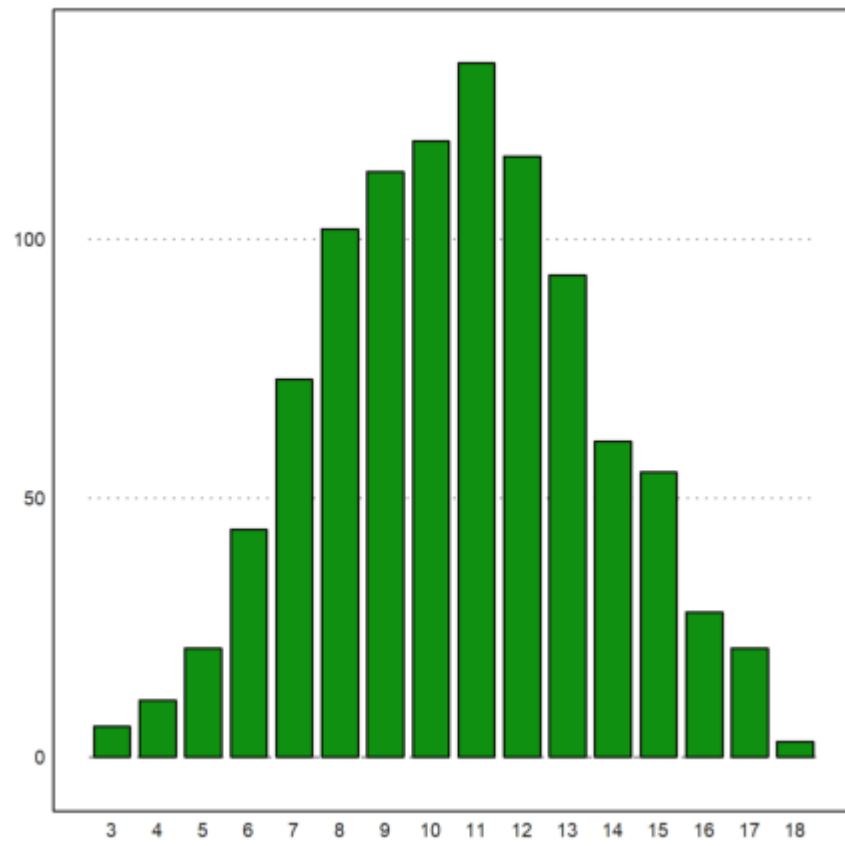


Figure 32: images-040.png

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

Kita akan menambahkan nilai yang diharapkan ke plot.

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

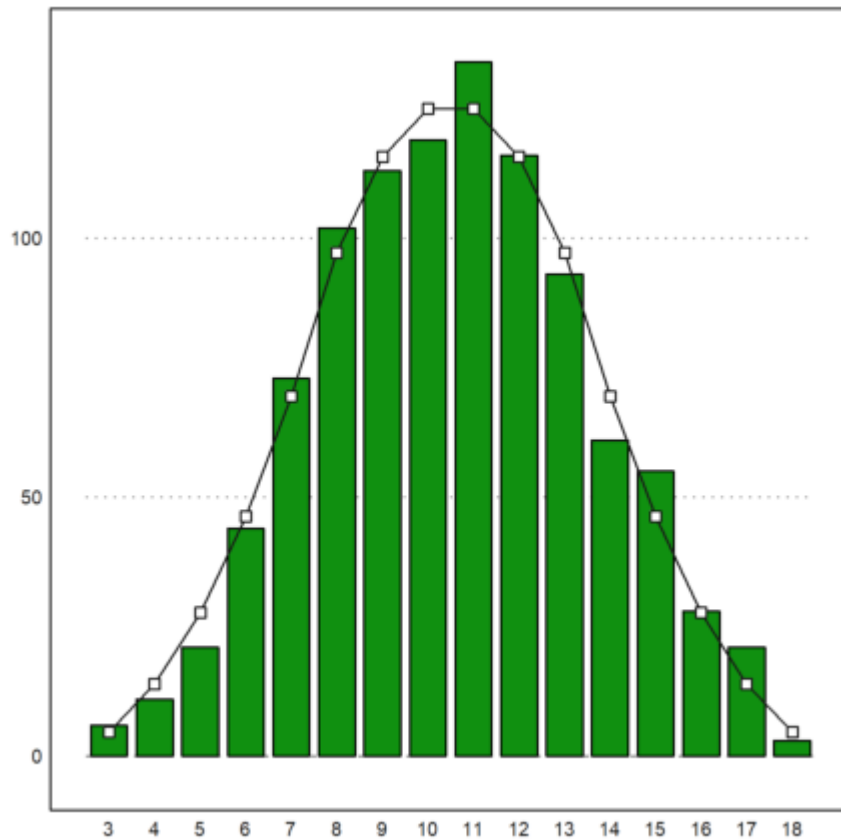


Figure 33: images-041.png

Untuk simulasi lainnya, deviasi nilai rata-rata dari  $n$  variabel acak berdistribusi normal 0-1 adalah  $1/\sqrt{n}$ .

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

```
0.316227766017
```

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

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

```
0.314728610056
```

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

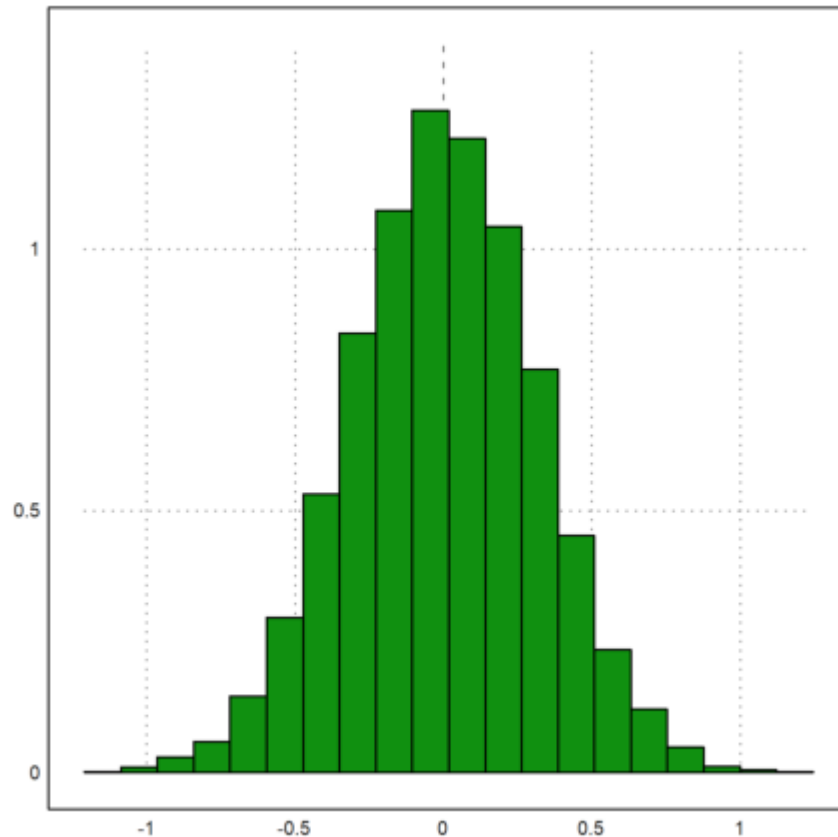


Figure 34: images-042.png

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

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

```
0.368386999999
```

Karena kita dapat dengan mudah menghasilkan jalan acak, kita dapat mensimulasikan proses Wiener. Kami mengambil 1000 langkah dari 1000 proses. Kami kemudian memplot deviasi standar 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):

```

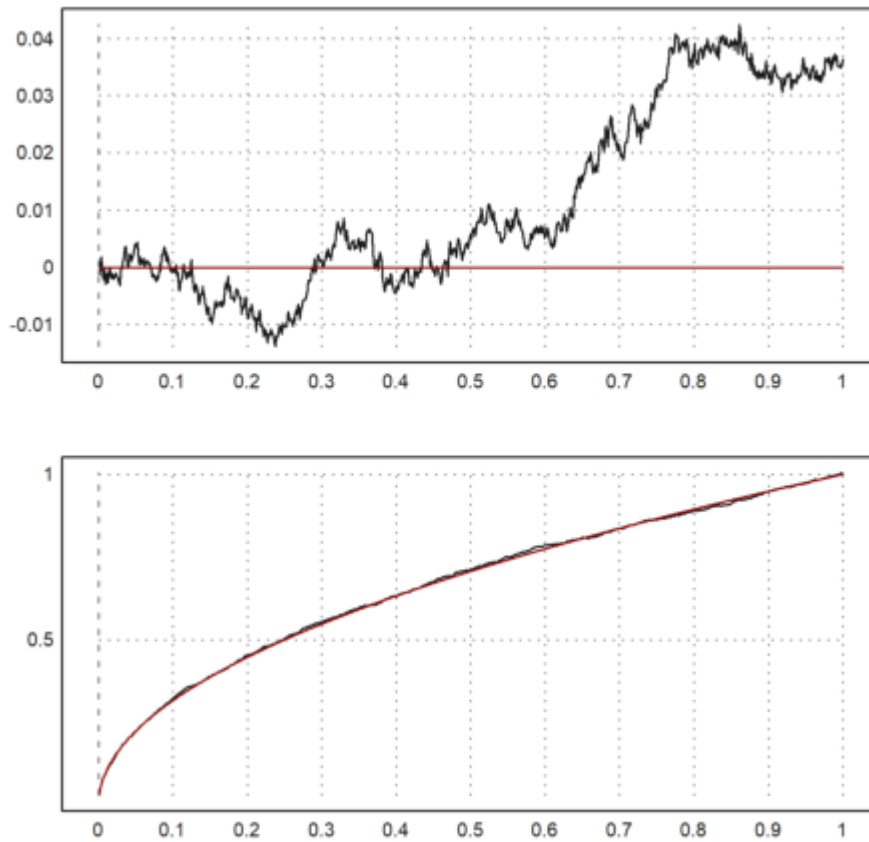


Figure 35: images-043.png



# Uji Chi-kuadrat

Uji chi-kuadrat adalah alat yang penting dalam statistik. Dalam Euler, banyak tes yang diterapkan. Semua tes ini mengembalikan kesalahan yang kita terima jika kita menolak hipotesis nol.

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

```
>chitest([90,103,114,101,103,89],dup(100,6)')
0.49883
```

Uji chi-square juga memiliki mode, yang menggunakan simulasi Monte Carlo untuk menguji statistik. Hasilnya seharusnya hampir sama. Parameter `>p` menginterpretasikan vektor `y` sebagai vektor probabilitas.

```
>chitest([90,103,114,101,103,89],dup(1/6,6)',>p,>montecarlo)
0.496
```

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

Selanjutnya kita buat 1000 lemparan dadu dengan menggunakan generator bilangan acak, dan lakukan pengujian yang sama.

```
>n=1000; t=random([1,n*6]); chitest(count(t*6,6),dup(n,6)')
0.444844825624
```

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

```
>s=200+normal([1,100])*10; ...
> ttest(mean(s),dev(s),100,200)
0.20961744228
```

Fungsi `ttest()` membutuhkan nilai rata-rata, deviasi, jumlah data, dan nilai rata-rata untuk diuji.

Sekarang mari kita periksa dua pengukuran untuk mean yang sama. Kita tolak hipotesis bahwa kedua pengukuran tersebut memiliki nilai rata-rata yang sama, jika hasilnya  $< 0,05$ .

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

```
0.319021627346
```

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

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

```
5.6993803492e-05
```

Pada contoh berikut, kami menghasilkan 20 lemparan dadu acak sebanyak 100 kali dan menghitung jumlah dadu yang muncul. Rata-rata harus ada  $20/6 = 3,3$  mata dadu.

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

```
3.65
```

Sekarang kita bandingkan jumlah tersebut dengan distribusi binomial. Pertama, kita memplot distribusi angka satu.

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

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

Kemudian kami menghitung nilai yang diharapkan.

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

Kami harus mengumpulkan beberapa angka 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)
```

```
0.0410596511653
```

Contoh berikut ini berisi hasil dari dua kelompok orang (katakanlah 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

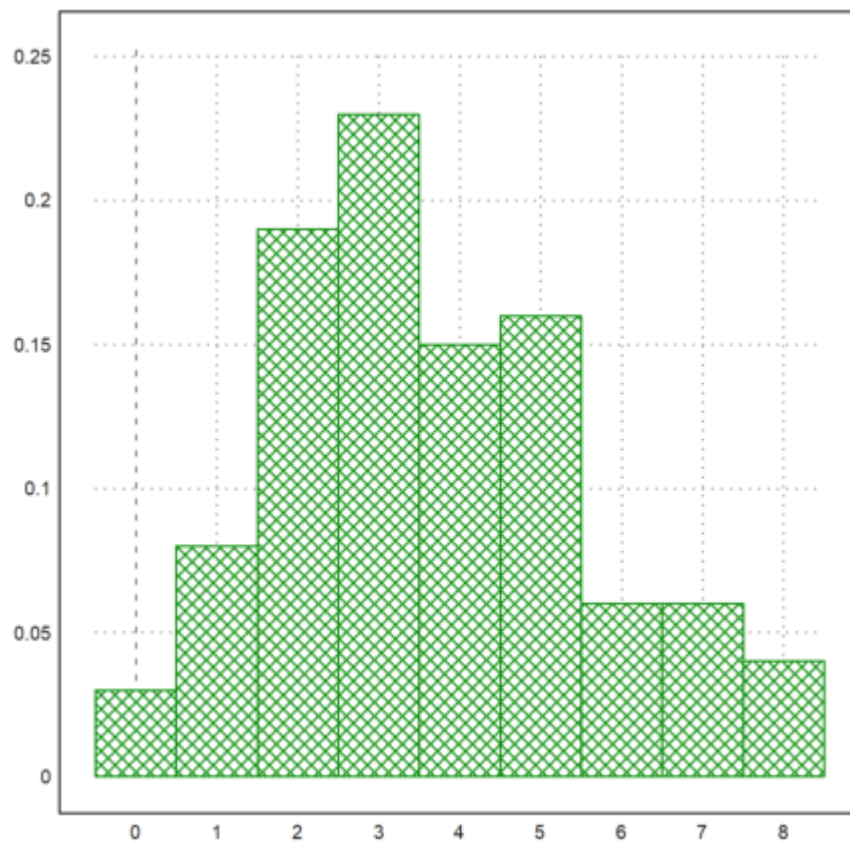


Figure 36: images-044.png

Kami ingin menguji independensi suara dari jenis kelamin. Uji tabel  $\chi^2$  melakukan hal ini. Hasilnya terlalu besar untuk menolak independensi. Jadi kita tidak dapat mengatakan, jika pemungutan suara tergantung pada jenis kelamin dari data ini.

```
>tabletest(A)
```

```
0.990701632326
```

Berikut ini 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 terkoreksi. Karena koefisien ini sangat dekat dengan 0, kami menyimpulkan bahwa pemungutan suara tidak bergantung pada jenis kelamin.

```
>contingency(A)
```

```
0.0427225484717
```

# Uji-F

Selanjutnya kita menggunakan analisis varians (F-test) untuk menguji tiga sampel data yang terdistribusi secara normal untuk nilai rata-rata yang sama. Metode ini disebut ANOVA (analisis varians). Dalam Euler, fungsi `varanalysis()` digunakan.

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

```
106.55
```

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

```
119.11
```

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

```
116.3
```

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

```
0.0138048221371
```

Ini berarti, kami menolak hipotesis nilai rata-rata yang sama. Kami melakukan ini dengan probabilitas kesalahan sebesar 1,3%.

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

```
>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
```

Uji lain tentang kesetaraan adalah uji peringkat. Uji ini jauh lebih tajam daripada uji median.

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

```
0.00199969612469
```

Dalam contoh berikut, kedua distribusi memiliki rata-rata yang sama.

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

```
0.0174730789662
```

Sekarang mari kita coba mensimulasikan dua perawatan 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];
```

Uji signum memutuskan, apakah a lebih baik daripada b.

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

```
0.0546875
```

Ini adalah kesalahan yang terlalu besar. Kita tidak dapat menolak bahwa a sama baiknya dengan b.

Uji Wilcoxon lebih tajam daripada uji ini, tetapi bergantung pada nilai kuantitatif dari perbedaan.

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

```
0.0296680599405
```

Mari kita coba dua pengujian lagi dengan menggunakan rangkaian yang dihasilkan.

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

```
0.00359458419569
```

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

```
0.0200218990361
```



# Bilangan Acak

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

Pertama, kita akan membangkitkan sepuluh juta bilangan acak dalam  $[0,1]$ .

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

Selanjutnya, kami menghitung jarak antara dua angka yang 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)*aa2",color=red,>add):
```

Menghapus data.

```
>remvalue n;
```

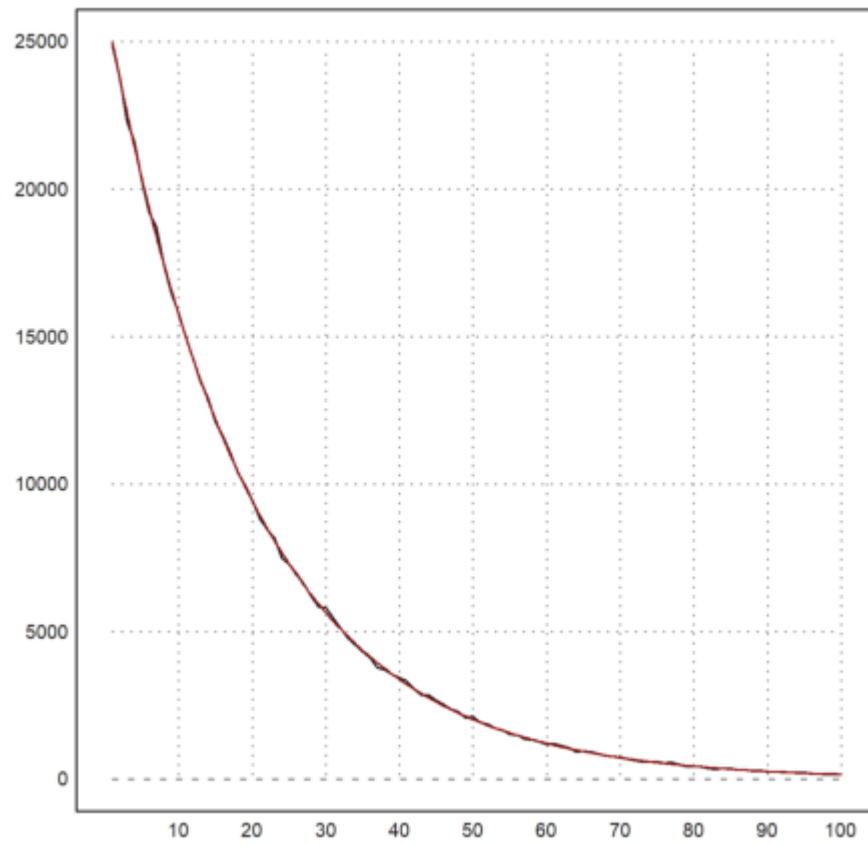


Figure 37: images-045.png

# 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. Bagaimanapun, EMT hadir dengan paket numerik dan sistem aljabar komputer.

Notebook ini diperuntukkan bagi Anda yang sudah terbiasa dengan R, tetapi perlu mengetahui perbedaan sintaks EMT dan R. Kami mencoba memberikan gambaran umum mengenai hal-hal yang jelas dan kurang jelas yang perlu Anda ketahui.

Selain itu, kami juga membahas cara-cara untuk bertukar data di antara kedua sistem tersebut.

Perhatikan bahwa ini adalah pekerjaan yang sedang berlangsung.



# Sintaks Dasar

Hal pertama yang Anda pelajari dalam R adalah membuat sebuah vektor. Dalam EMT, perbedaan utamanya adalah bahwa operator `:` dapat mengambil ukuran langkah. Selain itu, operator ini memiliki daya ikat yang 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. Anda dapat menggunakan vektor untuk menggabungkan beberapa hal.

Contoh berikut ini, seperti banyak contoh lainnya, berasal dari “Introduksi ke R” yang disertakan dengan proyek R. Jika Anda membaca PDF ini, Anda akan menemukan bahwa saya mengikuti alurnya 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 digantikan oleh fungsi `seq()` dalam R. Kita dapat menulis fungsi ini dalam 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 dalam EMT. Untuk input vektor, dapat dituliskan 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]
```

Perhatikan bahwa “=” atau “:=” digunakan untuk penugasan. Operator “->” digunakan untuk unit dalam EMT.

```
>125km -> ” miles”
```

```
77.6713990297 miles
```

Operator “<-” untuk penugasan juga menyesatkan, dan bukan ide yang baik untuk R. Berikut ini akan membandingkan a dan -4 dalam EMT.

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

```
0
```

Dalam R, “a<-4<3” bisa digunakan, tetapi “a<-4<-3” tidak. Saya juga mengalami ambiguitas yang sama di EMT, tetapi saya mencoba untuk menghilangkannya.

EMT dan R memiliki vektor dengan tipe boolean. Tetapi dalam EMT, angka 0 dan 1 digunakan untuk mewakili salah dan benar. Dalam R, nilai benar dan salah tetap dapat digunakan dalam aritmatika biasa seperti dalam EMT.

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

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

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

EMT melempar kesalahan atau menghasilkan NAN tergantung pada flag “kesalahan”.

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

```
NAN
```

```
1
```

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

Dalam R ada paket-paket untuk Unicode. Dalam EMT, sebuah string dapat berupa string Unicode. Sebuah string Unicode dapat diterjemahkan ke pengkodean lokal dan sebaliknya. Selain itu, u”...” dapat berisi entitas HTML.

```
>u”© Ren&eacute; Grothmann”
```

```
© René Grothmann
```

Berikut ini mungkin atau mungkin tidak ditampilkan dengan benar pada sistem Anda sebagai A dengan titik dan tanda hubung di atasnya. Hal ini tergantung pada jenis huruf yang Anda gunakan.

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

Penggabungan string dilakukan dengan “+” atau “|”. Ini dapat menyertakan angka, yang akan dicetak dalam format saat ini.

```
>“pi =”+pi
```

```
pi = 3.14159265359
```

# Pengindeksan

Sebagian besar waktu, ini akan bekerja seperti pada R.

Tetapi EMT akan menginterpretasikan indeks negatif dari bagian belakang vektor, sementara 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 logika tidak diperlakukan secara berbeda dengan indeks di EMT, berbeda dengan R. Anda perlu mengekstrak elemen yang bukan nol terlebih dahulu di EMT.

```
>x, x>5, x[nonzeros(x>5)]
Variable x not found!
Error in:
x, x>5, x[nonzeros(x>5)] ...
~
```

Sama seperti di R, vektor indeks dapat berisi pengulangan.

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

Namun pemberian nama untuk indeks tidak dimungkinkan dalam EMT. Untuk paket statistik, hal ini mungkin diperlukan untuk memudahkan akses ke elemen-elemen vektor.

Untuk meniru perilaku ini, kita dapat mendefinisikan sebuah 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)]; ... ...  
           ^  
[10.4,  3.1]
```



# Tipe Data

EMT memiliki tipe data yang lebih tetap dibandingkan R. Jelas, dalam R terdapat vektor yang berkembang. Anda bisa mengatur sebuah vektor numerik kosong `v` dan memberikan sebuah nilai pada elemen `v[17]`. Hal ini tidak mungkin dilakukan dalam EMT.

Hal berikut ini sedikit tidak efisien.

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

EMT sekarang akan membangun vektor dengan `v` dan `i` yang ditambahkan pada tumpukan dan menyalin vektor tersebut kembali ke variabel global `v`.

Pendefinisian awal vektor yang lebih efisien.

```
>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 dapat dilakukan untuk tipe data dasar. Format saat ini digunakan untuk penggabungan string sederhana. Tetapi ada fungsi-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 komunikasi dengan Maxima, ada fungsi `convertmxm()`, yang juga dapat digunakan untuk memformat vektor untuk output.

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

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

Untuk Latex, perintah `tex` dapat digunakan untuk mendapatkan perintah Latex.

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

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

# Faktor dan Tabel

Dalam pengantar R ada sebuah contoh 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, kita ingin menghitung rata-rata pendapatan di wilayah tersebut. Sebagai sebuah program statistik, R memiliki fungsi `factor()` dan `tapply()` untuk hal ini.

EMT dapat melakukan hal ini dengan mencari indeks dari wilayah-wilayah di dalam daftar unik dari wilayah-wilayah tersebut.

```
>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 titik ini, kita dapat menulis fungsi perulangan kita sendiri untuk melakukan berbagai hal untuk satu faktor saja.

Atau kita dapat 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 berfungsi.

```
>tappl(auterr,"mean",austates,incomes)
[44.5, 57.3333333333, 55.5, 53.6, 55, 60.5, 56, 52.25]
```

Perhatikan bahwa ini bekerja untuk setiap vektor wilayah.

```
>tappl(["act","nsw"],"mean",austates,incomes)
[44.5, 57.3333333333]
```

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

Jadi kita dapat mencetak rata-rata pendapatan negara di wilayah dengan cara yang ramah.

```
>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
```

Kita juga dapat mencoba meniru perilaku R sepenuhnya.

Faktor-faktor tersebut harus disimpan dengan jelas dalam sebuah koleksi dengan jenis dan kategorinya (negara bagian dan wilayah dalam contoh kita). Untuk EMT, kita menambahkan indeks yang telah dihitung sebelumnya.

```
>function makef(t) ...
## Factor data
## Returns a collection with data t, unique data, indices.
## See: tappl
u=sort(unique(t));
return {{t,u,indexofsorted(u,t)}};
endfunction
>statef=makef(austates);
```

Sekarang elemen ketiga dari koleksi ini 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 dapat meniru `tappl()` dengan cara berikut. Ini akan mengembalikan sebuah tabel sebagai kumpulan data tabel dan judul kolom.

```
>function tappl(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 pemeriksaan tipe di sini. Satu-satunya tindakan pencegahan adalah kategori (faktor) yang tidak memiliki data. Tetapi kita harus memeriksa panjang `t` yang benar dan ketepatan koleksi `tf`.

Tabel ini bisa dicetak sebagai sebuah 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. Akan lebih mudah untuk menulis fungsi untuk dimensi yang lebih tinggi atau pustaka C untuk ini.

R memiliki lebih dari dua dimensi. Dalam R, larik adalah sebuah vektor dengan sebuah bidang dimensi.

Dalam EMT, sebuah vektor adalah sebuah matriks dengan satu baris. Ini bisa dibuat menjadi sebuah 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, sama seperti di R.

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

2	3
7	8
12	13
17	18

Namun, dalam R dimungkinkan untuk menetapkan daftar indeks tertentu dari vektor ke suatu nilai. Hal yang sama juga dapat dilakukan dalam EMT hanya dengan sebuah perulangan.

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

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

Kami mendemonstrasikan hal ini untuk menunjukkan bahwa matriks diteruskan dengan referensi dalam EMT. Jika Anda tidak ingin mengubah matriks asli M,

Anda perlu menyalinnya 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

Hasil kali luar dalam EMT hanya dapat dilakukan di antara vektor. Hal ini dilakukan secara otomatis karena bahasa matriks. Satu vektor harus berupa vektor kolom dan 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 sebuah contoh, yang menghitung distribusi ab-cd untuk a, b, c, d yang dipilih dari 0 sampai n secara acak. Solusinya dalam R adalah membentuk sebuah matriks 4 dimensi dan menjalankan table() di atasnya.

Tentu saja, ini bisa dicapai dengan sebuah perulangan. Tetapi perulangan tidak efektif dalam EMT atau R. Dalam EMT, kita bisa menulis perulangan dalam C dan itu adalah solusi tercepat.

Tetapi kita ingin meniru perilaku R. Untuk ini, kita perlu meratakan perkalian ab dan membuat sebuah 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 kelipatan yang tepat, EMT dapat menghitung frekuensi dalam vektor.

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

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

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

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

Tetapi juga memungkinkan untuk menghitung jumlah 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.



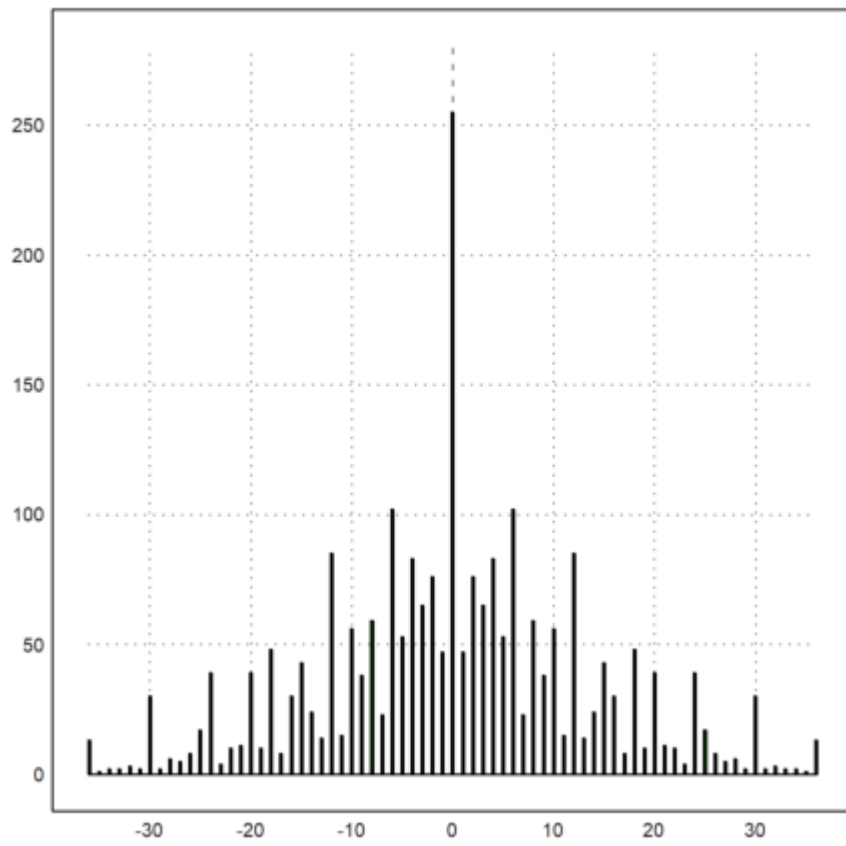


Figure 38: images-046.png

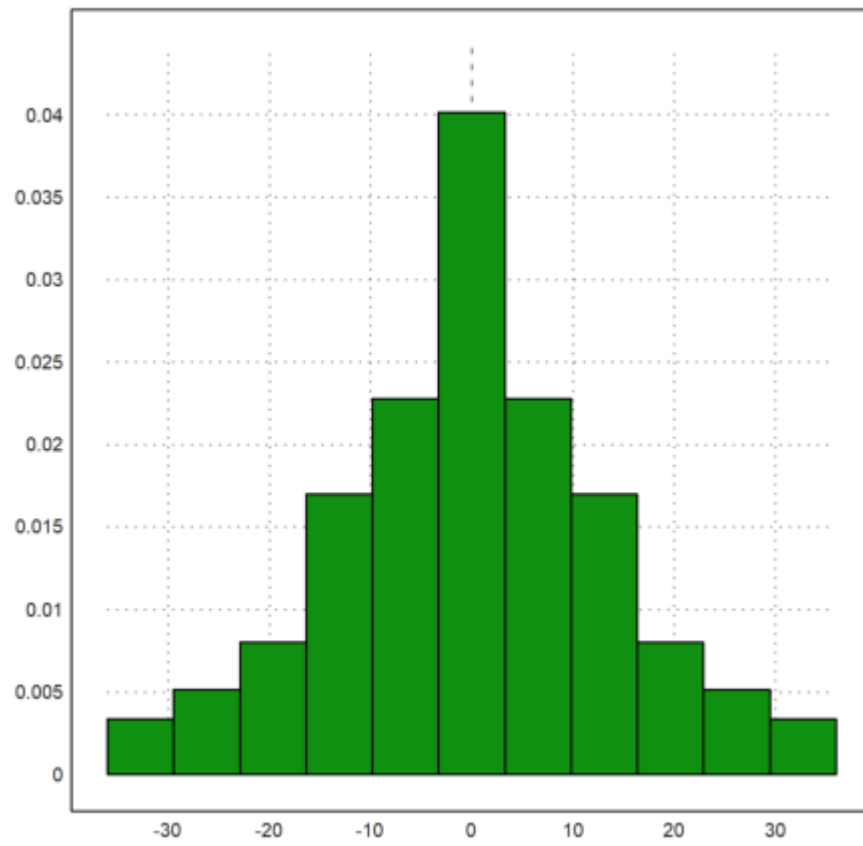


Figure 39: images-047.png

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

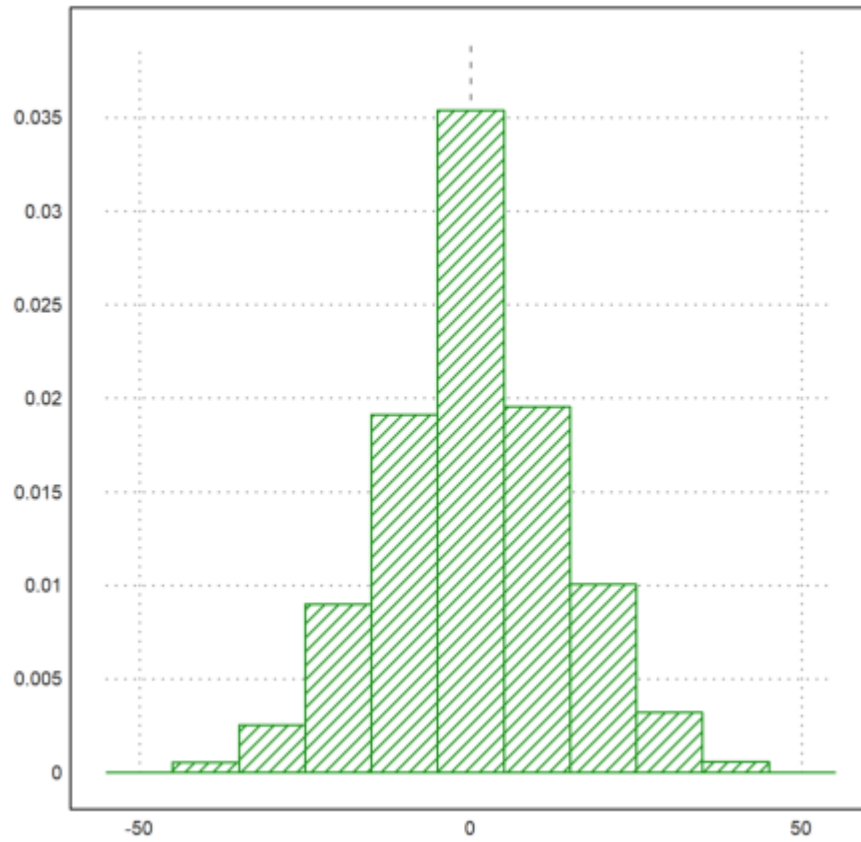


Figure 40: images-048.png



# Daftar

EMT memiliki dua jenis daftar. Yang pertama adalah daftar global yang dapat diubah, dan yang kedua adalah jenis daftar yang tidak dapat diubah. Kita tidak peduli dengan daftar global di sini.

Tipe daftar yang tidak dapat diubah disebut koleksi dalam EMT. Ia berperilaku seperti struktur dalam C, tetapi elemen-elemennya hanya diberi nomor dan tidak diberi nama.

$L = \{ \{ \text{"Fred"}, \text{"Flintstone"}, 40, [1990, 1992] \} \}$

**Fred**

**Flintstone**

**40**

**[1990, 1992]**

Saat ini elemen-elemen tersebut tidak memiliki nama, meskipun nama dapat ditetapkan untuk tujuan khusus. Elemen-elemen tersebut diakses dengan angka.

$L[4][2]$

**1992**



# Input dan Output File (Membaca dan Menulis Data)

Kita mungkin sering ingin mengimpor matriks data dari sumber lain ke EMT. Tutorial ini akan menjelaskan kepada Anda tentang berbagai cara untuk melakukan hal tersebut. Fungsi yang sederhana adalah `writematrix()` dan `readmatrix()`.

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

```
>a=random(1,100); mean(a), dev(a),  
0.51101  
0.29057
```

Untuk menulis data ke sebuah berkas, kita menggunakan fungsi `writematrix()`.

Karena pengenalan ini kemungkinan besar berada dalam sebuah direktori, di mana pengguna tidak memiliki akses tulis, kita menulis data ke direktori home pengguna. Untuk notebook 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. Hal ini akan menghasilkan satu angka pada setiap baris file.

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

Untuk membaca data, kita menggunakan `readmatrix()`.

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

Dan hapus file tersebut.

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

```
>mean(a), dev(a),
```

```
0.51101
0.29057
```

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

Misalnya, jika kita memiliki sistem bahasa Indonesia (titik desimal dengan koma), Excel membutuhkan nilai dengan koma desimal yang dipisahkan oleh titik koma dalam file csv (defaultnya adalah nilai yang dipisahkan koma). File “test.csv” berikut ini akan muncul di folder current kita.

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

Kita sekarang dapat membuka file ini dengan Excel Indonesia secara langsung.

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

Terkadang kita 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, kita 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 tajuk token.

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

```
Variable or function M not found.
```

```
Error in:
```

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

Untuk statistika, EMT dapat membaca dan menulis tabel.

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

File terlihat seperti ini.

```
>printfile(file)
```



A,B,C

```
0.4427917416381175,0.2485772478995221,0.3035562074753818
0.5682802257611506,0.1613197111115676,0.677446383323028
0.03076188713999484,0.444714331440962,0.3897908204850832
```

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

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

Koleksi ini dapat dicetak dengan `writetable()` ke buku catatan, atau ke sebuah file.

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

A	B	C
0.44279	0.24858	0.30356
0.56828	0.16132	0.67745
0.03076	0.44471	0.38979

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

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

```
0.33164
0.46902
0.28842
```



# File CSV

Pertama, mari kita tulis matriks ke dalam sebuah file. Untuk keluarannya, kami membuat file di direktori kerja saat ini.

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

Berikut ini adalah isi file ini.

```
>printfile(file)  
  
0.283159485584384,0.4067726873679452,0.3826643496409383  
0.8178974234132473,0.8730807840879385,0.9718829452106963  
0.3879822045464476,0.4539402875047757,0.7425089870175644
```

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

Namun, titik desimal juga merupakan format default untuk EMT. Anda dapat membaca sebuah matriks dari sebuah file dengan `readmatrix()`.

```
>readmatrix(file)  
  
0.28316    0.40677    0.38266  
0.8179    0.87308    0.97188  
0.38798    0.45394    0.74251
```

Dimungkinkan untuk menulis beberapa matriks ke dalam 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 mengeksport matriks sebagai CSV (nilai yang dipisahkan dengan koma). Pada Excel 2007, gunakan “save as” dan “format lain”, lalu pilih “CSV”. Pastikan tabel saat ini hanya berisi data yang ingin Anda ekspor.

Berikut ini adalah contohnya.

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

0;1000;1000
1;1051,271096;1072,508181
2;1105,170918;1150,273799
3;1161,834243;1233,67806
4;1221,402758;1323,129812
5;1284,025417;1419,067549
6;1349,858808;1521,961556
7;1419,067549;1632,31622
8;1491,824698;1750,6725
9;1568,312185;1877,610579
10;1648,721271;2013,752707
```

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

Cara termudah untuk membaca ini ke dalam Euler adalah `readmatrix()`. Semua koma digantikan oleh titik-titik dengan parameter `>comma`. Untuk CSV bahasa Inggris, hilangkan saja parameter ini.

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

0	1000	1000
1	1051.3	1072.5
2	1105.2	1150.3
3	1161.8	1233.7
4	1221.4	1323.1
5	1284	1419.1
6	1349.9	1522
7	1419.1	1632.3
8	1491.8	1750.7
9	1568.3	1877.6
10	1648.7	2013.8

Mari kita rencanakan ini.

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

Ada beberapa cara yang lebih mendasar untuk membaca data dari file. Anda dapat membuka file dan membaca angka baris demi baris. Fungsi `getvectorline()`

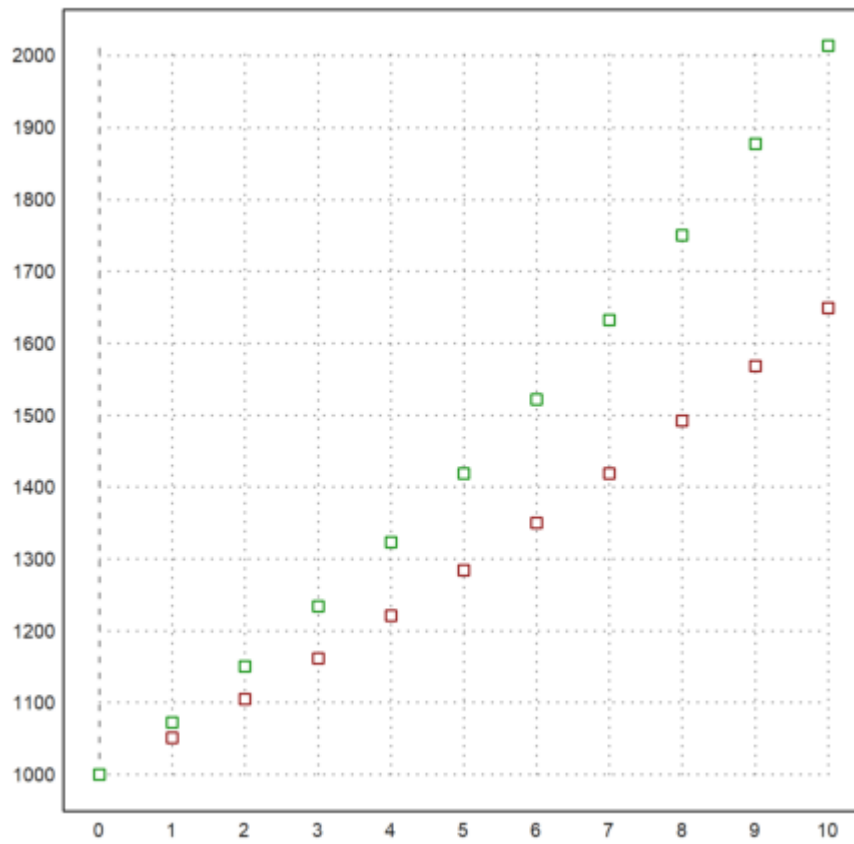


Figure 41: images-049.png

akan membaca angka dari sebuah baris data. Secara default, fungsi ini mengharapkan sebuah titik desimal. Tetapi fungsi ini juga dapat menggunakan koma desimal, jika Anda memanggil `setdecimaldot(",")` sebelum menggunakan fungsi ini.

Fungsi berikut adalah contoh untuk hal ini. Fungsi ini akan berhenti pada 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)

    0.28316    0.40677    0.38266
    0.8179    0.87308    0.97188
    0.38798    0.45394    0.74251
```

Kita juga dapat membaca semua angka dalam file tersebut dengan `getvector()`.

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

    0.28316    0.40677    0.38266
    0.8179    0.87308    0.97188
    0.38798    0.45394    0.74251
```

Dengan demikian, sangat mudah untuk menyimpan vektor nilai, satu nilai di setiap baris dan membaca kembali vektor ini.

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

0.50418

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

0.50418
```

# Menggunakan Tabel

Tabel dapat digunakan untuk membaca atau menulis data numerik. Sebagai contoh, kita menulis tabel dengan judul 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  
  0.94,    0.26,    0.14  
  0.98,    0.51,    0.95  
  0.02,    0.23,    0.63
```

Ini dapat diimpor ke Excel.

Untuk membaca file di EMT, kita menggunakan `readtable()`.

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

one	two	three
0.94	0.26	0.14
0.98	0.51	0.95
0.02	0.23	0.63





# Menganalisis Garis

Pada subbab ini sering digunakan untuk memproses atau mengekstrak data dari teks yang berformat khusus, seperti data tabel dalam HTML.

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

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

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

Pertama, kita akan memisahkan string line menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, yang dikenal sebagai “token”.

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

```
2020-11-03
```

```
Tue
```

```
1'114.05
```

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

```
>day(vt[1]), ...
```

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

```
> strrepl(vt[3],"'','")()
```

```
738162
```

```
2
```

```
1114.05
```

Dengan menggunakan ekspresi reguler, Anda dapat mengekstrak hampir semua informasi dari sebuah baris data.

Anggaplah kita memiliki baris dokumen HTML berikut ini.

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

```
&lt;tr&gt;&lt;td&gt;1145.45&lt;/td&gt;&lt;td&gt;5.6&lt;/td&gt;&lt;td&gt;-4.5&lt;/td&gt;&lt;tr&gt;
```

Untuk mengekstrak ini, kita menggunakan ekspresi reguler, yang mencari

- tanda kurung tutup `>`, untuk mengindikasikan bahwa kita akan mencari
- awal dari elemen yang ada di dalam tag.
- string apa pun yang tidak mengandung tanda kurung akan mencocokkan
- elemen di dalam tag `<td>`,
- tanda kurung pembuka dan penutup menggunakan solusi terpendek,
- dengan tag pembuka (`<td>`) dan penutup (`</td>`).
- lagi-lagi string apa pun yang tidak mengandung tanda kurung, ini
- akan menjamin bahwa kita akan mengambil isi yang relevan di dalam
- tagnya.
- dan tanda kurung pembuka `<` menandai bahwa ini adalah akhir dari tag
- dan awal dari tag baru.

Ekspresi reguler agak sulit untuk dipelajari namun sangat kuat.

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

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

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

```
1145.5
```

```
5.6
```

Berikut 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

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

Dalam contoh, kami membaca versi saat ini 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 urfeof();  
    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
```



# Input dan Output Variabel

Kita 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 = [ ..  
0.08620822118953746, 0.07470799579759112;  
0.2945640487773084, 0.5524988979857445];
```

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

```
>load(file); show M,  
  
M =  
0.086208 0.074708  
0.29456 0.5525
```

Sebagai catatan, jika `writevar()` digunakan pada sebuah variabel, maka ia akan mencetak definisi variabel dengan nama variabel tersebut.

```
>writevar(M); writevar(inch$)  
  
M = [ ..  
0.08620822118953746, 0.07470799579759112;  
0.2945640487773084, 0.5524988979857445];  
inch$ = 0.0254;
```

Kita juga dapat membuka file baru atau menambahkan ke file yang sudah ada. Dalam contoh ini, kami menambahkan ke file yang telah dibuat sebelumnya.

```
>open(file,"a"); ...  
> writevar(random(2,2),"M1"); ...
```

```
> writevar(random(3,1), "M2"); ...
> close();
```

```
> load(file); show M1; show M2;
```

```
M1 =
    0.84971    0.60496
    0.40399    0.66191
```

```
M2 =
    0.70558
    0.96423
    0.54976
```

Untuk menghapus file, gunakan `fileremove()`.

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

Vektor baris dalam file tidak memerlukan koma, jika setiap angka berada di baris baru. Mari kita buat file seperti itu, dengan 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 = [
0.448345488454
0.28912147627
0.997745871455
0.548465389581
0.491125845232
];
```

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

```
[0.44835, 0.28912, 0.99775, 0.54847, 0.49113]
```

#### LATIHAN

- 
1. Misalkan vektor  $x = [2, 4, 6, 8, 10]$ 
    - a. Buat vektor yang menggabungkan vektor  $x$ , angka 0, dan vektor  $x$  lagi
    - b. Tentukan apakah setiap elemen vektor  $x$  lebih besar dari 5! (hasil logika 1 untuk benar dan 0 untuk salah)

```
> x := [2,4,6,8,10]; [x,0,x]
```

```
[2, 4, 6, 8, 10, 0, 2, 4, 6, 8, 10]
```

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

```
[0, 0, 1, 1, 1]
[0, 0, 6, 8, 10]
```

2. Tentukan matriks X dengan elemen-elemen yang berurutan dari 1 hingga 20 dan susunlah elemen tersebut menjadi matriks berukuran 5x4.

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

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

3. Seorang analis memiliki data penjualan harian selama 5 hari (150,200,250,300,350) yang disimpan dalam bentuk vektor sebagai berikut:

a. Mean (rata-rata)

b. Deviasi standar

```
>penjualan=[150,200,250,300,350]
```

```
[150, 200, 250, 300, 350]
```

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

```
>writematrix(penjualan,filename)
```

```
>penjualan=readmatrix(filename)'
```

```
[150, 200, 250, 300, 350]
```

```
>mean(penjualan)
```

```
250
```

```
>dev(penjualan)
```

```
79.057
```

```
>
```

4. Buat fungsi yang membuka URL

```
"https://en.wikipedia.org/wiki/Euler_(software)"
```

dan mencari kata "Versi" di dalam URL tersebut, dan tampilkan hasilnya

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

```
urlopen("https://en.wikipedia.org/wiki/Euler_(software)");
```

```
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 2022-05-18"
```

5. Cari apakah ada hubungan antara jenis kelamin dan kecenderungan seseorang untuk memilih warna merah atau biru. Berikut adalah tabel kontingensi:

```

>A=[10,20;15,5];...
> writetable(A,wc=2,labr=["m","f"],labc=["merah","biru"])

```

	merah	biru
m	10	20
f	15	5

```
>tabletest(A)
```

```
0.00389241712278
```

Hasilnya terlalu kecil untuk menolak independensi. Jadi kita dapat mengatakan, jika jenis kelamin berhubungan dengan kecenderungan seseorang untuk memilih warna merah atau biru.

Berikut ini adalah tabel yang diharapkan,

```
>writetable(expectedtable(A),wc=2,labr=["m","f"],labc=["merah","biru"])
```

	merah	biru
m	15	15
f	10	10

```
>contingency(A)
```

```
0.534522483825
```

Kita dapat menghitung koefisien kontingensi terkoreksi. Karena koefisien ini cukup jauh dengan 0, kita dapat menyimpulkan bahwa kecenderungan memilih warna biru dan merah bergantung pada jenis kelamin.

```
>
```