

PEMILIHAN MODEL REGRESI TERBAIK DENGAN
METODE REGRESI SEMUA KEMUNGKINAN, METODE ELIMINASI
LANGKAH MUNDUR DAN METODE REGRESI BERTATAR

S K R I P S I



Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Sains
Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember



	: Hadiah	Klass
	: Pembelian	
Oleh	: Terima : Tgl. 2 APR 2003	519.536
	: No. Induk	TRI
		P
		@.1

Andamari Triwinasis
NIM : 971810101011

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2003

MOTTO

“ Siapa mempelajari satu bab tentang ilmu yang bakal diajarkan kepada masyarakat, maka baginya pahala 70 Nabi ”

(Sabda Rasulullah s.a.w.)

“ Doa adalah nyanyian hati yang terus mengalun menuju tahta Tuhan bahkan meski terbelit dalam tangisan ribuan jiwa ”

(Kahlil Gibran)

PERSEMBAHAN

Sebagai ungkapan rasa terima kasih yang mendalam, kupersembahkan serangkaian karya ini kepada :

- *Bapak dan ibu atas limpahan kasih sayang, pengorbanan serta doa restu yang tiada henti-hentinya.*
- *Mas dan mbakku serta semua keponakan-keponakan tercinta untuk semua dukungannya.*
- *Almamater yang selalu kubanggakan.*

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil kerja penelitian mulai bulan September 2001 sampai dengan bulan Maret 2003. Bersama ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada instansi lain.

Jember, Maret 2003

Penulis



ABSTRAK

“Pemilihan Model Regresi Terbaik Dengan Metode Regresi Semua Kemungkinan, Metode Eliminasi Langkah Mundur dan Metode Regresi Bertatar”. Andamari Triwinasis (NIM. 971810101011), Maret 2003, Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penelitian ini bertujuan untuk memilih kombinasi variabel bebas yang baik dengan menggunakan metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar, mengetahui kelebihan ataupun kelemahan yang ada pada masing-masing metode dan memilih metode yang paling mudah dilaksanakan atau yang memberikan hasil yang paling optimal. Berdasarkan uji regresi yang dilakukan pada ketiga metode dengan menggunakan ilustrasi data simulasi dan sekunder diperoleh hasil bahwa metode regresi semua kemungkinan tidak praktis digunakan karena membutuhkan waktu yang lama untuk memeriksa keluaran komputer serta kurang memberikan hasil yang optimal. Pemilihan model regresi terbaik menggunakan metode eliminasi langkah mundur ataupun metode regresi bertatar memberikan hasil yang sama dan mampu menyeleksi variabel bebas yang baik untuk masuk ke dalam model sehingga dapat memberikan hasil yang optimal.

Kata kunci : Kombinasi variabel bebas, uji regresi, regresi semua kemungkinan, regresi eliminasi langkah mundur, regresi bertatar.

PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan didepan Tim Penguji dan diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

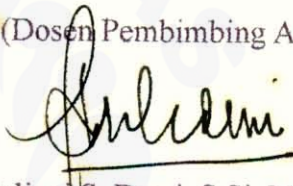
Hari : KAMIS
Tanggal : 10 APR 2003
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

TIM PENGUJI

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)


Dr. I Made Tirta, Dip.Sc, MSc, Ph.D
NIP. 131 474 500

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)


Yuliani S. Dewi, S.Si, MSi
NIP. 132 258 183

Anggota I



Rita Ratih T, S.Si, MSi
NIP. 132 243 343

Anggota II


M. Fatekurohman, S.Si, MSi
NIP. 132 210 538



Mengesahkan
Dekan FMIPA Universitas Jember


Ir. Sumadi, MS
NIP. 130 368 784

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul “Pemilihan Model Regresi Terbaik dengan Metode Regresi Semua Kemungkinan, Metode Eliminasi Langkah Mundur dan Metode Regresi Bertatar” dapat terselesaikan dengan baik.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan kerjasama berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ir.Sumadi,MS, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember.
2. Drs.Kusno,DEA, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
3. Drs. I Made Tirta Dip.Sc,MSc,Ph.D dan Yuliani S. Dewi S.Si,MSi, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan, saran dan petunjuk dalam penulisan ini.
4. Seluruh keluargaku atas segala limpahan kasih sayang, doa serta dorongan semangat yang tiada henti-hentinya.
5. Teta, Oni, Alfin, Vindy, Yasak, Bogrez, Farid, Bambang dan Tony untuk semua petualangan, keceriaan dan jalinan persaudaraannya.
6. Mbak Lis, Mbak Eris, Mbak Yuli, Mbak Kiki, Novi, Mas Angga, Mas Sholeh, Mamank, Soul, Ribut, Daniar, terima kasih untuk persahabatannya.
7. Rekan-rekan Matematika dan MIPA untuk semua kenangan manis.
8. Semua pihak yang turut membantu menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga bantuan, sumbangan pikiran dan amal serta kebaikannya mendapat balasan dari Allah SWT. Semoga skripsi ini memberi manfaat bagi banyak pihak.

Jember, Maret 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
DEKLARASI	iv
ABSTRAK	v
PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Model Regresi Linier Berganda	4
2.2 Pemilihan Model Regresi Terbaik	5
2.2.1 Metode Regresi Semua Kemungkinan	5
a. Statistik R^2	5
b. Statistik s^2	7
c. Statistik C_p Mallow	8
2.2.2 Metode Eliminasi Langkah Mundur	9
2.2.3 Metode Regresi Bertatar.....	9
BAB III METODOLOGI	12
3.1 Metode Analisis Data	12
3.1.1 Uji Koefisien Regresi Secara Serentak	12
3.1.2 Uji Koefisien Regresi Secara Individu	13
3.1.3 Pemilihan Model Regresi Terbaik	14
a. Metode Regresi Semua Kemungkinan	14
b. Metode Eliminasi Langkah Mundur	14

c. Metode Regresi Bertatar	14
3.2 Pengolahan data dengan menggunakan program statistik S-PLUS 4.5 dan program SPSS 10.0	14
3.3 Data Ilustrasi	15
3.3.1 Data Simulasi	15
3.3.2 Data Sekunder	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Simulasi	16
4.1.1 Data Simulasi	16
4.1.2 Pengujian Koefisien Regresi	16
4.1.3 Pemilihan Model Regresi Terbaik	18
a. Metode Regresi semua Kemungkinan	18
b. Metode Eliminasi Langkah Mundur	20
c. Metode Regresi Bertatar	23
4.2 Ringkasan hasil yang diperoleh dari ketiga metode untuk data simulasi	26
4.3 Kelebihan dan kelemahan dari metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar	27
4.4 Data Sekunder	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
4.1	Analisis ragam untuk pengujian koefisien regresi secara serentak untuk data simulasi	17
4.2	Analisis ragam untuk pengujian koefisien regresi secara individu untuk data simulasi	17
4.3	Ringkasan hasil pengujian metode regresi semua kemungkinan untuk masing-masing kelompok kombinasi variabel bebas	19
4.4	Variabel masuk/keluar dari persamaan regresi berganda pada metode eliminasi langkah mundur dengan variabel tak bebas Y	20
4.5	Koefisien dari persamaan regresi berganda pada metode eliminasi langkah mundur dengan variabel tak bebas Y	21
4.6	Model umum dari persamaan regresi berganda pada metode eliminasi langkah mundur dengan variabel tak bebas Y	22
4.7	Uji- F dari persamaan regresi berganda pada metode eliminasi langkah mundur dengan variabel tak bebas Y	23
4.8	Variabel masuk/keluar dari persamaan regresi berganda pada metode regresi bertatar dengan variabel tak bebas Y	24
4.9	Variabel yang keluar dari persamaan regresi berganda pada metode regresi bertatar dengan variabel tak bebas Y	25
4.10	Model umum dari persamaan regresi berganda pada metode regresi bertatar dengan variabel tak bebas Y	25
4.11	Uji- F dari persamaan regresi berganda pada metode regresi bertatar dengan variabel tak bebas Y	26
4.12	Ringkasan hasil pemilihan model regresi terbaik untuk data simulasi .	27
4.13	Ringkasan hasil pemilihan model regresi terbaik untuk data sekunder .	28



1.1 Latar Belakang

Pada umumnya persoalan penelitian yang menggunakan analisis regresi dapat dijelaskan oleh dua atau lebih variabel yang saling berhubungan satu sama lain. Variabel-variabel yang saling berhubungan tersebut akan membentuk suatu fungsi yang merupakan hubungan matematis dan dapat digunakan untuk menentukan nilai sebuah variabel (misal Y) pada nilai variabel tertentu (misal X).

Analisis regresi menurut Sembiring (1995) mempunyai 2 kegunaan pokok yaitu :

1. untuk memperoleh satu persamaan yang menunjukkan adanya hubungan antara dua variabel atau lebih yang disebut persamaan regresi.
2. untuk menduga variabel bebas dan tak bebas berdasarkan hubungan yang ditunjukkan oleh persamaan regresi.

Dari variabel-variabel bebas yang menyusun suatu permasalahan penelitian dan menggunakan analisis regresi sebagai metode pengambilan kesimpulannya, kemungkinan terdapat variabel-variabel bebas yang tidak begitu berpengaruh terhadap variabel tak bebas, sehingga perlu dipilih variabel-variabel bebas yang sangat berpengaruh. Dalam analisa regresi, pemilihan terhadap variabel-variabel bebas yang berpengaruh dapat dilakukan dengan metode pemilihan model regresi terbaik. Sebagai konsekuensinya, peneliti diarahkan untuk memilih sejumlah kecil variabel bebas dari himpunan variabel bebas yang berhasil diidentifikasi, sehingga koefisien determinasi (R^2) yakni nilai yang menyatakan besarnya keterandalan model yaitu menyatakan besarnya variabel Y yang dapat diterangkan oleh X menurut persamaan yang diperoleh, dengan variabel terpilih besarnya hampir sama (tidak berbeda secara signifikan) dengan koefisien determinasi apabila semua variabel bebas yang sudah diidentifikasi diikutsertakan dalam model.

Untuk menentukan suatu persamaan regresi linier variabel tak bebas tertentu Y terhadap variabel-variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_p menurut Draper dan

Smith (1992) terdapat dua kriteria yang saling bertentangan. Kriteria pertama adalah kriteria yang memasukkan sebanyak mungkin variabel bebas X sehingga diperoleh nilai ramalan terandalkan agar persamaan bermanfaat bagi tujuan peramalan. Kriteria kedua adalah kriteria yang menginginkan persamaan regresinya mencakup sedikit mungkin variabel bebas X , karena untuk memperoleh informasi dari banyak variabel bebas serta pemonitorannya seringkali diperlukan biaya yang tidak sedikit. Untuk mengkompromikan dua kriteria yang saling bertentangan itulah maka diadakan pemilihan model regresi terbaik.

Menurut Sembiring (1995) dalam analisa regresi terdapat sepuluh metode atau prosedur untuk memilih model regresi yang terbaik, tiga diantaranya adalah dengan menggunakan metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar. Dibandingkan metode lainnya, ketiga metode tersebut mampu memberikan informasi lengkap mengenai kombinasi variabel-variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel tak bebas.

Dalam mengerjakan pemilihan model regresi terbaik kesulitan yang dihadapi adalah tidak ada satu prosedur statistik yang tunggal selain dibutuhkan waktu yang tidak sedikit untuk memeriksa sejumlah besar persamaan regresi. Namun dengan semakin majunya teknologi komputer sedikit banyak akan memberikan kemudahan dalam menganalisa data misalnya dalam mengerjakan regresi, membuat tebaran sisaan, maupun membuat histogram dengan lebih akurat dan dengan waktu yang jauh lebih singkat dibanding bila kita melakukannya secara manual.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas adalah seperti berikut ini :

1. Bagaimana memilih kombinasi variabel bebas yang baik dengan menggunakan metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar?
2. Apakah kelebihan ataupun kelemahan yang mungkin terdapat pada metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur maupun metode regresi bertatar?

3. Metode manakah yang paling efektif dan mudah dilaksanakan atau paling memberikan hasil yang optimal diantara ketiga metode tersebut?

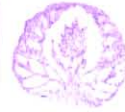
1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. untuk memilih kombinasi variabel bebas yang baik dengan menggunakan metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar;
2. untuk mengetahui kelebihan atau kelemahan dari masing-masing metode;
3. menentukan metode yang paling mudah dilaksanakan atau paling memberikan hasil yang optimal dari ketiga metode yang ada.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah berusaha memberikan suatu alternatif penyelesaian secara langsung dalam menentukan variabel bebas yang baik, sehingga dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan dalam pengumpulan data karena untuk memperoleh informasi dari banyak variabel bebas serta pemonitorannya seringkali diperlukan biaya yang tidak sedikit.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model Regresi Linier Berganda

Dalam regresi linier berganda persamaan regresi mempunyai lebih dari satu variabel bebas. Bentuk umum persamaan regresi berganda yang menunjukkan hubungan antara dua variabel, yaitu variabel X sebagai variabel bebas dan variabel Y sebagai variabel tak bebas adalah :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_{p-1} X_{i,p-1} + \varepsilon_i \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan : Y adalah variabel tak bebas

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{p-1}$ adalah parameter yang tidak diketahui

$X_{i1}, \dots, X_{i,p-1}$ adalah variabel bebas

ε_i adalah variabel random kesalahan / galat, $i = 1, \dots, n$.

Dalam model diatas, β_0 menunjukkan nilai tengah dari variabel Y apabila X_1 dan X_2 di tetapkan sama dengan nol, koefisien β_1 dan β_2 disebut sebagai koefisien regresi yang mengukur pengaruh dari variabel bebas tertentu terhadap variabel tak bebas Y , apabila variabel bebas yang lain dibuat konstan.

Asumsi yang paling mendasar dari model regresi di atas adalah :

- a. variabel ε_i merupakan suatu variabel acak yang memiliki nilai tengah sama dengan nol dan ragam σ^2 yang tidak diketahui untuk setiap X

$$E(\varepsilon_i) = 0, \text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

- b. ε_i dan ε_j saling bebas (*independent*), $i \neq j$

karena saling bebas maka ε_i dan ε_j tidak berkorelasi, sehingga

$$\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

- c. ε_i merupakan variabel acak normal, dengan nilai tengah nol dan ragam σ^2 .

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

3.2 Pemilihan Model Regresi Terbaik

Ada tiga metode yang akan dibahas dalam pemilihan model regresi terbaik yakni metode regresi semua kemungkinan, metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar.

2.2.1 Metode Regresi Semua Kemungkinan (*All Possible Regression*)

Prosedur pemeriksaan semua persamaan regresi yang mungkin merupakan pemeriksaan dari model regresi terbaik yang melibatkan variabel X yang potensial dan menghubungkan himpunan bagian “terbaik” sesuai dengan beberapa kriteria. Pertama, model regresi yang paling sederhana tanpa variabel X , contohnya model $Y_i = \beta_0 + \varepsilon_i$. Selanjutnya model regresi dengan hanya satu variabel X misalkan X_1 atau X_2 atau X_3 , dengan dua variabel X misalkan X_1 dan X_2 , X_1 dan X_3 , X_2 dan X_3 , dan model regresi yang paling lengkap misalkan X , X_2 dan X_3 (Neter, Wasserman dan Kutner:1985)

Untuk membandingkan bermacam-macam model regresi dengan kriteria yang berbeda-beda dapat dilakukan dengan prosedur pemeriksaan regresi semua kemungkinan. Menurut Draper dan Smith (1992) metode ini mengharuskan peneliti memeriksa semua kombinasi variabel yang dapat dibuat. Bila ada k variabel bebas yang tersedia berarti harus memeriksa sejumlah 2^k persamaan. Bila $k = 5$, maka ada $2^5 = 32$ persamaan, bila $k = 10$ maka ada $2^{10} = 1024$ persamaan. Dalam menilai kebaikan suatu kombinasi atau pasangan variabel bebas biasanya sering digunakan patokan :

1. Statistik R^2 disesuaikan,
2. Statistik s^2 ,
3. Statistik C_p dari Mallow,

yang masing-masing statistiknya akan dijelaskan berikut ini.

a. Statistik R^2

Draper dan Smith (1992) menyatakan bahwa statistik R^2 merupakan nilai yang menyatakan besarnya keterandalan model yaitu menyatakan besarnya variasi Y yang dapat diterangkan oleh X menurut persamaan yang diperoleh. Statistik R^2 dapat dinyatakan sebagai :

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{JKR}{JKR + JKS} = \frac{JKR/JKS}{1 + JKR/JKS} \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan :

$$JKR = \text{Jumlah Kuadrat Regresi} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$JKS = \text{Jumlah Kuadrat Sisa} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$JKT = \text{Jumlah Kuadrat Total} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

hubungan antara statistik R^2 dengan statistik F dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$R^2 = \frac{(p-1)F/(n-p)}{1 + (p-1)F/(n-p)} = \frac{(p-1)F}{(n-p) + (p-1)F} = \frac{F}{F + (n-p)/(p-1)} \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan $F = \frac{JKR/p-1}{JKS/n-p} \dots\dots\dots(2.7)$

p = banyaknya variabel bebas yang digunakan

n = jumlah data yang digunakan.

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa R^2 merupakan fungsi yang monoton naik dari F dan sebaliknya, artinya jika terjadi penambahan beberapa variabel bebas ke dalam model, maka JKS akan turun mengakibatkan nilai R^2 akan terus meningkat. Dengan meningkatnya nilai R^2 bersama bertambahnya variabel bebas dalam model, maka nilai R^2 yang optimum akan sulit ditentukan. Untuk mengatasi kelemahan dari statistik R^2 tersebut, Sembiring (1995) menyarankan untuk menggunakan statistik R^2 yang disesuaikan. Penyesuaian

dilakukan dengan membagi JKS dan JKT masing-masing dengan derajat bebasnya. Statistik R^2 yang disesuaikan dapat dinyatakan sebagai :

$$\begin{aligned} R^2_{\text{dijesuaikan}} &= 1 - \frac{JKS/(n-p)}{JKT/(n-1)} \\ &= 1 - \frac{n-1}{n-p} \left[1 - \frac{JKR}{JKT} \right] \\ &= 1 - \frac{n-1}{n-p} (1 - R^2). \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Penyesuaian terhadap R^2 menyebabkan nilai $R^2_{\text{dijesuaikan}}$ tidak selalu meningkat dengan bertambahnya variabel bebas yang masuk dalam model. Kriteria yang digunakan untuk menentukan model regresi terbaik adalah model regresi yang nilai $R^2_{\text{dijesuaikan}}$ nya terbesar.

b. Statistik s^2

Menurut Sembiring (1995), salah satu kriteria yang digunakan untuk menilai kecocokan model dengan data adalah nilai tengah kuadrat sisa (s^2). Statistik s^2 ini memperhitungkan banyaknya variabel bebas yang masuk kedalam model melalui pembagian jumlah kuadrat sisa (JKS) dengan derajat bebasnya.

Statistik s^2 dapat dinyatakan sebagai $s^2 = \frac{JKS}{n-p}$ (2.9)

dengan :

p = banyaknya variabel bebas yang digunakan

n = jumlah data yang digunakan

Bila banyaknya variabel bebas yang potensial dalam model cukup banyak, maka nilai dari s^2 akan sangat informatif. Semakin banyak variabel bebas yang ditambahkan ke dalam model, nilai tengah kuadrat sisa akan cenderung stabil mendekati nilai σ^2 . nilai σ^2 merupakan suatu ukuran galat yang memungkinkan suatu nilai yang diramalkan dari suatu nilai X tertentu dengan menggunakan persamaan regresi yang diduga dari jumlah amatan. Syaratnya jumlah pengamatan lebih besar daripada banyaknya variabel bebas dan semua variabel bebas yang

berpengaruh telah dimasukkan dalam model. Dengan kata lain dikatakan bahwa model telah mengandung semua variabel bebas yang diperlukan.

Nilai tengah kuadrat sisa menurut Sembiring (1995) berkaitan dengan R^2 disesuaikan dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R^2_{\text{disesuaikan}} &= 1 - \frac{n-1}{n-p} (1 - R^2) \\ &= 1 - \frac{n-1}{n-p} \left(\frac{JKS}{JKT} \right) \\ &= 1 - (n-1)s^2 / JKT \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

dari persamaan tersebut terlihat bahwa jika nilai s^2 mengecil maka nilai R^2 disesuaikan akan membesar. Kriteria yang akan digunakan untuk menentukan model terbaik adalah model dengan nilai s^2 paling kecil.

c. Statistik C_p Mallow

Statistik C_p Mallow didasarkan atas jumlah kuadrat sisa dari model regresi yang mengukur ada tidaknya bias dalam model regresi. Statistik ini mempunyai bentuk :

$$C_p = \frac{JKSp}{s^2} - (n - 2p) \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

dengan :

- $JKSp$ = Jumlah kuadrat sisa dari model yang mengandung p parameter
- s^2 = kuadrat tengah sisa, diasumsikan sebagai nilai dugaan tak bias yang terandalkan bagi ragam galat σ^2
- p = banyaknya variabel bebas yang digunakan

Jika tebaran nilai C_p cukup dekat pada garis $C_p=p$, menurut Sembiring (1995), maka model yang terbentuk merupakan model yang tidak bias. Untuk model yang bias, tebaran nilai C_p akan berada diatas (seringkali jauh diatas) garis $C_p=p$. Semakin banyak variabel bebas disertakan ke dalam model untuk menurunkan $JKSp$, biasanya C_p semakin tinggi. Model terbaik ditentukan setelah

memeriksa tebaran C_p yakni persamaan regresi dengan nilai C_p rendah yang kira-kira sama dengan p .

2.2.2 Metode Eliminasi Langkah Mundur (*The Backward Regression Procedure*)

Pada metode eliminasi langkah mundur ini mencoba memeriksa hanya regresi "terbaik" yang mengandung sejumlah tertentu variabel bebas. Adapun langkah-langkah pokok dalam prosedur ini menurut Draper dan Smith (1992) adalah sebagai berikut :

1. menghitung persamaan regresi yang mengandung semua variabel bebas;
2. menghitung semua nilai- F untuk setiap variabel bebas. Seolah-olah ia merupakan variabel terakhir yang dimasukkan kedalam persamaan regresi;
3. membandingkan nilai- F_{hitung} terendah, misalnya F_L , dengan nilai- F bertaraf nyata tertentu dari tabel, misalnya F_0 ;
 - a. jika $F_L < F_0$, buang variabel bebas X_L , yang menghasilkan F_L , dari persamaan regresi dan kemudian hitung kembali persamaan regresi tanpa menyertakan variabel bebas tersebut; kembali ke langkah (2);
 - b. jika $F_L > F_0$, ambillah persamaan regresi itu sebagai model regresi terbaik.

2.2.3 Metode Regresi Bertatar (*The Stepwise Regression Procedure*)

Bila pada metode eliminasi langkah mundur mulai dengan regresi terbesar dengan menggunakan semua variabel bebas, dan secara bertahap mengurangi banyaknya variabel bebas di dalam persamaan sampai suatu keputusan dicapai untuk menggunakan persamaan yang diperoleh, maka pada prosedur regresi bertatar berusaha mencapai kesimpulan yang serupa namun dengan menempuh arah yang berlawanan, yaitu menyusupkan variabel bebas satu demi satu sampai diperoleh persamaan regresi yang memuaskan. Urutan penyisipannya ditentukan dengan menggunakan koefisien korelasi parsial (R) sebagai ukuran pentingnya variabel yang masih diluar persamaan.

Prosedur dasarnya menurut Draper dan Smith (1992) sebagai berikut ini.

1. Dipilih X yang paling berkorelasi dengan Y (misalkan X_1) dan kemudian di hitung persamaan regresi nya $\hat{Y} = f(X_1)$.
2. Diuji apakah variabel ini nyata. Kalau nyata, diambil model $Y = \hat{Y}$ sebagai yang terbaik. Jika variabel itu tidak nyata, maka dicari variabel bebas kedua untuk dimasukkan ke dalam persamaan regresi.
3. Diperiksa koefisien korelasi parsial semua variabel bebas yang berada di luar regresi pada tahap ini, yaitu $X_i, i \neq 1$, dengan Y ; dan korelasi antara kedua variabel yang telah dikoreksi itu dihitung untuk semua $i \neq 1$. Dari segi matematis, hal ini sama dengan menghitung korelasi antara sisaan dari regresi $\hat{Y} = f(X_1)$ dengan sisaan dari regresi $\hat{Y}_i = f_i(X_1)$, yang sesungguhnya tidak dikerjakan. variabel X_i yang mempunyai koefisien korelasi parsial tertinggi dengan Y yang sekarang dipilih, misalkan ini adalah X_2 , dan selanjutnya persamaan regresi kedua $\hat{Y} = f(X_1, X_2)$ dihitung.
4. Langkah berikutnya menguji persamaan regresi tersebut, peningkatan nilai R^2 diperhatikan, dan nilai F_{hitung} untuk kedua variabel bebas yang ada di dalam persamaan (bukan hanya yang baru disusupkan) diuji. Nilai F_{hitung} yang terendah kemudian dibandingkan dengan nilai F_{tabel} , dan variabel bebas bersangkutan dipertahankan atau dikeluarkan dari persamaan tergantung pada apakah uji ini nyata atau tidak. Pengujian variabel bebas yang ada dalam persamaan regresi yang paling kecil sumbangannya ini dilakukan pada setiap tahap prosedur bertatar. Variabel bebas yang sebelumnya pernah menjadi calon terbaik dan disusupkan ke dalam persamaan regresi, pada tahap berikutnya mungkin dapat dianggap berlebihan karena hubungannya dengan variabel bebas lain yang sekarang ada didalam regresi. Untuk memeriksa ini, nilai F_{hitung} untuk setiap variabel bebas didalam regresi dihitung, dan yang paling kecil (mungkin berasal dari variabel bebas yang baru masuk, tetapi mungkin juga dari yang sudah lama ada) dibandingkan dengan nilai F_{tabel} yang telah ditetapkan sebelumnya. Ini menghasilkan penilaian terhadap sumbangan variabel bebas yang paling kurang bermanfaat pada tahap itu, seolah-olah

dimasukkan paling akhir, walaupun kenyataannya tidak demikian. Bila sumbangan ini tidak nyata, maka variabel bebas yang bersangkutan dikeluarkan dari model dan persamaan regresi dihitung kembali berdasarkan variabel-variabel bebas yang masih ada didalam model.

5. Variabel bebas terbaik yang di luar model (yang korelasi parsialnya dengan Y tertinggi) diuji apakah lulus dari uji F_{hitung} untuk memasukkan variabel bebas. Jika lulus, variabel tersebut dimasukkan dan kembali semua nilai F_{hitung} variabel bebas yang ada didalam regresi diperiksa. Jika gagal, proses pengeluaran dicoba lagi. Akhirnya, jika tidak ada variabel bebas yang dapat dikeluarkan atau dimasukkan, proses akan berhenti. Setiap kali variabel bebas masuk ke dalam regresi, pengaruhnya terhadap R^2 , biasanya dicatat dan dicetak.



BAB III
METODOLOGI



3.1 Metode Analisis Data

3.1.1 Uji koefisien regresi secara serentak

Untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu model regresi yang telah diperoleh yang akan digunakan untuk menduga hubungan antara variabel bebas X dengan variabel tak bebas Y menurut Algifari (1997) perlu dilakukan suatu uji kelayakan. Untuk menguji kelayakan suatu model regresi digunakan uji F untuk menguji koefisien regresi secara serentak. Langkah-langkah analisis pengujian hipotesis terhadap koefisien regresi secara serentak adalah sebagai berikut.

a. Perumusan Hipotesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{p-1} = 0$$

H_1 : paling tidak terdapat satu β_k ($k=1, \dots, p-1$) tidak sama dengan nol.

b. Statistik Uji

$$F_{hitung} = \frac{JKR(X_1, \dots, X_{p-1})}{p-1} \div \frac{JKS(X_1, \dots, X_{p-1})}{n-p}$$

dengan :

$$JKR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$JKS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

p = banyaknya variabel bebas yang digunakan

n = jumlah data yang digunakan.

c. Pengambilan Keputusan

1. Jika $F_{hitung} \leq F_{1-\alpha}, [p-1, n-p]$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

artinya tidak ada pengaruh yang signifikan antara variabel bebas (X) terhadap variabel tak bebas (Y).

2. Jika $F_{hitung} > F_{1-\alpha}, [p-1, n-p]$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas (X) terhadap variabel tak bebas (Y).

3.1.2 Uji koefisien regresi secara individu

Untuk menguji koefisien regresi secara individu uji yang digunakan adalah uji- t . Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ada tidaknya pengaruh keragaman variabel bebas X terhadap variabel tak bebas Y . Langkah-langkah analisis pengujian hipotesis terhadap koefisien regresi secara individu menurut Algifari (1997) sebagai berikut ini.

a. Perumusan Hipotesis

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0.$$

b. Statistik Uji

$$t_{hitung} = \frac{\beta_k}{se(\beta_k)}$$

dengan : β_k = koefisien regresi

se = standar error dari koefisien regresi

k = $1, \dots, p-1$.

c. Pengambilan Keputusan

1. Jika $t_{hitung} \leq t(1 - \alpha/2, n - p)$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak artinya variabel bebas (X) tidak mempunyai pengaruh (tidak signifikan) terhadap variabel tak bebas (Y).
2. Jika $t_{hitung} > t(1 - \alpha/2, n - p)$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya variabel bebas (X) mempunyai pengaruh (signifikan) terhadap variabel tak bebas (Y).

3.1.3 Pemilihan Model Regresi Terbaik

a. Metode Regresi Semua Kemungkinan

Menentukan model regresi terbaik dengan metode ini dilakukan dengan memeriksa tebaran nilai $R^2_{disesuaikan}$, s^2 dan C_p Mallow dari semua kombinasi variabel-variabel bebas yang dapat dibuat. Model regresi yang dapat dipertimbangkan sebagai model terbaik dengan $R^2_{disesuaikan}$ adalah persamaan regresi yang memiliki $R^2_{disesuaikan}$ paling besar, sedangkan model yang dipilih berdasarkan statistik s^2 adalah persamaan regresi yang menghasilkan s^2 terkecil. Model yang terpilih berdasarkan statistik C_p Mallow adalah persamaan regresi dengan nilai C_p rendah yang kira-kira sama dengan p .

b. Metode Eliminasi Langkah Mundur

Menentukan model regresi terbaik dengan metode ini dilakukan dengan memeriksa nilai F_{hitung} dari masing-masing variabel bebas untuk kemudian diperbandingkan dengan nilai F_{tabel} dengan resiko α yang telah ditentukan sebelumnya. Model regresi yang dapat dipertimbangkan sebagai model terbaik adalah yang menghasilkan persamaan regresi yang secara keseluruhan nyata dengan nilai F_{hitung} melebihi nilai F_{tabel} dengan variabel bebasnya secara statistik nyata yakni nilai F_{hitung} masing-masingnya lebih besar dari nilai F_{tabel} .

c. Metode Regresi Bertatar

Menentukan model regresi terbaik dengan metode ini juga dilakukan dengan memeriksa nilai F_{hitung} dari masing-masing variabel bebas untuk kemudian diperbandingkan dengan nilai F_{tabel} . Yang dipilih sebagai model terbaik adalah yang paling tinggi korelasi-parsialnya dengan variabel tak bebas.

3.2 Pengolahan data dengan menggunakan program statistik S-PLUS 4.5 dan program SPSS 10.0

Untuk membuat data simulasi dan pengolahan data digunakan program statistik S-PLUS 4.5 dan SPSS 10.0. Kedua program ini relatif lebih mudah dipahami dan mampu memberikan informasi yang cukup lengkap. Untuk regresi misalnya, pada metode eliminasi langkah mundur ataupun metode regresi bertatar, keluaran program yang dihasilkan dari SPSS 10.0 menurut Singgih

(2001), mampu menjelaskan secara bertahap proses pemilihan model regresi terbaik dari memasukkan seluruh variabel tak bebas yang ada hingga akhirnya terpilih variabel bebas yang baik yang terpilih sebagai model regresi terbaik.

3.3 Data Ilustrasi

Ilustrasi terhadap ketiga metode dilakukan dengan menggunakan dua macam data yaitu data simulasi dan data sekunder.

3.3.1 Data simulasi

Data simulasi yang digunakan dalam kajian ini merupakan data yang dibangkitkan dengan program statistik S-PLUS 4.5 dengan variabel tak bebas Y dan variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_6 . Jumlah data yang dibangkitkan sebanyak $n=50$.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam kajian ini merupakan data sekunder dari skripsi dengan judul "Hubungan Beberapa Sifat Lahan Dengan Bonita Jati (*Tectona Grandis* L.F) di Kesatuan Pemangkuan Hutan Ngawi Perum Perhutani Unit II Jawa Timur", (Suyogo, 1993).

Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui hubungan beberapa sifat lahan dengan kualitas tempat tumbuh tanaman jati dan juga mengetahui sifat tanah yang saling berpengaruh bagi pertumbuhan bonita jati.

Analisa statistik yang digunakan oleh peneliti adalah analisa regresi korelasi untuk membuktikan adanya hubungan sifat lahan yang diamati terhadap bonita tanaman jati. Persamaan regresi yang ada diperoleh dengan cara memasukkan semua variabel bebas kedalam model terhadap diameter batang jati.

Adapun variabel yang digunakan untuk analisis adalah :

1. Variabel tak bebas (Y)
 - Diameter batang jati (cm)
2. Variabel bebas (X)
 - $X_1 = pH$ tanah
 - $X_2 =$ Kandungan K (%)
 - $X_3 =$ Kandungan Ph (%)
 - $X_4 =$ Kandungan Ca (%)
 - $X_5 =$ Kandungan Mg (%)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap variabel bebas yang berpengaruh pada pemilihan model regresi terbaik diperoleh kesimpulan seperti berikut ini.

1. Pada metode regresi semua kemungkinan, variabel-variabel bebas yang baik atau yang terpilih adalah variabel bebas yang mempunyai nilai R^2 disesuaikan terbesar, s^2 terkecil dan nilai C_p mendekati p . Untuk data simulasi, dari 6 variabel bebas yang ada terpilih 5 variabel bebas yang diikutsertakan dalam model dengan bentuk persamaannya :

$$Y = 257,943 + 0,293X_1 + 5,876X_2 + 0,858X_3 + 6,938X_4 + 4,268X_5.$$

2. Pada metode eliminasi langkah mundur, variabel bebas akan dikeluarkan dari model persamaan apabila tingkat signifikansi atau probabilitas dari F_{hitung} yang disebut juga F -to-remove $\geq 0,100$. Untuk data simulasi dari 6 variabel bebas yang ada terpilih 3 variabel bebas yang baik dengan bentuk persamaannya :

$$Y = 292,749 + 6,046X_2 + 6,879X_4 + 4,612X_5$$

untuk data sekunder, dari 5 variabel bebas yang ada terpilih 2 variabel bebas yang baik dengan bentuk persamaannya :

$$Y = 4,951 + 0,304X_3 + 2,779X_5.$$

3. Pada metode regresi bertatar, variabel bebas akan dimasukkan dalam model apabila tingkat signifikansi atau probabilitas dari F_{hitung} yang disebut juga F -to-enter $\leq 0,05$ dan akan dikeluarkan apabila probabilitas dari F_{hitung} yang disebut juga F -to-remove $\geq 0,100$. Untuk data simulasi dari 6 variabel bebas yang ada terpilih 3 variabel bebas yang baik dengan bentuk persamaannya :

$$Y = 292,749 + 6,046X_2 + 6,879X_4 + 4,612X_5$$

untuk data sekunder, dari 5 variabel bebas yang ada terpilih 2 variabel bebas yang baik dengan bentuk persamaannya :

$$Y = 4,951 + 0,304X_3 + 2,779X_5.$$



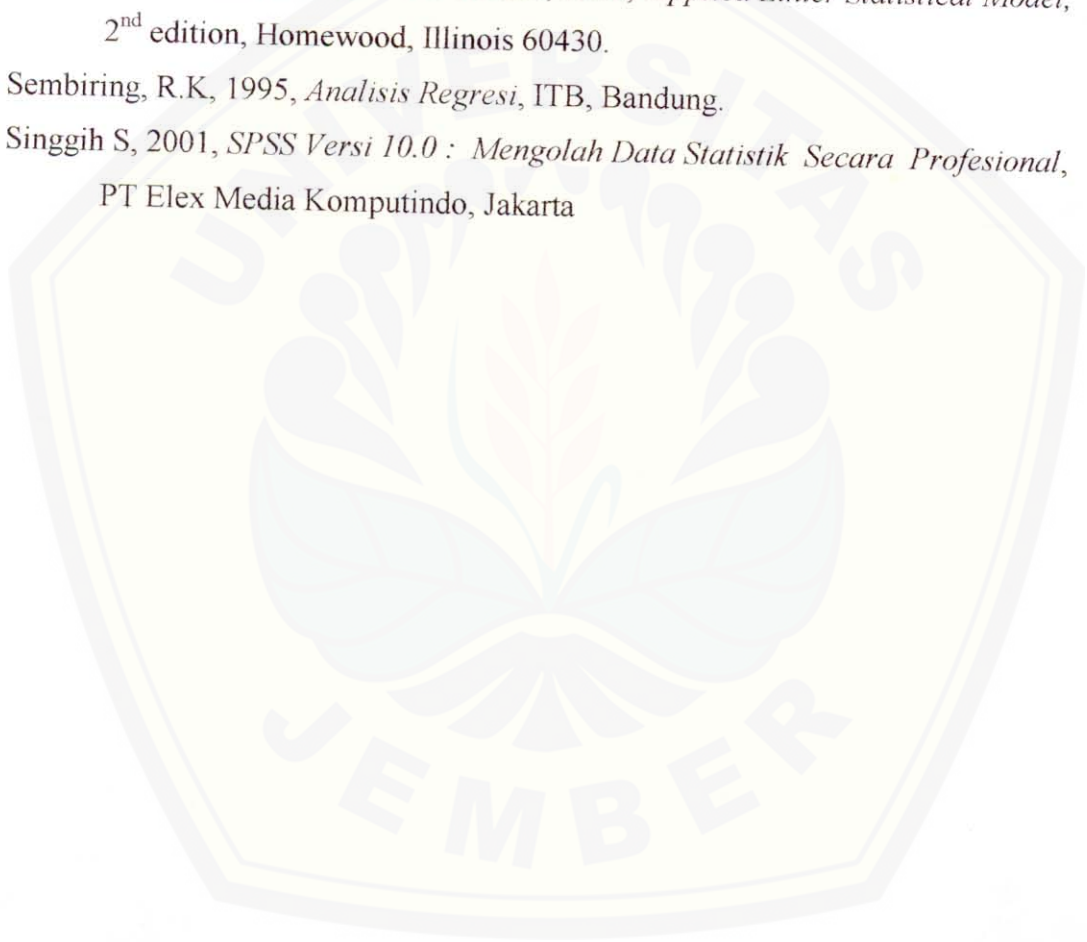
4. Kelebihan dari metode eliminasi langkah mundur dan metode regresi bertatar adalah dari segi kepraktisan waktu dan hanya memasukkan variabel variabel bebas yang secara signifikan berpengaruh nyata terhadap variabel tak bebas. Untuk metode regresi semua kemungkinan jelas tidak praktis dan efisien dalam segi waktu dan tenaga serta masih mengikutsertakan variabel bebas yang tidak signifikan ke dalam model sehingga dapat dikatakan metode ini tidak mampu menyeleksi variabel bebas yang baik yang secara signifikan berpengaruh terhadap variabel tak bebas.
5. Penggunaan metode eliminasi langkah mundur atau metode regresi bertatar dalam pemilihan model regresi terbaik merupakan suatu solusi yang dapat memberikan hasil yang optimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada pemilihan model regresi terbaik penulis lebih menyarankan untuk menggunakan metode eliminasi langkah mundur atau metode regresi bertatar dibandingkan dengan metode regresi semua kemungkinan karena praktis digunakan dan hanya memuat variabel variabel bebas yang secara signifikan berpengaruh nyata terhadap variabel tak bebas dan pada akhirnya mampu memberikan hasil yang optimal.

DAFTAR, PUSTAKA

- Algifari, 1997, *Analisis Regresi : Teori, Kasus dan Solusi*, Yogyakarta : BPFE.
- Draper, N.R & H, Smith, 1992, *Applied Regression Analysis* (terjemahan), Edisi Kedua, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Montgomery, D.C & E.A, Peck, 1992, *Introduction To Linear Regression Analysis*, 2nd edition, John Willey and Sons, Canada.
- Neter, J., W. Wasserman & M.H. Kutner, 1985, *Applied Linier Statistical Model*, 2nd edition, Homewood, Illinois 60430.
- Sembiring, R.K, 1995, *Analisis Regresi*, ITB, Bandung.
- Singgih S, 2001, *SPSS Versi 10.0 : Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta



Lampiran A : Scrip Program

A1. Penulisan program simulasi

```
n_50
k_6
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(round(rnorm(n,72,0.85)))
x[,3]_c(round(rnorm(n,56,0.73)))
x[,4]_c(round(rnorm(n,47,0.32)))
x[,5]_c(round(rnorm(n,90,0.69)))
x[,6]_c(round(rnorm(n,65,0.25)))
x[,7]_c(round(rnorm(n,81,0.50)))
beta_matrix(0,k+1,1)
beta[,1]_c(7,0.5,6,0.01,7,8,0.25)
mu_x**beta
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(rnorm(n,mu,0.5))
print(x)
print(y)
```

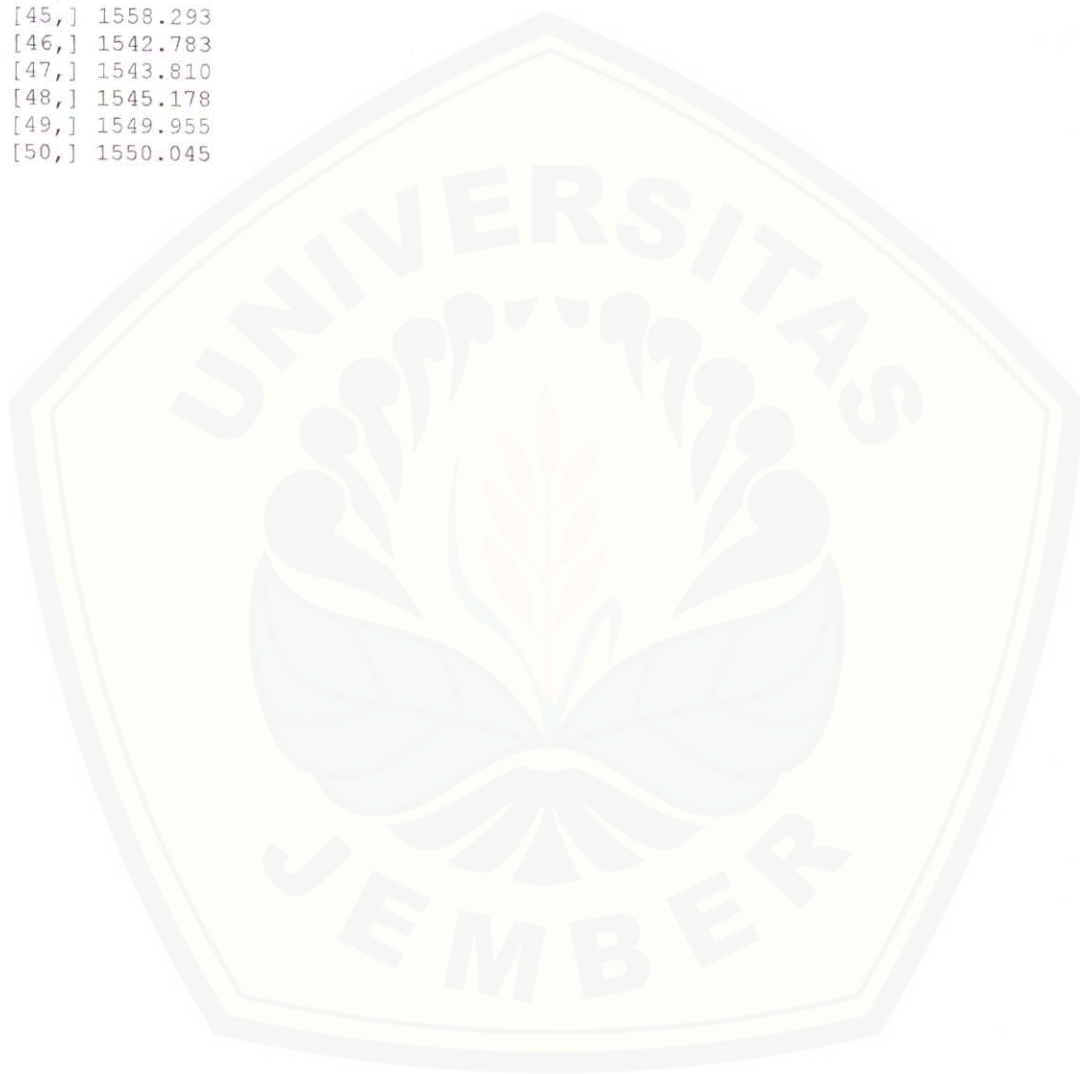
A2. Hasil keluaran / report dari penulisan program simulasi

```
> n <- 50
> k <- 6
> x <- matrix(1, n, k + 1)
> x[, 2] <- c(round(rnorm(n, 72, 0.85)))
> x[, 3] <- c(round(rnorm(n, 56, 0.73)))
> x[, 4] <- c(round(rnorm(n, 47, 0.32)))
> x[, 5] <- c(round(rnorm(n, 90, 0.69)))
> x[, 6] <- c(round(rnorm(n, 65, 0.25)))
> x[, 7] <- c(round(rnorm(n, 81, 0.5)))
> beta <- matrix(0, k + 1, 1)
> beta[, 1] <- c(7, 0.5, 6, 0.01, 7, 8, 0.25)
> mu <- x ** beta
> y <- matrix(0, n, 1)
> y[, 1] <- c(rnorm(n, mu, 0.5))
> print(x)
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7]
[1,] 1    73   54   47   89   65   80
[2,] 1    72   56   47   91   65   81
[3,] 1    73   57   47   91   65   82
[4,] 1    72   56   47   90   65   80
[5,] 1    71   56   47   91   65   79
[6,] 1    71   55   47   89   65   81
[7,] 1    72   56   47   90   65   81
[8,] 1    72   57   47   90   65   82
[9,] 1    73   56   47   90   65   80
[10,] 1   72   56   47   90   65   81
[11,] 1   71   57   47   89   65   82
[12,] 1   73   56   48   90   65   81
[13,] 1   71   56   47   90   65   82
[14,] 1   72   58   47   91   65   81
[15,] 1   72   56   47   91   65   81
[16,] 1   73   57   47   92   65   81
[17,] 1   72   56   47   91   65   82
[18,] 1   72   56   47   89   66   81
[19,] 1   73   57   47   89   65   81
[20,] 1   73   56   47   90   65   81
[21,] 1   73   56   47   90   65   82
[22,] 1   72   56   47   90   65   81
```

```
[23,] 1 71 56 47 90 65 81
[24,] 1 73 58 47 91 65 81
[25,] 1 71 57 47 89 65 82
[26,] 1 72 56 47 90 65 81
[27,] 1 72 56 47 91 65 81
[28,] 1 71 55 47 90 65 81
[29,] 1 71 56 46 91 65 82
[30,] 1 72 55 47 90 65 81
[31,] 1 71 56 47 90 65 81
[32,] 1 74 57 47 90 65 81
[33,] 1 72 55 47 89 65 80
[34,] 1 72 56 47 90 65 81
[35,] 1 71 55 47 90 65 81
[36,] 1 72 56 47 90 65 81
[37,] 1 72 56 47 89 65 82
[38,] 1 71 56 47 89 65 81
[39,] 1 72 57 47 89 65 82
[40,] 1 72 56 47 89 65 82
[41,] 1 72 55 47 90 65 82
[42,] 1 73 57 47 89 65 80
[43,] 1 73 55 47 90 65 81
[44,] 1 72 56 48 90 66 81
[45,] 1 73 56 47 91 65 81
[46,] 1 71 55 47 90 65 80
[47,] 1 71 55 46 90 65 81
[48,] 1 72 54 46 91 65 80
[49,] 1 71 56 47 90 65 81
[50,] 1 74 57 47 89 65 81
```

```
> print(y)
[1,]
[1,] 1531.099
[2,] 1556.642
[3,] 1562.981
[4,] 1549.777
[5,] 1555.910
[6,] 1535.298
[7,] 1549.449
[8,] 1556.474
[9,] 1550.370
[10,] 1550.135
[11,] 1548.792
[12,] 1551.020
[13,] 1549.737
[14,] 1569.270
[15,] 1556.282
[16,] 1570.154
[17,] 1557.181
[18,] 1550.556
[19,] 1548.533
[20,] 1549.937
[21,] 1549.904
[22,] 1550.340
[23,] 1549.715
[24,] 1570.088
[25,] 1548.163
[26,] 1549.777
[27,] 1557.198
[28,] 1543.184
[29,] 1556.516
[30,] 1543.482
[31,] 1548.837
[32,] 1556.183
[33,] 1536.991
```

[34,] 1549.472
[35,] 1543.717
[36,] 1549.701
[37,] 1543.262
[38,] 1541.935
[39,] 1548.609
[40,] 1542.715
[41,] 1544.533
[42,] 1549.091
[43,] 1544.342
[44,] 1558.751
[45,] 1558.293
[46,] 1542.783
[47,] 1543.810
[48,] 1545.178
[49,] 1549.955
[50,] 1550.045



Lampiran B : Data simulasi dengan variabel tak bebas Y dan variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan X_6

N0	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	1531,099	73	54	47	89	65	80
2	1556,642	72	56	47	91	65	81
3	1562,981	73	57	47	91	65	82
4	1549,777	72	56	47	90	65	80
5	1555,910	71	56	47	91	65	79
6	1535,298	71	55	47	89	65	81
7	1549,449	72	56	47	90	65	81
8	1556,474	72	57	47	90	65	82
9	1550,370	73	56	47	90	65	80
10	1550,135	72	56	47	90	65	81
11	1548,792	71	57	47	89	65	82
12	1551,020	73	56	48	90	65	81
13	1549,737	71	56	47	90	65	82
14	1569,270	72	58	47	91	65	81
15	1556,282	72	56	47	91	65	81
16	1570,154	73	57	47	92	65	81
17	1557,181	72	56	47	91	65	82
18	1550,556	72	56	47	89	65	81
19	1548,533	73	57	47	89	65	81
20	1549,937	73	56	47	90	65	81
21	1549,904	73	56	47	90	65	82
22	1550,340	72	56	47	90	65	81
23	1549,715	71	56	47	90	65	81
24	1570,088	73	58	47	91	65	81
25	1548,163	71	57	47	89	65	82
26	1549,777	72	56	47	90	65	81
27	1557,198	72	56	46	91	65	81
28	1543,184	71	55	47	90	65	81
29	1556,516	71	56	46	91	65	82
30	1543,482	72	55	47	90	64	81
31	1548,837	74	56	47	90	65	81
32	1556,183	73	57	47	90	65	81
33	1536,991	72	55	46	89	65	80
34	1549,472	72	56	47	90	65	81

N0	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
35	1543,717	71	55	47	90	65	81
36	1549,701	72	56	47	90	65	81
37	1543,262	72	56	47	89	65	82
38	1541,935	71	56	47	89	65	81
39	1548,609	72	57	47	89	65	82
40	1542,715	72	56	47	89	65	82
41	1544,533	72	55	47	90	65	82
42	1549,091	73	57	47	89	65	80
43	1544,342	73	55	47	90	65	81
44	1558,751	72	56	48	90	66	81
45	1558,293	73	56	47	91	65	81
46	1542,783	71	55	47	90	65	80
47	1543,810	71	55	46	90	65	81
48	1545,178	72	54	46	91	65	80
49	1549,955	71	56	47	90	65	81
50	1550,045	74	57	47	89	65	81



Lampiran C : Uji koefisien regresi dengan variabel tak bebas Y dan variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan X_6

C1. Uji koefisien regresi secara individu

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	249,626	82,737		3,017	,004
	X1	,307	,279	,032	1,099	,278
	X2	5,849	,292	,626	20,021	,000
	X3	,852	,641	,040	1,329	,191
	X4	6,946	,294	,665	23,621	,000
	X5	4,284	1,117	,110	3,834	,000
	X6	9,080E-02	,342	,008	,266	,792

a. Dependent Variable: Y

C2. Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2959,731	6	493,289	215,981	,000 ^a
	Residual	98,210	43	2,284		
	Total	3057,941	49			

a. Predictors: (Constant), X6, X5, X4, X1, X3, X2

b. Dependent Variable: Y

Lampiran D : Pengujian metode regresi semua kemungkinan dari setiap kombinasi variabel bebas X yang masuk dengan variabel tak bebas Y

No	Kombinasi Variabel	p	db	JKSp	R ²	R ² disesuaikan	$s^2 = \frac{JKSp}{n-p}$	$Cp = \frac{JKSp}{s^2} - (n-2p)$
1	Tanpa X	1	49	3057,941	0,000	0,000	62,407	1
2	X ₁	2	48	2872,870	0,061	0,041	58,630	3
3	X ₂	2	48	1455,937	0,524	0,514	30,332	2
4	X ₃	2	48	2992,982	0,021	0,001	62,354	2
5	X₄	2	48	1471,551	0,519	0,509	30,657	2
6	X ₅	2	48	2941,370	0,038	0,018	61,279	2
7	X ₆	2	48	2985,038	0,024	0,004	62,188	2
8	X ₁ ,X ₂	3	47	1444,939	0,527	0,507	30,103	4
9	X ₁ ,X ₃	3	47	2845,062	0,070	0,030	60,533	3
10	X ₁ ,X ₄	3	47	1349,812	0,559	0,540	28,719	3
11	X ₁ ,X ₅	3	47	2756,299	0,099	0,060	58,645	3
12	X ₁ ,X ₆	3	47	2779,377	0,091	0,052	59,136	3
13	X ₂ ,X ₃	3	47	1449,430	0,526	0,506	30,839	3
14	X ₂ ,X ₄	3	47	148,444	0,951	0,949	3,158	3
15	X ₂ ,X ₅	3	47	1419,275	0,536	0,516	30,197	3
16	X ₂ ,X ₆	3	47	1437,014	0,530	0,510	30,575	3
17	X ₃ ,X ₄	3	47	1276,352	0,583	0,565	27,156	3
18	X ₃ ,X ₅	3	47	2912,901	0,047	0,007	61,977	3
19	X ₃ ,X ₆	3	47	2931,970	0,041	0,000	62,382	3
20	X ₄ ,X ₅	3	47	1354,979	0,557	0,538	28,829	3

No	Kombinasi Variabel	p	db	JKSp	R ²	R ² disesuaikan	$s^2 = \frac{JKSp}{n-p}$	$Cp = \frac{JKSp}{s^2} - (n-2p)$
21	X ₄ ,X ₆	3	47	1334,040	0,564	0,545	28,384	3
22	X ₅ ,X ₆	3	47	2868,466	0,062	0,022	61,031	3
23	X ₁ ,X ₂ ,X ₃	4	46	1435,286	0,531	0,500	30,538	5
24	X ₁ ,X ₂ ,X ₄	4	46	145,185	0,953	0,949	3,156	4
25	X ₁ ,X ₂ ,X ₅	4	46	1406,923	0,540	0,510	30,585	4
26	X ₁ ,X ₂ ,X ₆	4	46	1430,340	0,532	0,502	31,094	4
27	X ₁ ,X ₃ ,X ₄	4	46	1210,994	0,604	0,578	26,326	4
28	X ₁ ,X ₃ ,X ₅	4	46	2750,664	0,100	0,042	59,797	4
29	X ₁ ,X ₃ ,X ₆	4	46	2761,819	0,097	0,038	60,040	4
30	X ₁ ,X ₄ ,X ₅	4	46	1233,241	0,597	0,570	26,810	4
31	X ₁ ,X ₄ ,X ₆	4	46	1191,001	0,611	0,585	25,891	4
32	X ₁ ,X ₅ ,X ₆	4	46	2662,806	0,129	0,072	57,887	4
33	X ₂ ,X ₃ ,X ₄	4	46	133,167	0,956	0,954	2,895	4
34	X ₂ ,X ₃ ,X ₅	4	46	1401,660	0,542	0,512	30,471	4
35	X ₂ ,X ₃ ,X ₆	4	46	1430,780	0,532	0,502	31,104	4
36	X₂,X₄,X₅	4	46	106,522	0,965	0,963	2,316	4
37	X ₂ ,X ₄ ,X ₆	4	46	148,418	0,951	0,948	3,226	4
38	X ₂ ,X ₅ ,X ₆	4	46	1402,381	0,541	0,511	30,487	4
39	X ₃ ,X ₄ ,X ₅	4	46	1223,785	0,600	0,574	26,604	4
40	X ₃ ,X ₄ ,X ₆	4	46	1164,277	0,619	0,594	25,310	4
41	X ₃ ,X ₅ ,X ₆	4	46	2848,049	0,069	0,008	61,914	4
42	X ₄ ,X ₅ ,X ₆	4	46	1217,469	0,602	0,576	26,467	4

No	Kombinasi Variabel	p	db	JKSp	R ²	R ² disesuaikan	$s^2 = \frac{JKSp}{n-p}$	$Cp = \frac{JKSp}{s^2} - (n-2p)$
43	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₄	5	45	131,795	0,957	0,953	2,865	6
44	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₅	5	45	1383,265	0,548	0,507	30,739	5
45	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₆	5	45	1421,631	0,535	0,494	31,592	5
46	X ₁ ,X ₂ ,X ₄ ,X ₅	5	45	102,469	0,966	0,964	2,277	5
47	X ₁ ,X ₂ ,X ₄ ,X ₆	5	45	145,161	0,953	0,948	3,226	5
48	X ₁ ,X ₂ ,X ₅ ,X ₆	5	45	1394,415	0,544	0,503	30,987	5
49	X ₁ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅	5	45	1150,137	0,624	0,590	25,559	5
50	X ₁ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₆	5	45	1080,266	0,647	0,615	24,006	5
51	X ₁ ,X ₃ ,X ₅ ,X ₆	5	45	2661,302	0,130	0,052	59,140	5
52	X ₁ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	5	45	1074,430	0,649	0,617	23,876	5
53	X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅	5	45	100,950	0,967	0,964	2,243	5
54	X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₆	5	45	133,151	0,956	0,953	2,959	5
55	X ₂ ,X ₃ ,X ₅ ,X ₆	5	45	1385,551	0,547	0,507	30,790	5
56	X ₂ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	5	45	106,509	0,965	0,962	2,367	5
57	X ₃ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	5	45	1107,917	0,638	0,605	24,620	5
58	X₁,X₂,X₃,X₄,X₅	6	44	98,371	0,968	0,964	2,186	7
59	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₆	6	44	131,788	0,957	0,952	2,995	6
60	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₅ ,X ₆	6	44	1372,558	0,551	0,500	31,195	6
61	X ₁ ,X ₂ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	6	44	102,246	0,967	0,963	2,324	6
62	X ₁ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	6	44	1013,736	0,668	0,631	23,039	6
63	X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	6	44	100,969	0,967	0,963	2,295	6
64	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅ ,X ₆	7	43	98,210	0,968	0,963	2,232	8

Lampiran E : Hasil persamaan regresi berganda menggunakan metode eliminasi langkah mundur dengan variabel tak bebas Y dan variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan X_6

Tabel E1 : Variabel Masuk/keluar

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X6, X5, X4, X1, X3, X2		Enter
2		X6	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq ,100$).
3		X1	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq ,100$).
4		X3	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq ,100$).

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: Y

Tabel E2 : Model Umum

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,984 ^a	,968	,963	1,51127
2	,984 ^b	,968	,964	1,49523
3	,983 ^c	,967	,964	1,49800
4	,982 ^d	,965	,963	1,52174

- a. Predictors: (Constant), X6, X5, X4, X1, X3, X2
- b. Predictors: (Constant), X5, X4, X1, X3, X2
- c. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2
- d. Predictors: (Constant), X5, X4, X2

Tabel E3 : uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^e

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2959,731	6	493,289	215,981	,000 ^a
	Residual	98,210	43	2,284		
	Total	3057,941	49			
2	Regression	2959,570	5	591,914	264,755	,000 ^b
	Residual	98,371	44	2,236		
	Total	3057,941	49			
3	Regression	2956,961	4	739,240	329,431	,000 ^c
	Residual	100,980	45	2,244		
	Total	3057,941	49			
4	Regression	2951,419	3	983,806	424,844	,000 ^d
	Residual	106,522	46	2,316		
	Total	3057,941	49			

- a. Predictors: (Constant), X6, X5, X4, X1, X3, X2
- b. Predictors: (Constant), X5, X4, X1, X3, X2
- c. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2
- d. Predictors: (Constant), X5, X4, X2
- e. Dependent Variable: Y

Tabel E4 : Variabel yang dikeluarkan

Excluded Variables^d

Model		Beta In	t	Sig.
2	X6	,008 ^a	,266	,792
	X1	,031 ^b	1,080	,286
3	X6	,002 ^b	,070	,945
	X1	,031 ^b	1,080	,286
	X3	,046 ^c	1,572	,123
4	X6	,002 ^c	,072	,943
	X1	,038 ^c	1,334	,189
	X3	,046 ^c	1,572	,123

- a. Predictors in the Model: (Constant), X5, X4, X1, X3, X2
- b. Predictors in the Model: (Constant), X5, X4, X3, X2
- c. Predictors in the Model: (Constant), X5, X4, X2
- d. Dependent Variable: Y

Tabel E5: Koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	249,626	82,737		3,017	,004
	X1	,307	,279	,032	1,099	,278
	X2	5,849	,292	,626	20,021	,000
	X3	,852	,641	,040	1,329	,191
	X4	6,946	,294	,665	23,621	,000
	X5	4,284	1,117	,110	3,834	,000
	X6	9,080E-02	,342	,008	,266	,792
2	(Constant)	257,943	75,779		3,404	,001
	X1	,293	,272	,031	1,080	,286
	X2	5,876	,271	,628	21,690	,000
	X3	,858	,633	,040	1,354	,183
	X4	6,938	,289	,664	23,973	,000
	X5	4,268	1,104	,109	3,867	,000
3	(Constant)	273,784	74,484		3,676	,001
	X2	5,937	,265	,635	22,369	,000
	X3	,981	,624	,046	1,572	,123
	X4	6,961	,289	,666	24,075	,000
	X5	4,175	1,102	,107	3,787	,000
4	(Constant)	292,749	74,665		3,921	,000
	X2	6,046	,260	,647	23,219	,000
	X4	6,879	,289	,658	23,810	,000
	X5	4,612	1,084	,118	4,255	,000

a. Dependent Variable: Y

Lampiran F : Hasil persamaan regresi berganda menggunakan metode regresi bertatar dengan variabel tak bebas Y dan variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan X_6

Tabel F1 : Variabel yang masuk/keluar

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X2		Stepwise (Criteria: Probability-of -F-to-enter <= ,050, Probability-of -F-to-remove >= ,100).
2	X4		Stepwise (Criteria: Probability-of -F-to-enter <= ,050, Probability-of -F-to-remove >= ,100).
3	X5		Stepwise (Criteria: Probability-of -F-to-enter <= ,050, Probability-of -F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Y

Tabel F2 : Model Umum

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,724 ^a	,524	,514	5,50745
2	,975 ^b	,951	,949	1,77718
3	,982 ^c	,965	,963	1,52174

a. Predictors: (Constant), X2

b. Predictors: (Constant), X2, X4

c. Predictors: (Constant), X2, X4, X5

Tabel F3 : Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^d

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1602,004	1	1602,004	52,816	,000 ^a
	Residual	1455,937	48	30,332		
	Total	3057,941	49			
2	Regression	2909,497	2	1454,749	460,600	,000 ^b
	Residual	148,444	47	3,158		
	Total	3057,941	49			
3	Regression	2951,419	3	983,806	424,844	,000 ^c
	Residual	106,522	46	2,316		
	Total	3057,941	49			

a. Predictors: (Constant), X2

b. Predictors: (Constant), X2, X4

c. Predictors: (Constant), X2, X4, X5

d. Dependent Variable: Y

Tabel F4 : Koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1171,214	52,171		22,449	,000
	X2	6,767	,931	,724	7,267	,000
2	(Constant)	586,340	33,313		17,601	,000
	X2	6,179	,302	,661	20,468	,000
	X4	6,865	,337	,657	20,346	,000
3	(Constant)	292,749	74,665		3,921	,000
	X2	6,046	,260	,647	23,219	,000
	X4	6,879	,289	,658	23,810	,000
	X5	4,612	1,084	,118	4,255	,000

a. Dependent Variable: Y

Tabel F5 : Variabel yang dikeluarkan

Excluded Variables^d

Model		Beta In	t	Sig.
1	X1	,062 ^a	,598	,553
	X3	-,048 ^a	-,459	,648
	X4	,657 ^a	20,346	,000
	X5	,110 ^a	1,102	,276
	X6	-,083 ^a	-,787	,435
2	X1	,034 ^b	1,016	,315
	X3	,074 ^b	2,297	,026
	X5	,118 ^b	4,255	,000
	X6	-,003 ^b	-,089	,930
3	X1	,038 ^c	1,334	,189
	X3	,046 ^c	1,572	,123
	X6	,002 ^c	,072	,943

- a. Predictors in the Model: (Constant), X2
- b. Predictors in the Model: (Constant), X2, X4
- c. Predictors in the Model: (Constant), X2, X4, X5
- d. Dependent Variable: Y

Lampiran G : Data hasil pengukuran analisa kandungan tanah terhadap diameter batang jati

No	Y Diameter (cm)	X ₁ pH tanah(%)	X ₂ K (%)	X ₃ Ph (%)	X ₄ Ca (%)	X ₅ Mg (%)
1	6,00	7,19	0,20	15,07	10,05	0,36
2	4,50	5,39	0,16	7,05	7,54	0,27
3	5,50	6,59	0,23	3,17	9,21	0,33
4	6,00	7,19	0,19	9,57	10,05	0,36
5	7,50	8,99	0,30	4,64	12,56	0,45
6	5,40	6,47	0,37	4,59	9,05	0,32
7	4,23	5,07	0,22	0,95	7,09	0,25
8	5,04	6,04	0,16	2,79	8,44	0,30
9	5,13	6,14	0,27	0,01	8,58	0,31
10	9,74	7,54	0,15	0,97	5,81	0,58
11	11,09	7,31	0,13	4,79	8,08	0,67
12	8,62	7,26	0,13	0,92	3,94	0,52
13	9,09	7,38	0,13	0,48	4,72	0,55
14	9,45	7,51	0,17	1,84	5,33	0,57
15	8,52	7,56	0,13	3,10	3,77	0,51
16	5,99	6,76	0,11	0,47	10,03	0,36
17	11,27	6,68	0,08	11,10	8,39	0,68
18	11,54	7,10	0,10	9,19	8,84	0,69
19	11,07	6,52	0,11	9,67	8,04	0,66
20	8,49	7,01	0,14	4,51	3,72	0,51
21	13,29	7,40	0,11	13,29	11,76	0,80
22	16,61	6,18	0,24	17,55	17,33	1,00
23	7,21	8,65	0,12	0,90	12,08	0,43
24	5,87	7,03	0,09	0,29	9,83	0,35
25	8,00	9,58	0,11	0,01	2,89	0,48
26	6,26	7,51	0,09	0,46	10,49	0,38
27	7,01	8,40	0,18	1,77	11,74	0,42
28	7,61	9,12	0,25	0,44	2,24	0,46
29	13,17	6,09	0,42	16,49	11,56	0,79
30	6,97	8,35	0,44	4,47	11,67	0,42
31	6,59	7,90	0,44	3,44	11,05	0,40
32	7,15	8,57	0,39	5,05	11,97	0,43
33	5,98	7,17	0,47	3,05	10,02	0,36
34	6,33	7,59	0,45	3,01	10,60	0,38
35	7,64	9,16	0,44	5,51	2,30	0,46
36	8,44	6,15	0,10	4,49	3,64	1,49
37	8,30	9,94	0,15	3,77	3,40	1,37
38	9,34	6,25	0,11	5,93	5,14	1,22
39	8,19	9,81	0,09	2,77	3,21	1,36
40	8,84	6,82	0,08	2,78	4,31	1,26
41	9,17	6,10	0,12	4,30	4,87	1,79
42	12,83	6,27	0,11	12,94	10,99	1,33

Lampiran H : Uji koefisien regresi dengan variabel bebas diameter batang jati dan variabel tak bebas pH tanah, K , Ph , Ca dan Mg

H1 : Uji koefisien regresi secara individu

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,699	2,219		1,217	,232
	ph tanah	,372	,259	,164	1,439	,159
	K	-4,269	2,610	-,197	-1,636	,111
	Ph	,326	,077	,572	4,213	,000
	Ca	6,447E-02	,103	,085	,628	,534
	Mg	2,391	,892	,347	2,679	,011

a. Dependent Variable: Diameter

H2 : Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	175,487	5	35,097	10,778	,000 ^a
	Residual	117,225	36	3,256		
	Total	292,711	41			

a. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, Ca, K, Ph

b. Dependent Variable: Diameter

Lampiran I : Pengujian metode regresi semua kemungkinan dari setiap kombinasi variabel bebas X yang masuk dengan variabel tak bebas diameter batang jati

No	Kombinasi Variabel	p	db	$JKSp$	R^2	R^2 disesuaikan	$s^2 = \frac{JKSp}{n-p}$	$Cp = \frac{JKSp}{s^2} - (n-2p)$
1	Tanpa X	1	41	292,711	0,000	0,000	7,139	1,000
2	X_1	2	40	291,809	0,003	-0,022	7,295	2,000
3	X_2	2	40	276,974	0,054	0,030	6,924	2,000
4	X_3	2	40	174,473	0,404	0,389	4,362	2,000
5	X_4	2	40	286,644	0,021	0,004	7,166	2,000
6	X_5	2	40	207,724	0,290	0,273	5,193	2,000
7	X_1, X_2	3	39	276,797	0,540	0,006	7,097	3,000
8	X_1, X_3	3	39	168,874	0,423	0,393	4,330	3,000
9	X_1, X_4	3	39	286,442	0,021	-0,029	7,345	3,000
10	X_1, X_5	3	39	207,100	0,292	0,256	5,310	3,000
11	X_2, X_3	3	39	151,319	0,483	0,457	3,880	3,000
12	X_2, X_4	3	39	261,032	0,108	0,062	6,693	3,000
13	X_2, X_5	3	39	207,370	0,292	0,255	5,317	3,000
14	X_3, X_4	3	39	167,272	0,429	0,399	4,289	3,000
15	X_3, X_5	3	39	130,061	0,556	0,533	3,335	3,000
16	X_4, X_5	3	39	179,672	0,386	0,355	4,607	3,000
17	X_1, X_2, X_3	4	38	141,053	0,518	0,480	3,712	4,000
18	X_1, X_2, X_4	4	38	260,570	0,110	0,040	6,857	4,000
19	X_1, X_2, X_5	4	38	206,859	0,293	0,238	5,444	4,000

No	Kombinasi Variabel	p	db	JKSp	R ²	R ² disesuaikan	$s^2 = \frac{JKSp}{n-p}$	$Cp = \frac{JKSp}{s^2} - (n-2p)$
20	X ₁ ,X ₃ ,X ₄	4	38	162,701	0,444	0,400	4,282	4,000
21	X ₁ ,X ₃ ,X ₅	4	38	126,252	0,569	0,535	3,322	4,000
22	X ₁ ,X ₄ ,X ₅	4	38	179,517	0,387	0,338	4,724	4,000
23	X ₂ ,X ₃ ,X ₄	4	38	149,983	0,488	0,447	3,947	4,000
24	X₂,X₃,X₅	4	38	124,706	0,574	0,540	3,282	4,000
25	X ₂ ,X ₄ ,X ₅	4	38	175,703	0,400	0,352	4,624	4,000
26	X ₃ ,X ₄ ,X ₅	4	38	129,875	0,556	0,521	3,418	4,000
27	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₄	5	37	140,602	0,52	0,468	3,800	5,000
28	X₁,X₂,X₃,X₅	5	37	118,510	0,595	0,551	3,203	5,000
29	X ₁ ,X ₂ ,X ₄ ,X ₅	5	37	175,031	0,402	0,337	4,731	5,000
30	X ₁ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅	5	37	125,935	0,570	0,523	3,404	5,000
31	X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅	5	37	123,970	0,576	0,531	3,351	5,000
32	X ₁ ,X ₂ ,X ₃ ,X ₄ ,X ₅	6	36	117,225	0,600	0,544	3,256	6,000

Dengan :

- X₁ = pH tanah
- X₂ = Kandungan K (%)
- X₃ = Kandungan Ph (%)
- X₄ = Kandungan Ca (%)
- X₅ = Kandungan Mg (%)

Lampiran J : Hasil persamaan regresi berganda menggunakan metode eliminasi langkah mundur dengan variabel tak bebas diameter batang jati & variabel bebas pH tanah, $K(\%)$, $Ph(\%)$, $Ca(\%)$, $Mg(\%)$

Tabel J1 : Variabel masuk/keluar

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Mg, ph tanah ^a , Ca, K, Ph		Enter
2		Ca	Backward (criterion: Probability of F-to-remove \geq ,100).
3		ph tanah	Backward (criterion: Probability of F-to-remove \geq ,100).
4		K	Backward (criterion: Probability of F-to-remove \geq ,100).

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Diameter

Tabel J2 : Model Umum

Model Summary^e

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,774 ^a	,600	,544	1,8045
2	,771 ^b	,595	,551	1,7897
3	,758 ^c	,574	,540	1,8116
4	,745 ^d	,556	,533	1,8262

a. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, Ca, K, Ph

b. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, K, Ph

c. Predictors: (Constant), Mg, K, Ph

d. Predictors: (Constant), Mg, Ph

e. Dependent Variable: Diameter

Tabel J3 : Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^e

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	175,487	5	35,097	10,778	,000 ^a
	Residual	117,225	36	3,256		
	Total	292,711	41			
2	Regression	174,201	4	43,550	13,597	,000 ^b
	Residual	118,510	37	3,203		
	Total	292,711	41			
3	Regression	168,005	3	56,002	17,065	,000 ^c
	Residual	124,706	38	3,282		
	Total	292,711	41			
4	Regression	162,650	2	81,325	24,386	,000 ^d
	Residual	130,061	39	3,335		
	Total	292,711	41			

a. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, Ca, K, Ph

b. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, K, Ph

c. Predictors: (Constant), Mg, K, Ph

d. Predictors: (Constant), Mg, Ph

e. Dependent Variable: Diameter

Tabel J4 : Variabel yang dikeluarkan

Excluded Variables^d

Model		Beta In	t	Sig.
2	Ca	,085 ^a	,628	,534
	ph tanah	,156 ^b	1,391	,173
4	Ca	,032 ^c	,233	,817
	ph tanah	,120 ^c	1,071	,291
	K	-,148 ^c	-1,277	,209

a. Predictors in the Model: (Constant), Mg, ph tanah, K, Ph

b. Predictors in the Model: (Constant), Mg, K, Ph

c. Predictors in the Model: (Constant), Mg, Ph

d. Dependent Variable: Diameter

Tabel J5 : Koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,699	2,219		1,217	,232
	ph tanah	,372	,259	,164	1,439	,159
	K	-4,269	2,610	-,197	-1,636	,111
	Ph	,326	,077	,572	4,213	,000
	Ca	6,447E-02	,103	,085	,628	,534
	Mg	2,391	,892	,347	2,679	,011
2	(Constant)	3,290	1,993		1,650	,107
	ph tanah	,355	,255	,156	1,391	,173
	K	-3,946	2,538	-,182	-1,555	,129
	Ph	,350	,067	,615	5,252	,000
	Mg	2,187	,824	,317	2,653	,012
3	(Constant)	5,790	,871		6,648	,000
	K	-3,210	2,513	-,148	-1,277	,209
	Ph	,319	,064	,560	5,019	,000
	Mg	2,352	,826	,341	2,848	,007
4	(Constant)	4,951	,577		8,586	,000
	Ph	,304	,063	,533	4,826	,000
	Mg	2,779	,761	,403	3,649	,001

a. Dependent Variable: Diameter

Lampiran K : Hasil persamaan regresi berganda menggunakan metode regresi bertatar dengan variabel tak bebas diameter batang jati dan variabel bebas *pH* tanah, *K*(%), *Ph*(%), *Ca*(%), *Mg*(%)

Tabel K1 : Variabel masuk/keluar

Variables Entered/Removed^f

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ph		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Mg		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Diameter

Tabel K2 : Model Umum

Model Summary^f

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,636 ^a	,404	,389	2,0885
2	,745 ^b	,556	,533	1,8262

a. Predictors: (Constant), Ph

b. Predictors: (Constant), Ph, Mg

c. Dependent Variable: Diameter

Tabel K3 : Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^c

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	118,239	1	118,239	27,108	,000 ^a
	Residual	174,473	40	4,362		
	Total	292,711	41			
2	Regression	162,650	2	81,325	24,386	,000 ^b
	Residual	130,061	39	3,335		
	Total	292,711	41			

a. Predictors: (Constant), Ph

b. Predictors: (Constant), Ph, Mg

c. Dependent Variable: Diameter

Tabel K4 : Koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.		
		B	Std. Error	Beta				
1	(Constant)	6,423	,471		13,630	,000		
	Ph	,362	,070	,636			5,207	,000
2	(Constant)	4,951	,577		8,586	,000		
	Ph	,304	,063	,533			4,826	,000
	Mg	2,779	,761	,403			3,649	,001

a. Dependent Variable: Diameter

Tabel K5 : Variabel yang dikeluarkan

Excluded Variables^c

Model		Beta In	t	Sig.
1	ph tanah	,145 ^a	1,137	,262
	K	-,282 ^a	-2,443	,019
	Ca	-,175 ^a	-1,296	,203
	Mg	,403 ^a	3,649	,001
2	ph tanah	,120 ^b	1,071	,291
	K	-,148 ^b	-1,277	,209
	Ca	,032 ^b	,233	,817

a. Predictors in the Model: (Constant), Ph

b. Predictors in the Model: (Constant), Ph, Mg

c. Dependent Variable: Diameter

Lampiran L : Hasil persamaan regresi berganda dari data simulasi dengan Variabel tak bebas Y dan variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4 dan X_5

Tabel L1 : Model Umum

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,984 ^a	,968	,964	1,49523

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X1, X2, X3

Tabel L2 : Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2959,570	5	591,914	264,755	,000 ^a
	Residual	98,371	44	2,236		
	Total	3057,941	49			

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X1, X2, X3

b. Dependent Variable: Y

Tabel L3 : koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	257,943	75,779		3,404	,001
	X1	,293	,272	,031	1,080	,286
	X2	5,876	,271	,628	21,690	,000
	X3	,858	,633	,040	1,354	,183
	X4	6,938	,289	,664	23,973	,000
	X5	4,268	1,104	,109	3,867	,000

a. Dependent Variable: Y

Lampiran M : Hasil persamaan regresi berganda dari data sekunder dengan variabel tak bebas diameter batang jati dan variabel bebas pH tanah, $K(\%)$, $Ph(\%)$ dan $Mg(\%)$

Tabel M1 : Model umum

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,771 ^a	,595	,551	1,7897

a. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, Ph, K



Tabel M2 : Uji koefisien regresi secara serentak

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	174,201	4	43,550	13,597	,000 ^a
	Residual	118,510	37	3,203		
	Total	292,711	41			

a. Predictors: (Constant), Mg, ph tanah, Ph, K

b. Dependent Variable: Diameter

Tabel M3 : Koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,290	1,993		1,650	,107
	ph tanah	,355	,255	,156	1,391	,173
	K	-3,946	2,538	-,182	-1,555	,129
	Ph	,350	,067	,615	5,252	,000
	Mg	2,187	,824	,317	2,653	,012

a. Dependent Variable: Diameter