

PENGENDALIAN VARIABEL PENGGANGGU / *CONFOUNDING* DENGAN ANALISIS KOVARIANS

Oleh : Atik Mawarni

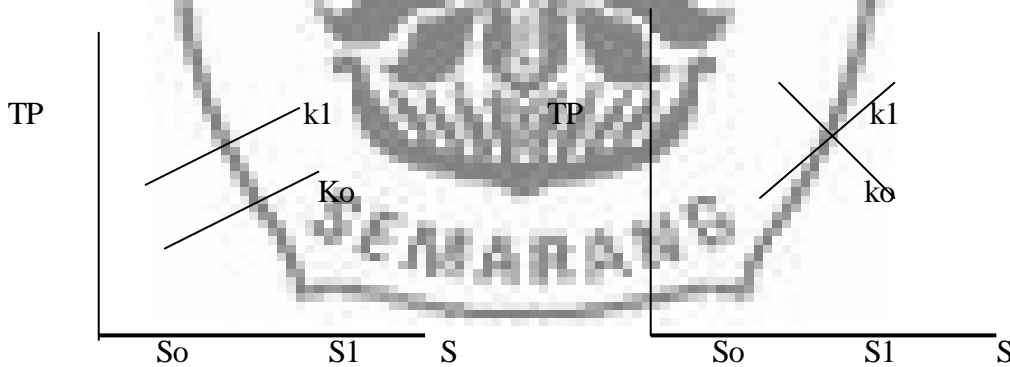
Pendahuluan

Dalam seluruh langkah penelitian, seorang peneliti perlu menjaga sebaik-baiknya agar hubungan yang akan dibuktikan ataupun yang akan dicari benar adanya, artinya variabel terikat memang dipengaruhi variabel bebas bukan oleh variabel lain yang tidak dikehendaki, variabel lain tersebut sering dinamakan variabel pengganggu atau 'confounding'. Yang perlu dilakukan untuk menjadi yakin tentang hubungan yang ada adalah mengontrol agar variabel pengganggu ('confounding') tidak dapat mempengaruhi hubungan yang dikehendaki, langkah tersebut dapat dimulai sejak menyatakan kerangka konsep, memilih desain penelitian dan akhirnya analisis data.. Secara praktis seringkali tidak dapat dilakukan pengontrolan melalui desain penelitian sehingga langkah terakhir yang dapat dilakukan adalah menggunakan analisis statistik (1). Salah satu analisis statistik yang dapat digunakan untuk mengontrol variabel pengganggu tersebut adalah analisis kovarians (Ankova). Analisis kovarians (Ankova) merupakan gabungan analisis varians dan analisis regresi. Analisis kovarians dapat digunakan pada berbagai macam rancangan percobaan misalnya Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan sebagainya.

Pendekatan yang digunakan analisis kovarians adalah memasukkan model regresi ganda, dimana faktor-faktor yang dipelajari (perlakuan) ditempatkan sebagai variabel nominal. Untuk variabel yang dikendalikan dinamakan kovariat dapat berupa berbagai jenis skala pengukuran misalnya untuk skala pengukuran nominal dapat digunakan variabel 'dummy'. Secara umum model analisis kovarians merupakan gabungan variabel 'dummy' dan variabel

kasar atau taksiran yang dikoreksi, tetapi menitikberatkan hasil pada perbedaan nilai / tingkatan variabel (2) .

Sebagai contoh bila ingin diteliti pengaruh suhu (S) dan konsentrasi katalisator (K) secara bersama sama terhadap tingkat pertumbuhan microorganism (TP). Bila suhu terbagi dalam dua tingkat S_0, S_1 , konsentrasi katalisator terbagi menjadi dua tingkat K_0 dan K_1 maka terdapat kombinasi $(S_0, K_0), (S_0, K_1), (S_1, K_0), (S_1, K_1)$. Berikut ini adalah dua grafik yang memungkinkan ada/tidak adanya interaksi antara S dengan K.



Gambal 1.

Gambar 2.

Gambar (1) menunjukkan bahwa TP merupakan fungsi dari S artinya hubungan antara TP dan S tidak tergantung pada K, hubungan antara TP dan S tidak bervariasi menurut K, sehingga dapat dikatakan tidak terdapat interaksi antara S dan K. Jadi pengaruh S dan K pada TP adalah independent satu sama lain, yang dapat diartikan ada pengaruh yang terpisah antara S dan TP, K dan TP. Pada gambar (2) menunjukkan hubungan antara TP dan S bergantung pada K, dimana TP meningkat dengan meningkatnya S untuk $K=k_1$, tetapi TP menurun dengan meningkatnya S untuk $K=k_0$. Dengan demikian perilaku TP sebagai fungsi dari S tidak dapat dianggap bebas dari konsentrasi K, dikatakan S dan K saling berinteraksi (2).

lainnya, akan tetapi variabel terikat/respons harus skala kontinyu. Penggunaan analisis kovarians (Ankova) memberikan asumsi yaitu tidak ada interaksi antara variabel pengganggu ('confounding') dengan variabel yang dipelajari/perlakuan. Bila terdapat interaksi yang kuat, penentuan suatu variabel sebagai 'confounding' tidak tepat untuk digunakan. (2).

Confounding Dan Interaksi

Untuk mengetahui apakah suatu variabel dapat dikatakan sebagai variabel pengganggu atau 'confounding', yang selanjutnya dapat diterapkan analisis kovarians, perlu kiranya dilihat apakah ada interaksi antara perlakuan terhadap variabel yang diperkirakan sebagai 'confounding'.

Secara konseptual 'confounding' dan interaksi adalah berbeda, akan tetapi keduanya melibatkan adanya hubungan antara dua variabel atau lebih, yang selanjutnya variabel-variabel tambahan yang dapat mengganggu hubungan tersebut dapat diperhitungkan, variabel yang diperhitungkan dikenal dengan nama kovariat. Pengamatan adanya 'confounding' membutuhkan perbandingan antara taksiran kasar dengan taksiran yang sudah disesuaikan/dikoreksi. Taksiran kasar diperoleh dengan cara mengabaikan 'confounding', sedangkan taksiran yang dikoreksi diperoleh dengan memasukkan 'confounding' pada saat analisis data dilakukan. Bila taksiran kasar berbeda terhadap taksiran yang dikoreksi dapat dikatakan ada 'confounding', sehingga satu atau lebih variabel yang dianggap 'confounding' sudah selayaknya dimasukkan dalam analisis data. Interaksi adalah suatu kondisi dimana hubungan yang diamati berbeda pada perbedaan nilai atau tingkatan variabel. Pengamatan adanya interaksi tidak didasarkan taksiran

Konsep Dasar Analisis Kovarians

Suatu studi tentang variabel respon Y sebagai akibat efek faktor (perlakuan), pada kenyataannya nilai variabel Y tersebut dapat berubah ubah oleh karena ada variabel lain katakanlah X. Jadi kecuali faktor (perlakuan) yang memberikan efek terhadap respon Y masih ada variabel X yang berubah ubah seiring dengan terjadinya perubahan variabel Y. Variabel X ini seringkali tidak mungkin dikontrol selama dilakukan eksperimen, akan tetapi masih dapat diukur bersama sama dengan variabel Y. Variabel X yang bersifat demikian dinamakan variabel konkomitan, pengiring atau kovariat. Selanjutnya untuk melakukan analisis mengenai variabel respon Y sebagai efek faktor (perlakuan) maka perlulah terlebih dahulu “memurnikan” variabel Y dari kovariat. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menyingkirkan pengaruh X terhadap Y, kemudian melakukan analisis terhadap Y yang sudah dimurnikan. Menggunakan Y dikoreksi inilah analisis mengenai ada atau tidaknya efek nyata dari faktor-faktor akan dilakukan (3,4, 5).

Variabel pengiring / kovariat perlu dipilih secara hati-hati agar penggunaannya benar - benar sesuai dengan tujuannya yaitu untuk mengurangi keragaman percobaan. Analisis kovarians dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa dalam kenyataannya ada variabel tertentu yang tidak dapat dikendalikan tetapi sangat mempengaruhi atau sangat berkorelasi dengan variabel respon yang diamati. Misalnya suatu penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh beberapa macam ransum ternak terhadap penambahan berat badan sapi, dalam hal ini yang menjadi variabel

respon (Y) adalah penambahan berat badan sapi. Menggunakan analisis varians biasa tidak diperhatikan berat badan awal sapi-sapi yang dicobakan tersebut , sehingga tidak diperhatikan kemungkinan adanya hubungan / korelasi antara berat badan awal terhadap respon (berat badan akhir) . Dalam analisis kovarians, berat badan awal diperhitungkan sebagai variabel pengiring/kovariat/konkomitan (X) yang ikut mempengaruhi berat badan akhir / respon (Y) . Seperti halnya pada analisis regresi, dalam analisis kovarians variabel pengiring dapat berjumlah lebih dari satu, oleh sebab itu analisis kovarians dikatakan sebagai gabungan antara analisis varians dan analisis regresi. Hubungan antara kuadrat tengah galat (KTG) analisis varians dan kuadrat tengah (KTG) analisis kovarians dapat ditunjukkan dengan :

$$KTG^* = KTG \left(1 - R^2 \right) \left(\frac{db\ galat}{db\ galat - 1} \right)$$

dimana KTG * menunjukkan kuadrat tengah galat analisis kovarians , KTG menunjukkan kuadrat tengah galat analisis varians, R adalah koefisien korelasi yang menunjukkan adanya hubungan antara variabel pengiring dan variabel respon, sedangkan db galat menunjukkan derajat bebas galat pada analisis varians. Dari persamaan terlihat bahwa apabila R semakin tinggi maka KTG* akan semakin kecil yang berarti ketepatan percobaan meningkat , namun apabila R semakin kecil KTG* berharga besar. (4). Gambaran ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang kuat antara kovariat dengan respon (R), analisis kovarians lebih baik digunakan dibandingkan dengan analisis varians karena akan menghasilkan kesalahan yang berharga kecil, sebaliknya apabila hubungan tersebut berharga lemah akan lebih tepat bila digunakan analisis varians (5)

Pada analisis varians terdapat beberapa rancangan yang dapat digunakan , misalnya apabila satuan percobaan dan lingkungan bersifat homogen dapat digunakan rancangan acak lengkap

(RAL), jika satuan percobaan dan lingkungan tidak homogen dapat digunakan rancangan acak kelompok (RAK) dan sebagainya. Demikian juga pembahasan analisis kovarians didasarkan pada rancangan-rancangan yang terdapat pada analisis varians (5).

Asumsi Dan Model Analisis Kovarians

Asumsi analisis kovarians (Ankova) merupakan gabungan asumsi analisis varians dan analisis regresi yaitu (1,3,5):

- a. Menggunakan model aditif
- b. Galat (error) berdistribusi normal
- c. Memiliki varians homogen dalam setiap kelompok percobaan
- d. Regresi respon Y atas variabel pengiring X berbentuk linier
- e. Koefisien regresi variabel respon Y atas variabel pengiring X tidak sama dengan nol
- f. Koefisien regresi variabel respon Y atas variabel pengiring X dalam tiap kelompok keadaannya homogen. Asumsi ini juga dapat diartikan tidak ada interaksi antara variabel pengiring terhadap perlakuan.
- g. Variabel pengiring X bukan efek perlakuan yang diteliti.

Model analisis kovarians merupakan model rancangan percobaan yang digunakan (RAL, RAK dll) dengan tambahan variabel pengiring. Misalkan percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan Anovaa terdapat model $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$. Bila terdapat respon Y yang berubah-ubah seiring dengan adanya perubahan pada variabel pengiring X, maka antara X dan Y ada suatu regresi

yang dapat dituliskan dengan model $Y_{ij} = \mu + \beta (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij}$. Analisis kovarians untuk rancangan acak lengkap (RAL) memerlukan penggabungan antara model pada Anova dan model pada

analisis regresi sehingga diperoleh model $Y_{ij} = \mu + \beta (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \tau_i + \varepsilon_{ij}$.

Bila eksperimen dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) model analisis

kovarians adalah $Y_{ij} = \mu + \beta (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \tau_i + K_j + \varepsilon_{ij} (1, 5, 6)$.

Penyajian Data Pada Analisis Kovarians

Penyajian data pada analisis kovarians tergantung rancangan yang digunakan. Salah satu contoh penyajian data untuk rancangan acak lengkap (RAL) dapat digambarkan sebagai berikut (5) :

Tabel 1. Tabel Penyajian Data Analisis Kovarians Pada Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Ulangan	Perlakuan								
	1		2		3		.....	t	
	X	Y	X	Y	X	Y	.....	X	Y
1	X ₁₁	Y ₁₁	X ₂₁	Y ₂₁	X ₃₁	Y ₃₁	.....	X _{t1}	Y _{t1}
2	X ₁₂	Y ₁₂	X ₂₂	Y ₂₂	X ₃₂	Y ₃₂	.....	X _{t2}	Y _{t2}
3	X ₁₃	Y ₁₃	X ₂₃	Y ₂₃	X ₃₃	Y ₃₃	.....	X _{t3}	Y _{t3}
.
k	X _{1k}	Y _{1k}	X _{2k}	Y _{2k}	X _{3k}	Y _{3k}	.....	X _{tk}	Y _{tk}
<i>Analisis Kovarians</i>									

Jumlah	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3	.....	X_t	Y_t	$X_{..}$	$Y_{..}$
Rata-2	\bar{X}_1	\bar{Y}_1	\bar{X}_2	\bar{Y}_2	\bar{X}_3	\bar{Y}_3	.....	\bar{X}_t	\bar{Y}_t	$\bar{X}_{..}$	$\bar{Y}_{..}$

Keterangan untuk model dan tabel yang telah dijelaskan diatas adalah sebagai berikut

Y_{ij} = nilai variabel respon pada perlakuan ke i , ulangan ke j , $i=1,2,3,\dots,t$, $j=1,2,3,\dots,k$

X_{ij} = nilai variabel pengiring pada perlakuan ke i , ulangan ke j

$X_{i.}$ = Jumlah nilai variabel pengiring perlakuan ke i , $i = 1,2,3,\dots,t$

$Y_{i.}$ = Jumlah nilai variabel respon perlakuan ke i , $i = 1,2,3,\dots,t$

$X_{..}$ = Jumlah keseluruhan nilai variabel pengiring

$Y_{..}$ = Jumlah keseluruhan nilai variabel respon

$\bar{X}_{i.}$ = Rata-rata nilai variabel pengiring pada perlakuan ke i

$\bar{Y}_{i.}$ = Rata-rata nilai variabel respon pada perlakuan ke i

$\bar{X}_{..}$ = Rata-rata keseluruhan nilai variabel pengiring

$\bar{Y}_{..}$ = Rata-rata keseluruhan nilai variabel respon

K_j = Pengaruh kelompok ke j

β = Koefisien regresi yg menunjukkan ketergantungan antara confounding dengan respon

τ_i = Pengaruh perlakuan ke i $i = 1, 2, 3, \dots, t$

Perhitungan Analisis Kovarians

Perhitungan analisis kovarians tergantung pada rancangan yang digunakan, untuk

rancangan acak lengkap (RAL) yang ada pada tabel 1 adalah sebagai berikut (5):

Tahap 1. Menghitung jumlah kuadrat total .

$$JKT (XX) = \sum X_{ij}^2 - \frac{X_{..}^2}{kt}$$

$$JKT (YY) = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{kt}$$

$$JHKT (XY) = \sum X_{ij} Y_{ij} - \frac{(X_{..})(Y_{..})}{kt}$$

Tahap 2 : Menghitung jumlah kuadrat perlakuan

$$JKP (XX) = \frac{\sum X_{i.}^2}{t} - \frac{\sum X_{..}^2}{kt}$$

$$JKP (YY) = \frac{\sum Y_{i.}^2}{t} - \frac{\sum Y_{..}^2}{kt}$$

$$JHKP (XY) = \frac{\sum X_{i.} Y_{i.}}{t} - \frac{\sum X_{..} Y_{..}}{kt}$$

Tahap 3. Menghitung jumlah kuadrat galat (error)

$$JKG (XX) = JKT (XX) - JKP (XX)$$

$$JKG (YY) = JKT (YY) - JKP (YY)$$

$$JHKG (XY) = JHKT (XY) - JHKP (XY)$$

Tahap 4. Pendugaan koefisien regresi variabel respon (Y) atas variabel pengiring (X)

$$b_{yx} = \frac{JHKG (XY)}{JKG (XX)}$$

Tahap 5. Perhitungan variabel respon Y yang terkoreksi oleh variabel pengiring X

- Jumlah kuadrat Y yg diakibatkan oleh regresi pada X

$$b_{yx} = \frac{JHKG(XY)}{JKG(XX)}, \quad \text{derajat bebas} = 1$$

- Jumlah kuadrat galat terkoreksi 2

$$JKG(YY \text{ terkoreksi}) = JKG(YY) - \frac{JHKG(XY)^2}{JKG(XX)}$$

$$\text{Derajat bebas} = t(k-1) - 1$$

- Ragam galat terkoreksi (KTG terkoreksi)

$$S_{yx} = \frac{JKG(YY \text{ terkoreksi})}{\text{Derajat Bebas}}$$

- JK (Perlakuan + Galat) terkoreksi 2

$$= \frac{(JHKP_{XY} + JHKG_{XY})}{(JKP_{XX} + JKG_{XX})}$$

$$\text{Derajat bebas} = kt - 2.$$

- Jumlah kuadrat perlakuan terkoreksi

$$JKP(YY \text{ terkoreksi}) = JK(P+G) \text{ terkoreksi} - JKG(YY \text{ terkoreksi})$$

$$\text{Derajat bebas} = t - 1$$

Tahap 6. Menghitung rata-rata respon untuk setiap perlakuan yang telah dikoreksi.

Oleh karena adanya pengaruh kovariat X terhadap variabel respon Y, maka nilai rata-rata respon ($\bar{Y}_{i.}$) untuk setiap perlakuan perlu dikoreksi terhadap pengaruh kovariat X.

$$\bar{Y}_{1.} \text{ (terkoreksi)} = \bar{Y}_{1.} - b_{yx} (\bar{X}_{1.} - \bar{X}_{..})$$

$$\bar{Y}_{2.} \text{ (terkoreksi)} = \bar{Y}_{2.} - b_{yx} (\bar{X}_{2.} - \bar{X}_{..})$$

$$Y_{3.} (\text{terkoreksi}) = Y_{3.} - b_{yx} (X_{3.} - \bar{X}_{..})$$

.....

$$\bar{Y}_{k.} (\text{terkoreksi}) = \bar{Y}_{k.} - (\bar{X}_{k.} - \bar{X}_{..})$$

Tahap 7. Melakukan pengujian pengaruh perlakuan terhadap respon dengan memperhatikan variabel

pengiring. Pengujian ini mempunyai pengertian yang sama dengan menguji nilai rata-

rata antara perlakuan yang telah dikoreksi. Hipotesis yang diuji adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_k = 0 \quad (\text{Perlakuan tidak mempengaruhi respon})$$

Ha : Minimal ada satu perlakuan yang memberikan respon berbeda dengan lainnya
 (Perlakuan mempengaruhi respon)

Pengujian Hipotesis :

$$F \text{ hitung} = \frac{JKP(\text{YY terkoreksi}) / t - 1}{S_{yx}^2}$$

Perbandingan dengan F tabel menggunakan derajat bebas

$$db_1 = t - 1 ; \quad db_2 = t(k - 1) - 1$$

Pemeriksaan Ketepatan Model

Pemeriksaan model dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah analisis kovarians yang telah diterapkan pada data yang dianalisis sudah tepat. Ketepatan tersebut dapat diketahui dengan memeriksa asumsi-asumsi yang harus dipenuhi (5).

Pengujian Asumsi Yang Berkaitan Dengan Penggunaan Kovariat

Untuk mengetahui apakah kovariat yang dimasukkan dalam analisis merupakan variabel pengganggu ('confounding'), dapat dilakukan dengan menguji koefisien regresi antara respon dengan kovariat. Hipotesis yang akan diuji adalah :

$H_0 : \beta = 0$, variabel pengiring X tidak berpengaruh terhadap respon Y

$H_a : \beta \neq 0$, variabel pengiring X berpengaruh terhadap respon Y

Pengujian Hipotesis :

$$F \text{ hitung} = \frac{\frac{2}{(JKG XY)} / JKG (XX)}{KTG \text{ Terkoreksi}}$$

Perbandingan dengan F tabel menggunakan derajat bebas

$$db_1 = 1 ; db_2 = t(k-1) - 1$$

- Pengujian asumsi variabel pengiring bukan merupakan efek perlakuan. Hipotesis yang akan diuji adalah :

H_0 : Tidak ada hubungan antara perlakuan dengan variabel pengiring

H_a : Ada hubungan antara perlakuan dengan variabel pengiring

Pengujian Hipotesis :

$$F \text{ hitung} = \frac{JKP(XX) / t-1}{JKG (XX) / t(k-1)}$$

Perbandingan dengan F tabel menggunakan derajat bebas

$$db_1 = t - 1 ; db_2 = t(k - 1)$$

- Pengujian asumsi koefisien regresi dari masing-masing kelompok perlakuan adalah sama.

Hipotesis yang akan diuji adalah :

H₀ : $\beta (1) = \beta (2) = \dots = \beta (t) =$ koefisien regresi t kelompok adalah sama

H_a : Minimal ada satu koefisien regresi yang tidak sama dengan lainnya

Pengujian Hipotesis :

$$F \text{ hitung} = \frac{(B - A) / (t - 1)}{A / (\sum_i k_i - 2t)}$$

dalam hal ini A merupakan jumlah kuadrat galat yang menunjukkan penyimpangan dari masing-masing garis regresi yang terbentuk, A diperoleh dari $A = JK(G_1) + JK(G_2) +$

$\dots + JK(G_t)$. B diperoleh dari perhitungan :

$$B = \sum_i E_{xy} (i) - \frac{(\sum_i E_{yy} (i))^2}{E_{xx} (i)}$$

dalam hal ini

$$E_{xy} (i) = \sum_j X_{ij} Y_{ij} - \frac{X_i \cdot Y_j}{k_i}$$

$$E_{yy} (i) = \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{k_i}$$

$$E_{xx} (i) = \sum_j X_{ij}^2 - \frac{X_i^2}{k_i}$$

Tabel Analisis Kovarians (Ankova)

Tabel analisis kovarians terdiri dari dua tabel yaitu pertama tabel pengujian pengaruh perlakuan terhadap respon dengan memperhitungkan variabel pengganggu, kedua adalah tabel yang berisi nilai rata-rata perlakuan (5,6).

Tabel 2. Tabel Analisis Kovarians

Sumber Keragaman	Derajat bebas d b	Jumlah Kuadrat JK	Kuadrat Tengah KT	Uji F
Perlakuan dikoreksi	$t - 1$	JKP (YY terkoreksi)	$\frac{JKP(YY terkoreksi)}{t - 1}$	KT Perlakuan
Galat	$t(k - 1) - 1$	JKG (YY terkoreksi)	$\frac{JKG(YY terkoreksi)}{t(k - 1)}$	KT Galat
Total	$tk - 2$	JK (Perlakuan + Galat)		

Tabel 3. Nilai Mean Tanpa Koreksi dan Nilai Mean Terkoreksi

	Perlakuan	
<i>Analisis Kovarians</i>		

	1	2	3	.....	T
Mean (tanpa koreksi)	\bar{Y}_1 .	\bar{Y}_2 .	\bar{Y}_3.	.....	\bar{Y}_t .
Mean (dikoreksi)	\bar{Y}_1 terkoreksi	\bar{Y}_2 terkoreksi	\bar{Y}_3 terkoreksi	.....	\bar{Y}_t terkoreksi

Kesimpulan

Penentuan suatu ‘confounding’ merupakan salah satu hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam penggunaan analisis kovarians. Untuk dapat menghindari terjadinya kesalahan-kesalahan , perlu kiranya diperhatikan beberapa hal yaitu :

- Suatu variabel dapat dianggap sebagai ‘confounding’ apabila variabel tersebut bukan merupakan efek perlakuan.
- Suatu variabel dapat dianggap ‘confounding’ apabila variabel tersebut berpengaruh terhadap respon.

Daftar Pustaka

1. Junaedi P : Pengantar Analisis Data , Jakarta , Rineka Cipta , 1995 : 83
2. David KG , Lawrence KL , Keith ME : Applied Regression Analysis And Other Multivariable Methods, Boston, PWS - Kent Publishing Company , 1998 : 163-170 , 297-300
3. Sudjana : Desain dan Analisis Eksperiment , Bandung, Tarsito , 1989 : 263-273
4. Sudjana : Teknik Analisis Regresi dan Korelasi , Bandung, Tarsito , 1992 : 255-268
5. Gaspersz V : Metode Perancangan Percobaan, Bandung, Armico, 1991 : 382-410

6. Pedhazur Elazer J: Multiple Regression In Behavioral Research, New York , CBS College Publishing, 1982. : 493-512







i