

WORK SHOP MATLAB 6.1

APLIKASI UNTUK DIGITAL SIGNAL PROCESSING & SYSTEM CONTROL

PEMBICARA

ENDRA

UPT LAB PERANGKAT KERAS
UNIVERSITAS BINA NUSANTARA

JAKARTA 2003

[Jump to first page](#)



MATERI

PENGENALAN MATLAB
PEMBUATAN M-FILE
ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS
APLIKSI PADA SYSTEM CONTROL
APLIKASI PADA DSP



PENGENALAN MATLAB

- **MatLab = Matrix Laboratory**
- **Versi pertama MatLab ditulis di Universitas Mexico dan Stanford pada akhir tahun 1970-an. Versi tersebut ditujukan untuk digunakan pada kuliah Teori Matriks, Aljabar Linier dan Analisis Numerik**
- **Aplikasi MatLab secara umum adalah :**
 - 1. Matematika dan Komputasi**
 - 2. Pengembangan Algoritma**
 - 3. Pemodelan, Simulasi dan pembuatan Prototype**
 - 4. Analisis data, Eksplorasi dan Visualisasi**
 - 5. Pembuatan Aplikasi, termasuk pembuatan antarmuka grafis**



PENGENALAN MATLAB

- Seorang Profesor pengguna MatLab mengatakan “Alasan mengapa MatLab sangat berguna untuk pemrosesan sinyal bukan karena MatLab dirancang secara khusus untuk pemrosesan sinyal, tetapi karena MatLab dirancang untuk matematik.”
- Arti Logo MatLab : Menggambarkan solusi suatu masalah yaitu menemukan cara vibrasi suatu membran berbentuk L yang terdiri dari tiga buah segi empat. Masalah ini mempunyai terapan penting meliputi penuntunan sinyal, struktur, dan semi-konduktor
- Bagian-bagian pada Matlab :
Command Window , Command History, Workspace,
Current Directory dan Launch Pad berisi Toolbox-toolbox
- Untuk menggunakan MatLab sebagai kalkulator ketikkan perintah-perintah yang diinginkan pada Command Window.



PENGENALAN MATLAB

o Operasi-operasi Aritmatik dasar :

No	Operasi	Simbol	Contoh
1	Penjumlahan	+	5+3
2	Pengurangan	-	3-2
3	Perkalian	*	3*2
4	Pembagian	/ atau \	5/2=2\5
5	Pemangkatan		2^3



PENGENALAN MATLAB

o Fungsi-fungsi dasar matematik :

No	Penulisan Fungsi	Keterangan
1	abs(x)	Harga mutlak atau magnitude
2	acos(x),asin(x),atan(x),atan2(y,x) acosh(x),asinh(x),atanh(x)	Invers fungsi-fungsi trigonometri
3	ceil(x)	Pembulatan ke arah plus tak berhingga
4	conj(x)	Konyugat bilangan kompleks
5	cos(x),sin(x),tan(x) cosh(x),sinh(x),tanh(x)	Fungsi-fungsi trigonometri
6	exp(x)	Ekspensial : e^x
7	fix(x)	Pembulatan ke arah 0
8	floor(x)	Pembulatan ke arah minus tak berhingga



PENGENALAN MATLAB

o Fungsi-fungsi dasar matematik (Lanjutan) :

9	<code>gcd(x,y)</code>	FPB bilangan bulat x dan y
10	<code>imag(x)</code>	Bagian imajiner bilangan kompleks
11	<code>lcm(x,y)</code>	KPK bilangan bulat x dan y
12	<code>log(x)</code>	Logaritma Natural
13	<code>log10(x)</code>	Logaritma basis 10
14	<code>real(x)</code>	Bagian real bilangan kompleks
15	<code>rem(x,y)</code>	Sisa Pembagian
16	<code>round(x)</code>	Pembulatan
17	<code>sqrt(x)</code>	Akar kuadrat



PENGENALAN MATLAB

o Latihan

1. Peluruhan Radio Aktif
2. Konsentrasi Asam
3. Perhitungan Bunga

Ketikan perintah-perintah yang diperlukan di Command Window !



PEMBUATAN M-FILE

o Pilih **New** dari menu **File** dan pilih **M-file**.

1. Ketikkan perintah-perintah yang diinginkan di teks editor yang tersedia
2. Tekan **F5** untuk menjalankan perintah yang telah ditulis
3. Tersedia pilihan-pilihan untuk debugging : **Step, Step In, Step Out**
4. Beberapa fungsi M-file yang sering digunakan :

Input : Meminta user untuk memberikan input

pause : Berhenti sampai penekanan sembarang tombol

pause(n) : Berhenti selama n detik



PEMBUATAN M-FILE

o Latihan

1. Peluruhan Radio Aktif

2. Konsentrasi Asam

3. Perhitungan Bunga

Ketikan perintah-perintah yang diperlukan di teks editor M-File !



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Pembentukan Array :

$x=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]$ atau $x=[1,2,4,4,5]$

$x=1:1:5$

Contoh :

$x=0:0.1*\pi:2*\pi; y=\sin(x)$

`linspace(nilai_awal,nilai_akhir,jumlah elemen)`

Contoh :

$x=\text{linspace}(0,2*\pi,21)$

$x=\text{logspace}(0,2,11)$

Membentuk suatu array dari gabungan 2 array

Contoh :

$a=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]; b=[6\ 7\ 8\ 9\ 10]; c=[a\ b]$



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Pengalamatan Array

Mengakses elemen-elemen array

Contoh :

$x=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]$; $x(1)=1$; $x(4)=4$ Indeks array dimulai dari 1

$x(1:5)$ Mengakses satu blok array

$x(2:end)$ Mengakses mulai dari elemen ke-2 sampai elemen terakhir

$x(4:-1:1)$ Mengakses mulai dari elemen ke-4 sampai elemen pertama

$x(1:2:5)$ Mengakses elemen ke-1, ke-3 sampai elemen ke-5

$x(2)=-1$ Mengganti nilai elemen ke-2 dengan -1



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Orientasi Array

$a=[1;2;3;4;5]$ Membentuk array menjadi vektor kolom

$x=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]$; $a=x'$ Transpose dari array vektor baris ke vektor kolom

' = Operasi transpose, jika array mengandung bilangan kompleks, maka selain melakukan transpose juga dilakukan konyugasi. Untuk melakukan transpose tanpa konyugasi gunakan .' (titik-transpose)

Mengambil bentuk matriks

$m=[1\ 2\ 3; 4\ 5\ 6; 7\ 8\ 9]$ Matriks 3x3



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Operasi matematik array

Operasi skalar-array

$$a=[1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6; 7 \ 8 \ 9]; a-2 ; 2*a-1$$

Operasi array-array

$$b=[1 \ 2 \ -1; 2 \ 4 \ 3; 6 \ 5 \ 1]; a+b ; 2*a-b; a.*b, a./b;$$

Catatan : $a*b$ dan a/b adalah perkalian matriks dan pembagian matriks
 $a.*b$ dan $a./b$ adalah pembagian perkalian dan pembagian elemen-elemen

$$a.^2; 2.^a; b.^{-1}; a.^{(b-2)}; a.^{(a.*b)}$$

Catatan : Jika a^{-1} adalah invers dari matriks a



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Array-array khusus

`ones(3,1)` Array/matriks 3x1 yg nilai elemennya 1 semua

`zeros(2,2)` Array/matriks 3x1 yg nilai elemennya 0 semua

`a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]; size(a)` Ukuran array/matriks = 3x3

`Ones(size(a))` Berisi array/matriks 3x3 dengan nilai elemen 1 semua

o Manipulasi Array

`a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]; a(3,3); a(1,5)=1; a(:,2)=5; b=a(3:-1:1,1:3)`

`c=[a b(:, [1 3])]; d=[1 3]; e=a(d,d); d=a(:); d=d.'`



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Array Logika

```
x=-3:3; abs(x)>2;y=x(abs(x)>1)
```

```
y=x([1 1 0 0 0 11]) ; y=x(logical[1 1 0 0 0 1 1])
```

```
B=[5 -3; 2 -4]; x=abs(B)>2; y=B(x)
```

o Pencarian Sub-Array

```
x=-3:3; k=find(abs(x)>1); y=x(k)
```

```
A=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]; [i,j]=find(A>2)
```

o Ukuran Array

```
whos; A=[1 2 3 4;5 6 7 8]; s=size(A); [r,c]=size(A); length(A)
```



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Operasi Matriks Dasar

$A = [1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6; 7 \ 8 \ 9]; \det(A); \text{inv}(A); A'; A * \text{inv}(A)$

$B = [2 \ -1 \ 3]; A * B; B * A$

o Matriks Khusus

$a = [1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6]; b = \text{find}(a > 10)$ Matriks kosong

$\text{zeros}(3)$ atau $\text{zeros}(3,3)$; $\text{ones}(2,4)$; $\text{zeros}(3) + \pi$

$\text{eye}(3)$ Matriks identitas

$\text{rand}(3,1)$ Matriks 3x1 berisi bilangan acak dengan distribusi uniform

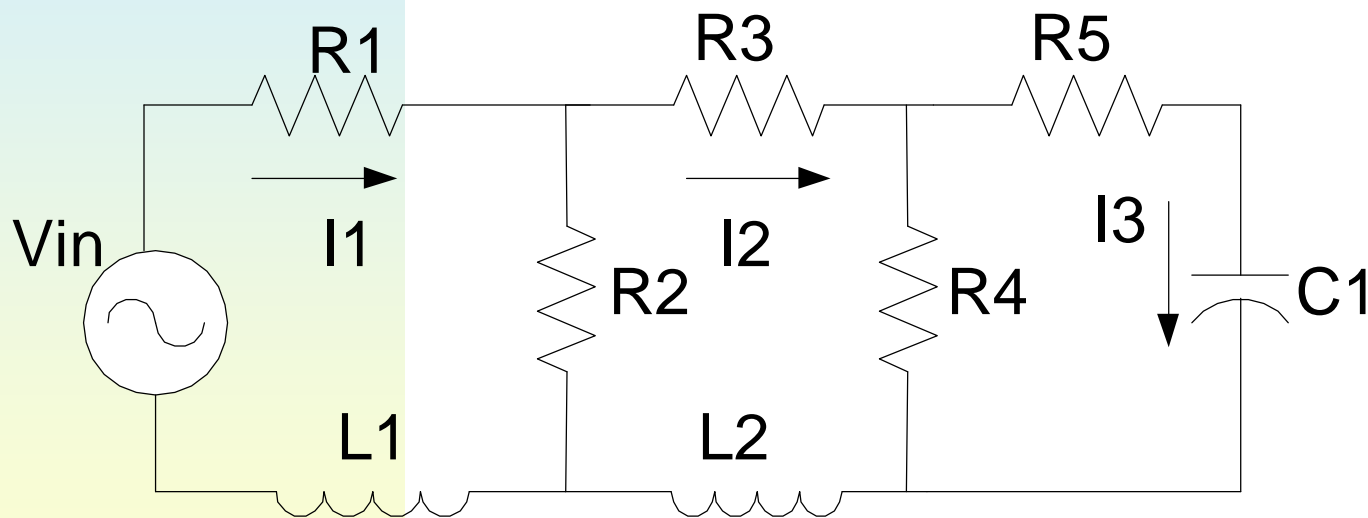
$\text{randn}(5,1)$ Matriks 3x1 berisi bilangan acak dengan distribusi normal



ARRAY, VECTORS DAN MATRIKS

o Latihan

Lihat Rangkaian Listrik Di Bawah Ini :



Tentukan I_1 , I_2 dan I_3 , buat grafiknya, kerjakan dalam M-File !



PEMBUATAN GRAFIK

o Grafik 2 Dimensi

```
x=linspace(0,2*pi,100); y=sin(x); plot(x,y)
z=cos(x); plot(x,y,x,z) atau w=[y;z]; plot(x,w)
plot(w,x) Jika terbalik grafik akan berputar 900
```

Feature-feature yang sering digunakan

```
plot(x,y,'b*-',x,z,'rs:')
```

```
box on; box off; xlabel('.....'); ylabel('.....'); title('.....')
```

```
grid on; grid off; legend('....','.....'); legend off
```

```
axis([xmin xmax ymin ymax]), hold on, hold off
```

```
subplot(jumlah_baris,jumlah_kolom,nomor_area_tempat_grafik)
```



Style Garis, Warna, dan Penandaan

Simbol	Warna	Simbol	Penandaan	Simbol	Style Garis
b	Biru	.	Titik	-	Garis lurus
g	Hijau	o	Lingkaran	:	Garis titik-titik
r	Merah	x	Tanda x	-.	Garis terpotong dan titik
c	Cyan	+	+	--	
m	Magneta	*	*		
y	Kuning	s	S		
k	Hitam	D	D		
w	Putih	^	^		
		<	<		
		>	>		
		p	Pentagram		
		h	Hexegram		



PEMBUATAN GRAFIK

o Grafik 2 Dimensi Yang Lain

```
bar(x,y); stairs(x,y); polar(sudut,jari_jari); stem(x,y); hist(y,x)
```

```
x=-2.9:0.2:2.9; y=rand(5000,1); hist(y,x);title('Histogram Data Gaussian')
```

o Grafik 3 Dimensi

```
t=linspace(0,10*pi); plot3(sin(t),cos(t),t); title('Heliks'); xlabel('sin(t)')  
ylabel('cos(t)'), zlabel(t)
```



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

o Mendefenisikan Variabel sebagai symbolic

`x=sym('x')` atau `sym x`

`syms x y z` Jika variabel yg didefenisikan lebih dari satu

`syms a b c d ; M=[a,b;c,d]` atau `M=sym '[a,b;c,d]'` ; `size(M)`
`class(M)`; `det(M)`; `inv(M)`

o Operasi-operasi symbolic

`syms x a b; m=x^2; [n,d]=numden(m);`

`g=3/2*x^2+2*x-3/4;[n,d]=numden(g);`

`h=(x^2+3)/(2*x-1)+3*x/(x-1); [n,d]=numden(h);`

`f=2*x^2+3*x-5; g=x^2-x+7; f+g; f-g; f*g; f/g;`



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

```
syms x u v; f=1/(1+x^2); g=sin(x); h=x/(1+u^2); k=cos(x+v);  
compose(f,g); compose(g,f); compose(h,k); finverse(f); subs(f,x,u)
```

o Differensial Dan Integral

```
syms a b c d x s; f=a*x^3+x^2+b*x-c; diff(f); diff(f,2); diff(f,a,2)  
g=[a*x,b*x^2; c*x^3,d*s], diff(g)
```

```
Syms x s m n; f=sin(s+2*x); int(f); int(f,s); int(f,pi/2,pi)  
Int(f,s,pi/2,pi) ; simple(int(f,m,n))
```



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

o Menyederhanakan Ekspresi

```
sym x; f=taylor(log(1+x)/(x-5)); pretty(f);  
f=(x^2-1)*(x-2)*(x-3); collect(f); factor(f); expand(f);
```

```
syms x y a; simplify(log(2*x/y)); simplify(sin(x)^2+3*x+cos(x)^2-5);  
simplify((-a^2+1)/(1-a));  
f=(1/x^3+6/x^2+12/x+8)^(1/3); g=simple(f); g=simple(g)
```

o Membentuk penjumlahan fraksial

```
sym s; Y=(10*s^2+40*s+30)/(s^2+6*s+8); Y=diff(int(Y)); pretty(Y)
```



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

o Menyelesaikan Persamaan Aljabar

```
syms a b c x; solve(a*x^2+b*x+c), solve(a*x^2+b*x+c,b)
```

```
f=solve(cos(x)-sin(x)); t=solve(tan(x)-sin(2*x))
```

```
solve('z*sin(x)=3*y','y')
```

```
syms x y; [a1 a2]=solve(x^2+x*y+y-3,x^2-4*x+3) atau :
```

```
S=solve(x^2+x*y+y-3,x^2-4*x+3); S.x ; S.y
```

```
S=solve(sin(x+y)-exp(x)*y,x^2-y-2); S.x; S.y
```

```
f=(x-3)^2+(y-2)^2-5^2; solve(f,y)
```



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

o Penyelesaian Simbolik untuk Sistem Persamaan Linier

```
syms d n p q;
```

```
eq1=d+n/2+p/2-q; eq2=n+d+q-p-10; eq3=q+d-n/4-p;eq4=q+p-n-8*d-1
```

```
S=solve(eq1,eq2,eq3,eq4)
```

o Persamaan Differensial

```
dsolve('Dy=1+y^2'); dsolve('Dy=1+y^2,y(0)=1')
```

```
dsolve('Dy=1+y^2,y(0)=1','x')
```

```
y=dsolve('D2y=cos(t)-y,Dy(0)=0,y(0)=1')
```

```
y=dsolve('D2y-2*Dy-3*y=0,y(0)=0,y(1)=1')
```

```
ezplot(y,[-6 2])
```



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

o Persamaan Differensial

[f g]=dsolve('Df=3*f+4*g, Dg=-4*f+3*g,f(0)=0,g(0)=1')

o Latihan

Selesaikan persamaan differensial dengan kondisi awal :

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + 7x \frac{dy}{dx} + 5y = 10 - \left(\frac{4}{x} \right); \quad y(1) = 1, \quad \frac{dy}{dx}(1) = 0$$



SYMBOLIC MATH TOOLBOX

o Transformasi Laplace

```
syms a s t w; f=exp(-a*t)*cos(w*t); L=laplace(f,t,s)
laplace(sym('Dirac(t)')); laplace(sym('Heaviside(t)'))
ilaplace(L,s,t); ilaplace(1/(s^2+1))
```

o Transformasi Fourier

```
syms t w; f=t*exp(-t^2); F=fourier(f,t,w); f=ifourier(F); simplify(ans)
fourier(sym('exp(-t)*Heaviside(t)+3*Dirac(t)'))
```



APLIKASI PADA DSP

o Membuat sinyal

Sinyal sinus frekuensi 1000 Hz dengan frekuensi sampling 50 KHz :
`F=1000; Fs=50000; Ts=1/Fs; t=0:Ts:100*Ts; y=sin(2*pi*F*t);
plot(t,y); title('Sinyal sinus frekuensi 1000 Hz');
xlabel('waktu'); ylabel('amplitudo')`

o Spektrum Frekuensi (Fast Fourier Transform)

`Y=fft(y,1024); Fn=Fs/2; f=Fs*(0:512)/1024; Yp=abs(Y(1:513));
plot(f,Yp); i=find(f<=2000); plot(f(i),Yp(i)); grid; xlabel('Frekuensi');
ylabel('Amplitudo'); title('Spektrum Frekuensi');`



APLIKASI PADA DSP

o Konvolusi

Domain Waktu

```
F1=100; F2=1000; Fs=50000; Ts=1/Fs; t=0:Ts:3000*Ts;  
y1=sin(2*pi*F1*t);y2=sin(2*pi*F2*t); y=y1+y2; subplot(2,2,1)  
plot(t,y); h=ones(100,1)/100; yf=conv(h,y); subplot(2,2,3);  
plot(t,yf(1:length(t)))
```

Domain Frekuensi

```
Y=fft(y,1024); f=Fs*(0:50)/1024; Yp=abs(Y(1:51));  
subplot(2,2,2); plot(f,Yp)  
Yf=fft(yf,1024); f=Fs*(0:50)/1024; Yfp=abs(Yf(1:51));  
subplot(2,2,4); plot(f,Yfp)
```



APLIKASI PADA DSP

o Filter Digital

ButterWorth Design :

$[b,a]=\text{butter}(N,Wn)$ untuk LPF;

$[b,a]=\text{butter}(N,Wn\text{'high'})$ untuk HPF

$[b,a]=\text{butter}(N,[W1\ W2])$ untuk BPF;

$[b,a]=\text{butter}(N,[W1\ W2],\text{'stop'})$ BSF

N = Orde Filter; b =numerator; a =denominator

$W1, W2, Wn$ =cutoff frekuensi, dinormalisasi terhadap $\frac{1}{2} F_{\text{sampling}}$

Contoh

$F_s=10000$; $[b,a]=\text{butter}(2,100/(F_s/2))$; $[b,a]=\text{butter}(2,1000/(F_s/2),\text{'high'})$

$[b,a]=\text{butter}(6,[500\ 1500]/(F_s/2))$



APLIKASI PADA DSP

o Frekuensi Repon

$[H,F]=\text{freqz}(b,a,N,Fs)$

$Fs=10000; [b,a]=\text{butter}(6,[500\ 1500]/(Fs/2))$

b dan a = numerator dan denominator filter

N=jumlah titik frekuensi

Fs=Frekuensi Sampling

H=Repon Frekuensi

Contoh

```
[H,F]=freqz(b,a,100,Fs); Hm=abs(H); phase=angle(H); plot(F,Hm);  
grid on; figure; plot(F,unwrap(phase*180/pi)); grid on
```



APLIKASI PADA DSP

o Filtering

`filter(b,a,x)`

`b=numerator; a=denominator; x=sinyal yg difilter`

```
F1=100; F2=2500; Fs=50000; Ts=1/Fs; t=0:Ts:3000*Ts;  
y1=sin(2*pi*F1*t);y2=sin(2*pi*F2*t); y=y1+y2; subplot(2,2,1)  
plot(t,y); [b a]=butter(10,2000/(Fs/2),'high'); yf=filter(b,a,y);  
subplot(2,2,2); plot(t(1:200),yf(1:200)); grid on
```

```
Yf=fft(yf,1024); f=Fs*(0:100)/1024; Yfp=abs(Yf(1:101));  
subplot(2,2,3); plot(f,Yfp); grid on
```



APLIKSI PADA SYSTEM CONTROL

o Representasi System

1. State Space

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du\end{aligned}$$

x=State Vector
u=Input Vector
y=Output Vector

2. Transfer Function

$$P(s) = \frac{D(s)}{N(s)}$$

D(s)=Numerator
N(s)=Denominator



APLIKSI PADA SYSTEM CONTROL

o Membuat sistem

```
Num=[2 1]; Den=[1 -2 3]; System=tf(Num,Den)
```

Konversi ke State Space : `ss(System)`

o Open Loop Step Response

```
u =1; step(u*num,den)
```

o Close Loop Step Response (PID Controller)

<http://www.engin.umich.edu/group/ctm/PID/PID.html>

Contoh : Sistem Massa Pegas, Rangkaian listrik seri RLC

