

LAPORAN PRAKTIKUM KE – 1
“ OPERASI PADA MATRIKS DAN MKT UNTUK
PENDUGAAN PARAMETER MODEL REGRESI BERGANDA “

Oleh :

A.Rofiqi Maulana (125090500111025)



Asisten :

- 1. Angga Wahyu Pratama (115090500111061)**
- 2. Apriliantono (115090507111005)**

LABORATORIUM STATISTIKA
PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada era *big data* sekarang ini, analisis data melibatkan data yang sangat besar dan perhitungan yang rumit harus menggunakan bantuan komputer. Jika masih menggunakan perhitungan konvensional, maka akan dibutuhkan waktu yang cukup lama dan menjadi tidak efisien. Misalnya dalam analisis regresi yang memanfaatkan perhitungan aljabar matriks. Oleh karena itu diperlukan bantuan perangkat komputer untuk memudahkan dan mempercepat perhitungan. Sehingga keputusan dapat diambil dengan cepat dan tepat. Salah satu penerapan statistika yaitu dalam bidang komputasi. Istilah komputasi merupakan cara menemukan pemecahan masalah dengan menggunakan suatu algoritma. Komputasi dahulu berkembang dari pena kemudian kalkulator hingga ke perangkat komputer. Saat ini komputasi statistika berkembang pesat seiring dengan majunya perkembangan teknologi. Sekarang ini, sudah banyak software statistika yang ditawarkan. Dalam bidang komputasi, kita dapat mendesain dan mengembangkan suatu software tertentu yang belum menawarkan suatu paket analisis data tertentu. Bahkan, kita dapat membuat sebuah software statistika baru.

Statistika di bidang komputasi berkenaan dengan dunia teknologi - teknologi. Revolusi komputer telah membawa implikasi perkembangan statistika di masa mendatang, dengan penekanan baru pada statistika eksperimental dan empirik. Seorang *statistician* diharapkan mampu untuk membuat perhitungan analisis data menggunakan perangkat komputer, salah satunya adalah *software R*. *R* merupakan *software* yang *open source* dan dapat melakukan komputasi statistika. Sehingga dengan *software R* ini akan mempermudah perhitungan dan dapat membuat suatu program analisis data yang belum ditawarkan oleh *software* lain.

1.2 Tujuan

1. Mahasiswa mampu membuat *array* dan matriks dalam *software R*
2. Mahasiswa mampu membuat program pendugaan parameter regresi dengan metode kuadrat terkecil di *software R*.
3. Mahasiswa mampu melakukan operasi aljabar matriks di *software R*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Matriks merupakan deretan angka atau elemen berbentuk bujur sangkar yang disusun dalam baris dan kolom. Sebuah matriks A berukuran $m \times n$, dapat dinyatakan sebagai

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Beberapa operasi dalam matriks yaitu penjumlahan matriks, pengurangan matriks, perkalian matriks, transpose, determinan, dan invers matriks.

Transpos matriks merupakan pertukaran baris dan kolom dari sebuah matriks atau vector.

Untuk setiap matriks persegi A, terdapat hubungan sebuah angka (scalar) yang dikenal sebagai determinan dari matriks. Perhatikan bahwa sebuah matriks tidak memiliki nilai numeric, tapi determinan adalah sebuah angka. Determinan matriks diperoleh dengan mengali silang /secara berlawanan elemen diagonal utama dan mengurangi produk perkalian silang dengan elemen diagonal lainnya.

Invers dari sebuah matriks persegi A, dilambangkan dengan A^{-1} , merupakan sebuah matriks persegi yang nik, seperti

$$AA^{-1} = A^{-1}A = I,$$

dengan I adalah matriks identitas

Ordinary Least Square (OLS) merupakan metode pendugaan parameter regresi dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat. Untuk memperoleh estimasi OLS dari β , fungsi regresi sampel adalah

$$Y_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \hat{\beta}_3 X_{3i} + \dots \hat{\beta}_k X_{ki} + \hat{u}_i$$

yang dapat ditulis dalam notasi matriks sebagai

$$y = X\beta + \hat{u}$$

dan dalam bentuk matriks sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \dots \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{u}_1 \\ \hat{u}_2 \\ \dots \\ \hat{u}_k \end{bmatrix}$$

Sedangkan untuk mencari penduga parameter regresi tersebut, dapat melalui

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y)$$

(Gujarati, 2012)

Berikut merupakan fasilitas operasi matriks yang disediakan oleh R

Operator	Deskripsi
$A * B$	Perkalian antar elemen matriks yang bersesuaian
$A \%*\% B$	Perkalian matrik
$A \%o\% B$	<i>Outer Product</i> . $A'B$
$\text{crossprod}(A,B)$ $\text{crossprod}(A)$	$A'B$ dan $A'A$
$t(A)$	Transpos matriks
$\text{solve}(A)$	Invers matriks
$y < \text{eigen}(A)$	Menghitung nilai eigen dan vector eigen
$\text{ginv}(A)$	Matriks kebalikan umum
$y <- \text{qr}(A)$	Dekomposisi matriks
$\text{det}(A)$	Determinan matriks

Untuk membuat matriks di software R maka dapat menggunakan fungsi $M = \text{matrix}(\text{data}, \text{nrow}, \text{ncol}, \text{byrow}=T)$ dengan ncol = banyaknya kolom, nrow =banyaknya baris dan $\text{byrow}=T$ matriks akan disusun menurut baris. Array mirip dengan matriks

(Robert Kobacoff, 2014)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Membuka *software* R

- 1) Buka *software* R dengan cara *double* klik icon



- 2) Untuk melakukan perhitungan, menggunakan lembar kerja R yaitu *R Console*

 A screenshot of the R Console window. The title bar says 'RGui (32-bit)'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Misc', 'Packages', 'Windows', and 'Help'. The toolbar contains various icons for file operations and running code. The main text area shows the R startup message: 'R version 3.0.2 (2013-09-25) -- "Friabee Sailing"', copyright information, and instructions on how to use the console (e.g., 'Type \'license()\' or \'licence()\' for distribution details.'). At the bottom, it says '[Previously saved workspace restored]' and shows a red prompt character '>' followed by a cursor.

3.2 Membuat matriks dengan menggunakan fungsi *array* dan matriks Untuk membuat matriks, menggunakan lembar kerja *R Console*.

Berikut merupakan *source code* membuat matriks

No	<i>Source Code</i>
1	<code>M1 = array(c(-3,3,6,5,8,5,3,6,7,4,2),dim=c(5,5))</code>
2	<code>M2 = array(1:50,dim=c(5,5))</code>
3	<code>M3 = matrix(c(1,4,7,4,4),5,5)</code>
4	<code>M4 = matrix(1:25,5,5)</code>

3.3 Operasi aljabar matriks

Untuk melakukan operasi aljabar dalam matriks, sebaiknya menggunakan matriks persegi, karena akan memudahkan perhitungan. Contohnya perhitungan invers, penambahan, dan determinan matriks. Dan perhitungan aljabar matriks dilakukan pada R Console.

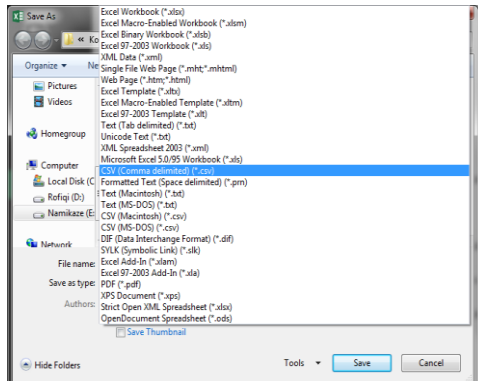
Berikut merupakan source code beberapa operasi matriks

No	Source Code
1	M1 = matrix(c(2,0,1,3,-4,-1,-4,2,5),3,3)
2	M2 = matrix(c(2,1,3,1,-3,0,3,1,1),3,3)
3	M1+M2
4	M1-M2
5	t(M1)
6	M1*M2
7	M1%*%M2
8	solve(M1)
9	det(M1)
10	crossprod(M1,M2)
11	crossprod(M1)
12	diag(M1)
13	eigen(M1)
14	cbind(M1,M2)
15	rbind(M1,M2)
16	colMeans(M1)
17	rowMeans(M1)
18	M=diag(5)
19	trM1=sum(diag(M1))
20	qr(M1)\$rank
21	det(M1)*solve(M1)
22	3*M1
23	R = matrix(c(2,1,3,1,3,2),3,2,byrow=T) M1[R]=0
24	R = matrix(c(1,2,1,3,2,3),3,2,byrow=T) M2[R]=0
25	R = matrix(c(2,1,3,1,3,2),3,2,byrow=T) M2[R]=0

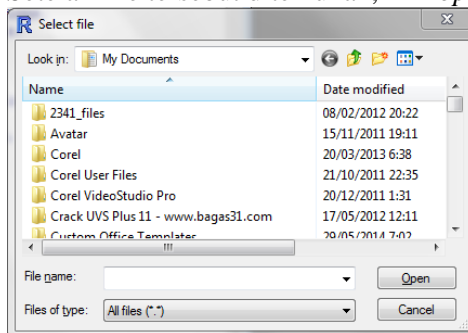
3.3 Pendugaan parameter regresi metode OLS

Langkah-langkah dalam pendugaan parameter di R adalah

- 1) Jika sudah mempunyai data di file lain, maka bisa langsung di import ke R. Jika data dalam format file excel, maka di simpan dahulu ke format .csv dengan cara *save as CSV*



- 2) Melakukan input data ke R, kemudian mencari file tersebut. Setelah file tersebut ditemukan, klik *open*.



- 3) Melakukan pemanggilan data tersebut dengan cara mengetikkan nama data yang kita input tadi ke R lalu tekan enter. Setelah itu, kita dapat melakukan pendugaan parameter regresi.
- 4) Jika data tidak terlalu banyak, maka kita dapat melakukan input data langsung pada R *Console*.

Berikut merupakan source code pendugaan parameter regresi

No	Source Code
1	<code>data1= read.csv(file.choose(),header=T,sep=";",")</code>
2	<code>data1</code>
3	<code>Attach(data1)</code>
4	<code>X=cbind(seq(1),G,CPI,EX,ER,Dummy)</code>
5	<code>Y=matrix(PMA,23,1)</code>
6	<code>Beta=solve(t(X)%*%X)%*%t(X)%*%Y</code>
7	<code>lm(PMA ~ G + CPI +EX + ER + Dummy)</code>

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Membuat matriks dengan menggunakan fungsi array dan matriks

No	Penjelasan
1	<p>Membuat matriks dengan menggunakan fungsi array dapat dilakukan dengan cara membentuk array dengan beberapa bilangan yang akan disusun menurut kolom dan mempunyai ordo 5 x 5.</p> <pre>> M1 = array(c(-3,3,6,5,8,5,3,6,7,4,2),dim=c(5,5)) > M1</pre> <pre> [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [1,] -3 5 2 8 4 [2,] 3 3 -3 5 2 [3,] 6 6 3 3 -3 [4,] 5 7 6 6 3 [5,] 8 4 5 7 6 > </pre>
2	<p>Membuat matriks menggunakan fungsi array juga dapat dilakukan dengan cara membentuk array dengan beberapa bilangan yang akan disusun menurut kolom dalam suatu rentang data. Penulisan pada matriks di R dilakukan secara kolom terlebih dahulu dan rentang yang dibuat minimal sama dengan banyaknya data pada matriks yang ingin kita buat.</p> <pre>> M2 = array(1:50,dim=c(5,5)) > M2</pre> <pre> [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [1,] 1 6 11 16 21 [2,] 2 7 12 17 22 [3,] 3 8 13 18 23 [4,] 4 9 14 19 24 [5,] 5 10 15 20 25 > </pre>
3	<p>Membuat matriks berukuran 5x5 dengan vector (1,4,7,4,4). Pembacaan dilakukan secara kolom. Jika ingin dibaca per baris maka dapat ditambahkan byrow=False.</p>

	<pre> > M3 = matrix(c(1,4,7,4,4),5,5) > M3 [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [1,] 1 1 1 1 1 [2,] 4 4 4 4 4 [3,] 7 7 7 7 7 [4,] 4 4 4 4 4 [5,] 4 4 4 4 4 > </pre>
4	<p>Membuat matriks berukuran 5x5 dengan data mulai dari 1 sampai 25 menurut pembacaan kolom.</p> <pre> > M4 = matrix(1:25,5,5) > M4 [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [1,] 1 6 11 16 21 [2,] 2 7 12 17 22 [3,] 3 8 13 18 23 [4,] 4 9 14 19 24 [5,] 5 10 15 20 25 > </pre>

4.2 Operasi aljabar matriks

No	Penjelasan
1	<p>Membuat matriks M1 berukuran 3x3</p> <pre> > M1 = matrix(c(2,0,1,3,-4,-1,-4,2,5),3,3) > M1 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 3 -4 [2,] 0 -4 2 [3,] 1 -1 5 > </pre>
2	<p>Membuat matriks M2 berukuran 3x3</p> <pre> > M2 = matrix(c(2,1,3,1,-3,0,3,1,1),3,3) > M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 1 3 [2,] 1 -3 1 [3,] 3 0 1 > </pre>
3	Operasi penjumlahan M1 dan M2

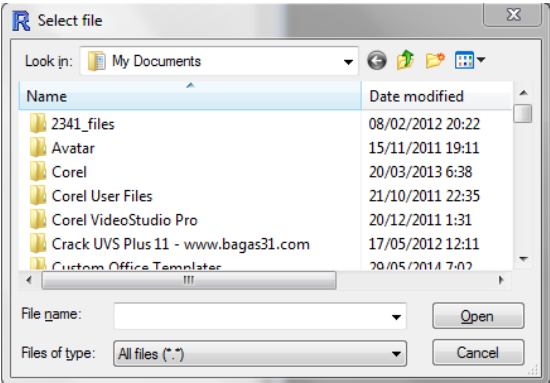
	<pre> > M1+M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 4 4 -1 [2,] 1 -7 3 [3,] 4 -1 6 > </pre>
4	<p>Operasi pengurangan matriks</p> <pre> > M1-M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 0 2 -7 [2,] -1 -1 1 [3,] -2 -1 4 > </pre>
5	<p>Transpose Matriks</p> <pre> > t(M1) [,1] [,2] [,3] [1,] 2 0 1 [2,] 3 -4 -1 [3,] -4 2 5 > </pre>
6	<p>Perkalian antar elemen matriks yang bersesuaian</p> <pre> > M1*M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 4 3 -12 [2,] 0 12 2 [3,] 3 0 5 > </pre>
7	<p>Perkalian Matriks</p> <pre> > M1%*%M2 [,1] [,2] [,3] [1,] -5 -7 5 [2,] 2 12 -2 [3,] 16 4 7 > </pre>
8	<p>Invers Matriks</p> <pre> > solve(M1) [,1] [,2] [,3] [1,] 0.39130435 0.2391304 0.21739130 [2,] -0.04347826 -0.3043478 0.08695652 [3,] -0.08695652 -0.1086957 0.17391304 > </pre>
9	<p>Determinan Matriks</p> <pre> > det(M1) [1] -46 > </pre>
10	<p>Menghitung nilai M1'M2 (cross product)</p>

	<pre> > crossprod(M1,M2) [,1] [,2] [,3] [1,] 7 2 7 [2,] -1 15 4 [3,] 9 -10 -5 </pre>
11	<p>Menghitung $M1^T M1$ (cross product)</p> <pre> > crossprod(M1) [,1] [,2] [,3] [1,] 5 5 -3 [2,] 5 26 -25 [3,] -3 -25 45 </pre>
12	<p>Mencari diagonal utama</p> <pre> > M1 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 3 -4 [2,] 0 -4 2 [3,] 1 -1 5 </pre>
13	<p>Menghitung eigenvalue dan eigenvector</p> <pre> > eigen(M1) \$values [1] -3.674010+0.000000i 3.337005+1.176766i 3.337005-1.176766i \$vectors [,1] [,2] [,3] [1,] 0.3781089+0i -0.8667360+0.0000000i -0.8667360+0.0000000i [2,] -0.9137033+0i 0.1123148+0.0647257i 0.1123148-0.0647257i [3,] -0.1489291+0i 0.3739437+0.3035306i 0.3739437-0.3035306i </pre>
14	<p>Menggabungkan matriks secara kolom</p> <pre> > cbind(M1,M2) [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [1,] 2 3 -4 2 1 3 [2,] 0 -4 2 1 -3 1 [3,] 1 -1 5 3 0 1 </pre>
15	<p>Menggabungkan matriks secara baris</p> <pre> > rbind(M1,M2) [,1] [,2] [,3] [1,] 2 3 -4 [2,] 0 -4 2 [3,] 1 -1 5 [4,] 2 1 3 [5,] 1 -3 1 [6,] 3 0 1 </pre>
16	<p>Rata-rata pada baris dan kolom</p> <pre> > colMeans(M1) [1] 1.0000000 -0.6666667 1.0000000 > rowMeans(M1) [1] 0.3333333 -0.6666667 1.6666667 > </pre>

17	<p>Mencari solusi sistem persamaan linier</p> <pre>> x=c(1,2,3) > solve(M1,x) [1] 1.5217391 -0.3913043 0.2173913</pre>
18	<p>Membuat matriks identitas dengan diag(k) dengan k adalah ukuran matriks persegi</p> <pre>> M=diag(5) > M [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [1,] 1 0 0 0 0 [2,] 0 1 0 0 0 [3,] 0 0 1 0 0 [4,] 0 0 0 1 0 [5,] 0 0 0 0 1 > </pre>
19	<p>Menghitung trace yaitu jumlah diagonal utama matriks</p> <pre>> trM1=sum(diag(M1)) > trM1 [1] 3</pre>
20	<p>Rank dari sebuah matriks</p> <pre>> qr(M1)\$rank [1] 3</pre>
21	<p>Menghitung adjoin matriks</p> <pre>> det(M1)*solve(M1) [,1] [,2] [,3] [1,] -18 -11 -10 [2,] 2 14 -4 [3,] 4 5 -8 > </pre>
22	<p>Perkalian skalar</p> <pre>> 3*M1 [,1] [,2] [,3] [1,] 6 9 -12 [2,] 0 -12 6 [3,] 3 -3 15 > </pre>
23	<p>Matriks segitiga atas</p> <pre>> R = matrix(c(2,1,3,1,3,2),3,2,byrow=T) > R [,1] [,2] [1,] 2 1 [2,] 3 1 [3,] 3 2 > M1[R]=0 > M1[R] [1] 0 0 0 > M1 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 3 -4 [2,] 0 -4 2 [3,] 0 0 5 > </pre>

24	<p>Matriks segitiga bawah</p> <pre> > R = matrix(c(1,2,1,3,2,3),3,2,byrow=T) > R [,1] [,2] [1,] 1 2 [2,] 1 3 [3,] 2 3 > M2[R]=0 > M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 0 0 [2,] 1 -3 0 [3,] 3 0 1 > </pre>
25	<p>Matriks diagonal</p> <pre> > M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 0 0 [2,] 1 -3 0 [3,] 3 0 1 > R = matrix(c(2,1,3,1,3,2),3,2,byrow=T) > M2[R]=0 > M2 [,1] [,2] [,3] [1,] 2 0 0 [2,] 0 -3 0 [3,] 0 0 1 > </pre>

4.3 Pendugaan parameter regresi metode OLS

No	Penjelasan
1	<p>Proses input data dari file .csv kemudian memilih file yang akan diinputkan, header = T jika baris pertama adalah nama variabel. Dan sep = ";" untuk sebagai tanda pemisah data antar variabel.</p> 

2	<p>Untuk menampilkan data, maka ketik nama data yang telah kita inputkan di R, yaitu data1 kemudian enter. Sehingga akan tampak seperti gambar berikut</p> <pre> > data1=read.csv(file.choose(),header=T,sep=";") > data1 PMA G CPI EX ER Dummy 1 1563.0 29670.84 5.72 151536.7 9415 0 2 2246.1 30871.24 6.71 162529.9 9387 0 3 4814.7 29090.80 6.27 182514.0 9170 0 4 2053.5 35503.88 6.41 184040.3 9480 0 5 4282.3 26823.27 7.76 184892.6 9290 0 6 2645.2 28813.63 8.41 191189.9 10310 0 7 4735.2 34640.96 7.65 204876.2 9075 0 8 2370.6 44347.70 17.79 212717.2 9830 0 9 2916.6 30202.70 16.90 206730.1 9713 0 10 3608.2 37102.47 15.51 212898.2 9300 0 11 4586.1 35237.25 14.87 221837.2 9235 0 12 6059.7 45314.16 6.36 224553.5 9118 0 13 11135.5 31021.72 6.02 226790.9 9020 0 14 6382.1 37537.80 6.25 234934.5 9054 0 15 9046.0 38522.13 6.51 238286.8 9137 1 16 7105.5 39145.81 6.73 263606.1 9419 1 17 6382.1 40547.53 7.64 255181.8 9217 1 18 2498.8 46227.97 10.12 244656.6 9225 1 19 3416.5 42816.55 11.96 263976.5 9378 1 20 1055.8 53787.28 11.50 207385.2 10950 1 </pre>
3	<p>Berfungsi untuk mengaktifkan data pada masing-masing variabel. Jika tidak menggunakan perintah attach() maka jika melakukan perhitungan pada data tersebut akan muncul “<i>object not found</i>”</p> <pre> > attach(data1) > mean(PMA) [1] 4216.161 > </pre>
4	<p>Berfungsi untuk membuat matriks X (dalam notasi matriks $y = X\hat{\beta} + \hat{u}$) yaitu</p> $\begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix}$ <p>seq(1) berfungsi untuk membentuk matriks kolom berisikan angka 1 semua kemudian digabung dengan variabel bebas menggunakan perintah cbind.</p>

	<pre> > X=cbind(seq(1),G,CPI,EX,ER,Dummy) > X G CPI EX ER Dummy [1,] 1 29670.84 5.72 151536.7 9415 0 [2,] 1 30871.24 6.71 162529.9 9387 0 [3,] 1 29090.80 6.27 182514.0 9170 0 [4,] 1 35503.88 6.41 184040.3 9480 0 [5,] 1 26823.27 7.76 184892.6 9290 0 [6,] 1 28813.63 8.41 191189.9 10310 0 [7,] 1 34640.96 7.65 204876.2 9075 0 [8,] 1 44347.70 17.79 212717.2 9830 0 [9,] 1 30202.70 16.90 206730.1 9713 0 [10,] 1 37102.47 15.51 212898.2 9300 0 [11,] 1 35237.25 14.87 221837.2 9235 0 [12,] 1 45314.16 6.36 224553.5 9118 0 [13,] 1 31021.72 6.02 226790.9 9020 0 [14,] 1 37537.80 6.25 234934.5 9054 0 [15,] 1 38522.13 6.51 238286.8 9137 1 [16,] 1 39145.81 6.73 263606.1 9419 1 [17,] 1 40547.53 7.64 255181.8 9217 1 [18,] 1 46227.97 10.12 244656.6 9225 1 [19,] 1 42816.55 11.96 263976.5 9378 1 [20,] 1 53787.28 11.50 207385.2 10950 1 [21,] 1 38332.31 8.56 219101.7 11575 1 [22,] 1 47428.13 5.67 223004.3 10225 1 [23,] 1 47183.12 3.76 241885.3 9681 1 > </pre>
5	<p>Merupakan perintah untuk membuat matriks kolom untuk variabel dependent PMA yaitu Y berukuran 23x1</p> <pre> > Y=matrix(PMA,23,1) > Y [,1] [1,] 1563.0 [2,] 2246.1 [3,] 4814.7 [4,] 2053.5 [5,] 4282.3 [6,] 2645.2 [7,] 4735.2 [8,] 2370.6 [9,] 2916.6 [10,] 3608.2 [11,] 4586.1 [12,] 6059.7 [13,] 11135.5 [14,] 6382.1 [15,] 9046.0 [16,] 7105.5 [17,] 6382.1 [18,] 2498.8 [19,] 3416.5 [20,] 1055.8 [21,] 2586.4 [22,] 2645.6 [23,] 2836.2 > </pre>
6	<p>Melakukan perhitungan pendugaan parameter $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y)$</p>

	<pre> > Beta=solve(t(X)%*%X)%*%t(X)%*%Y > Beta [,1] 3.908921e+02 G -1.346280e-01 CPI -2.315966e+02 EX 7.673791e-02 ER -5.043713e-01 Dummy -1.873576e+03 > </pre>
7	<p>Merupakan perintah perhitungan pendugaaan parameter regresi menggunakan formula yang sudah tersedia di R. Sehingga perintah ini sangat bermanfaat untuk mengecek koding kita sudah benar atau tidak.</p> <pre> > lm(PMA ~ G + CPI +EX + ER + Dummy) Call: lm(formula = PMA ~ G + CPI + EX + ER + Dummy) Coefficients: (Intercept) G CPI EX ER Dummy 3.909e+02 -1.346e-01 -2.316e+02 7.674e-02 -5.044e-01 -1.874e+03 </pre>

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a) Untuk membuat matriks di dalam R dapat menggunakan fungsi array dan matriks. Secara umum untuk membuat matriks yaitu $M = \text{matrix}(\text{vector}, \text{nrow}=r, \text{ncol}=c, \text{byrow}=F, \text{dim}=\text{list}(\text{char_vector_rownames}, \text{char_vector_colnames}))$.
- b) Beberapa operasi matriks yang dapat dilakukan di R adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian, *crossproduct*, determinan, *invers*, *adjoin*, matriks skalar, *transpose*, *rank* matriks dan matriks diagonal.
- c) Pendugaan parameter regresi di **R** menggunakan $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y)$ dan dihasilkan persamaan regresi yaitu
$$PMA = 390,8921 - 0,134G - 2031,59EX - 0,5043ER - 10873,57Dummy$$
Hasil tersebut sama dengan hasil perhitungan menggunakan formula regresi di R.

5.2 Saran

Dalam melakukan perhitungan aljabar matriks maka harus berhati-hati menggunakannya. Terutama diperhatikan operasi yang hampir sama kegunaannya, misalnya dalam perkalian matriks. Di R terdapat perkalian matriks dan perkalian antar elemen matriks yang bersesuaian. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadi kesalahan baca formula. Dalam pendugaan parameter, sebaiknya mengecek hasil komputasi atau koding tersebut dengan formula yang sudah disediakan oleh R.

DAFTAR PUSTAKA

- Gujarati, Damodar. 2012. *Dasar – Dasar Ekonometrika*. Jakarta : Mc Graw Hill.
- Kabacoff, Robert. 2014. Quick - R accessing the power of R. <http://www.statmethods.net/>. Diakses pada 18 oktober 2014 pukul 20.00 WIB.

LAMPIRAN