

DEPARTEMEN STATISTIKA, INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Sidik Peubah Ganda

Dengan menggunakan SAS

Ahmad Ansori Mattjik & I Made Sumertajaya

2011

KAMPUS IPB DARMAGA, JL. MERANTI W22 LV 3

Sidik Peubah Ganda

dengan Menggunakan SAS

Penulis:

Prof. Ir. AHMAD ANSORI MATTJIK, M.Sc., PhD.

Dr.Ir. I MADE SUMERTAJAYA, M.Si.

Editor:

Gusti Ngurah Adhi Wibawa

Alfian Futuhul Hadi

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
teks ini tanpa ijin tertulis dari Penerbit

Diterbitkan oleh IPB PRESS

Edisi ke-pertama: September 2011

ISBN 978-602-96772-5-6

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiratNya, karena atas ridha dan kehendakNya buku ini dapat kami tulis. Setelah mengajar Sidik Peubah Ganda sejak tahun 1985 sampai sekarang di Departemen Statistika, Fakultas Matematika IPB, dan atas dorongan dari kawan sejawat, kami berkeinginan untuk mengembangkan catatan kuliah menjadi tulisan yang dapat diterbitkan dalam bentuk sebuah buku. Pengalaman selama ini memberikan inspirasi macam dan bentuk tulisan yang diperkirakan dapat memberikan petunjuk dan tuntunan untuk mengertikan peubahganda pada mahasiswa. Buku ini tersusun atas bantuan banyak pihak, untuk itu kami sangat berterimakasih kepada rekan sejawat dan mahasiswa bimbingan yang telah memberikan data hasil penelitiannya untuk digunakan sebagai contoh, memberikan kritik dan saran penulisan, serta dukungan moril maupun materi.

Kami sangat berhutang budi pada guru-guru kami yang telah memberikan jalan dan bimbingannya dengan sepenuh hati, tetapi karena keterbatasan kami mohon maaf tidak dapat menuliskan namanya satu persatu. Semoga kebaikan guru-guru kami tercatat sebagai amal baik dan mendapat balasan dengan berlipat ganda kebaikan dari Allah SWT. Amien.

Kami yakin, masih banyak kritik dan saran yang diperlukan dari pembaca agar buku ini menjadi lebih bermanfaat. Untuk itu, kami mengucapkan terimakasih yang berlipat ganda. Meskipun demikian kesalahan dan kehilafan yang ada dalam buku ini tetap menjadi tanggung jawab kami.

Bogor, Juni 2011

Penulis,

Ahmad Ansori Mattjik & I Made Sumertajaya

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
1. Pendahuluan	2
2. Review Aljabar Matriks (<i>Matrix Algebra Review</i>)	4
2.1. Pendahuluan	4
2.2. Populasi versus Contoh.....	6
2.3. Beberapa alat dasar untuk memahami data peubah ganda	8
2.4. Pereduksian Data, Pendeskripsian, dan Pendugaan	13
2.5. Konsep-Konsep Aljabar Matriks.....	15
2.5.1. Matriks Putaran	15
2.5.2. Matriks Simetrik.....	16
2.5.3. Matriks Diagonal	16
2.5.4. Beberapa Matriks Khusus	17
2.5.5. Matriks Segitiga	17
2.5.6. Kebebasan Linear.....	18
2.5.7. Pangkat Matriks	19
2.5.8. Matriks Non-Singular dan Matriks Singular	19
2.5.9. Kebalikan Matriks Persegi	20
2.5.10. Kebalikan Umum	21
2.5.11. Sistem Persamaan Linear	22
2.5.12. Norma (Panjang) Vektor Euclidean	23
2.5.13. Jarak Euclid antar Dua Vektor.....	24
2.5.14. Vektor dan Matriks Ortogonal	26
2.5.15. Akar Ciri dan Vektor Ciri.....	27
2.5.16. Penguraian Spektral dari Sebuah Matriks Simetrik	29
2.5.17. Akar Ciri dan Vektor Ciri Umum	30
2.5.18. Determinan Matriks.....	30
2.5.19. Teras Matriks	31
2.5.20. Pengutamaan	32
2.5.21. Bentuk Kuadratik	32
2.5.22. Matriks Definit dan Semidefinit Positif	34

2523. Akar Kuadrat dari Matriks Simetrik Semi Definit Positif	35
2524. Penguraian Nilai Singular (<i>Singular Value Decomposition</i>).....	36
2525. Penguraian Nilai Singular Umum (<i>Generalized Singular Value Decomposition</i>).....	37
2526. Perkalian Kronecker.....	38
2.6. Latihan.....	39
3. Sebaran Normal Ganda (<i>Multivariate Normal Distribution</i>).....	41
3.1. Peubah Acak	41
3.2. Fungsi Sebaran.....	41
3.3. Peubah Acak Diskret.....	42
3.4. Peubah Acak Kontinu.....	43
3.5. Peubah Acak Ganda	43
3.6. Pengertian Peubah Acak Ganda	45
3.7. Sebaran Normal Ganda Dan Sifat-Sifatnya	47
3.8. Kontur.....	50
3.9. Eksplorasi Sebaran Normal Ganda	53
3.10. Pengambilan Contoh Dari Sebaran Normal Ganda.....	57
3.10.1. Likelihood Normal Ganda	57
3.10.2. Pendugaan Maksimum Likelihood untuk μ dan Σ	61
3.11. Sebaran Penarikan Contoh dari \mathbf{X} dan S	65
3.12. Latihan.....	66
4. Inferensia Vektor Nilai Tengah (<i>Inference of mean vector</i>).....	68
4.1. Pendahuluan.....	68
4.2. Test hipotesis vektor rata-rata	68
4.3. Aplikasi SAS	72
4.4. Latihan.....	73
5. Manova (<i>Multivariate Analysis of Variance</i>).....	76
5.1. Pendahuluan.....	76
5.2. Analisis Ragam Peubah Ganda Satu Arah (<i>One-way Manova</i>) ...	77
5.3. Analisis Ragam Peubah Ganda Dua Arah (<i>Two-way Manova</i>).....	85
5.4. Aplikasi SAS	89
5.4.1. One-way Manova	89
5.4.2. Two Way Manova.....	93
5.5. Latihan.....	97
6. Analisis Profil (<i>Profile Analysis</i>).....	101

6.1. Pendahuluan.....	101
6.2. Pengujian Hipotesis	103
6.2.1. Uji Kesejajaran (<i>Parallel Test</i>)	103
6.2.2. Uji Keberhimpitan (<i>Coincident Test</i>)	105
6.2.3. Uji Kesamaan (<i>Level Test</i>)	106
6.2.4. Ilustrasi	107
6.3. Aplikasi SAS	113
6.4. Latihan.....	117
7. Analisis Komponen Utama (<i>Principal Component Analysis</i>).....	119
7.1. Pendahuluan.....	119
7.2. Komponen Utama.....	120
7.3. Penentuan penggunaan matriks korelasi dan Ragam peragam	125
7.4. Penentuan Banyaknya Komponen Utama	125
7.5. Manfaat lain dari komponen utama	127
7.6. Penerapan Analisis Komponen Utama dalam Analisis Regresi	127
7.7. Aplikasi SAS	128
7.8. Latihan.....	134
8. Analisis Faktor (<i>Factor Analysis</i>)	137
8.1. Pendahuluan.....	137
8.2. Model Faktor.....	139
8.3. Metode Pendugaan Non-Iteratif.....	148
8.3.1. Metode Komponen Utama	148
8.3.2. Metode Faktor Utama.....	156
8.3.3. Analisis Citra (<i>Image Analysis</i>)	159
8.3.4. Analisis Faktor Kanonik Non-Iteratif Harris	163
8.4. Metode Pendugaan Iteratif	166
8.4.1. Metode Kemungkinan Maksimum.....	166
8.4.2. Metode Kuadrat Terkecil Tak-Terboboti (<i>Unweighted Least</i> <i>Squares Method, ULS</i>)	171
8.4.3. Metode Faktor Utama Beriterasi	171
8.5. Kasus Heywood.....	172
8.6. Rotasi Faktor	174
8.6.1. Rotasi Ortogonal	175
8.6.2. Rotasi Oblique	177
8.7. Menduga Skor Faktor.....	180

871. Metode Kuadrat Terkecil Terboboti (<i>Weighted Least Squares Method</i>).....	181
872. Metode Regresi	181
8.8. Aplikasi SAS	182
8.9. Latihan.....	195
9. alisis Gerombol (<i>Cluster Analysis</i>)	196
9.1. Pendahuluan.....	196
9.2. Metode Penggerombolan.....	198
921. Metode Grafik	198
922. Metode Penggerombolan Berhierarki	199
923. Metode tak berhirarki.....	214
9.3. Aplikasi SAS	217
9.4. Latihan.....	221
10. Analisis Diskriminan (<i>Discriminant Analysis</i>)	223
10.1. Pendahuluan.....	223
10.2. Model Analisis Diskriminan.....	224
10.3. Fungsi Diskriminan	228
10.4. Signifikansi Fungsi Diskriminan	230
1041. Uji Kenormalan Multivariat.....	231
1042. Uji Kesamaan Matriks Kovarians	233
1043. Uji Vektor Nilai Rata-rata	234
10.5. Variabel Pembeda Utama	235
10.6. Evaluasi Fungsi Diskriminan.....	236
10.7. Aplikasi SAS	237
10.8. Latihan.....	245
11. Analisis Biplot (<i>Biplot Analysis</i>)	246
11.1. Pendahuluan.....	246
11.2. Penguraian Nilai Singular (<i>Singular Value Decomposition</i>)	248
11.3. Ilustrasi.....	255
11.4. Aplikasi SAS	261
11.5. Latihan.....	270
12. Analisis Korespondensi (<i>Correspondency Analysis</i>)	271
12.1. Pendahuluan.....	271
12.2. Tabel Kontingensi Dua Arah	274
12.3. Profil Baris dan Profil Kolom	276

12.4. Penguraian Nilai Singular	278
1241. Penguraian Nilai Singular Umum	278
12.5. Nilai Inersia	279
12.6. Koefisien Kontingensi.....	280
12.7. Ilustrasi.....	281
12.8. Aplikasi SAS	287
13. Korelasi Kanonik (<i>Canonical Correlation</i>)	293
13.1. Pendahuluan.....	293
13.2. Analisis Korelasi Kanonik	295
1321. Uji Data dan Uji Asumsi.....	296
1322. Penentuan Fungsi Kanonik dan Pendugaan Koefisien Kanonik ...	298
1323. Perhitungan Proporsi Keragaman.....	302
1324. Uji Hipotesis	302
1325. Interpretasi Fungsi Kanonik	304
1326. Redundansi	305
1327. Validasi Fungsi Kanonik	306
13.3. Ilustrasi	306
13.4. Aplikasi SAS	319
14. Analisis Regresi Peubah Ganda (<i>Multivariate Regression Analysis</i>)	320
14.1. Pendahuluan.....	320
14.2. Analisis Regresi	321
14.3. Analisis Regresi Multivariate	322
14.4. Analisis Jalur (<i>Path Analysis</i>)	336
14.5. Ilustrasi Analisis Jalur (<i>Path Analysis</i>)	338
15. Model Persamaan Struktural (<i>Structural Equation Models</i>).....	350
15.1. Pendahuluan.....	350
15.2. Konsep Dasar SEM	351
1521. Komponen- komponen model SEM	352
1522. Notasi SEM	356
1523. Metode Perhitungan	358
1524. Asumsi-asumsi SEM :.....	360
1525. Langkah-langkah SEM	361
1526. Uji Kesesuaian dan Uji Statistik.....	365
15.3. Penerapan SEM	367
16. Penskalaan Berdimensi Ganda (<i>Multi dimensional Scaling</i>)	376

16.1. Pendahuluan.....	376
16.2. Penskalaan Berdimensi Ganda	377
1621. Pengertian Penskalaan Berdimensi Ganda	377
1622. Jenis-jenis Penskalaan Berdimensi Ganda	378
16.3. Ilustrasi.....	385
16.4. Aplikasi SAS	390
17. Analisis Konjoin (Conjoint Analysis)	395
17.1. Pendahuluan.....	395
17.2. Statistik Dalam Analisis Konjoin	397
17.3. Ilustrasi.....	404
1731. Metric Conjoint Analysis.....	404
1732. Non-Metric Conjoint Analysis	409
DAFTAR PUSTAKA.....	413

1. Pendahuluan

Sesuai dengan perkembangan pengetahuan yang tidak ada kesudahannya, demikian juga dengan perkembangan dari metoda atau tatacara untuk interpretasi data. Bila semula hanya cukup dengan memperhatikan satu peubah atau karakter saja dari satu individu, sekarang berkembang dengan memperhatikan dua bahkan lebih banyak lagi peubah yang merupakan karakter dari individu yang sama. Seperti pengamatan pada padi, yang semula hanya memperhatikan produktivitasnya saja, kemudian berkembang dengan memperhatikan umur dan tinggi tanaman, sehingga diperoleh tanaman yang lebih pendek umur dan tingginya namun menghasilkan produktivitas yang tinggi. Berkembang lagi dengan memperhatikan rasa, warna, dan tempat tumbuh. Sehingga diperoleh padi yang sesuai di semua tempat atau hanya sesuai ditempat tertentu saja. Secara umum, karena memperhatikan banyak karakter dari individu yang sama, akan ada saling ketergantungan atau inter dependensi antar karakter yang diamati, atau dikenal dengan saling berkorelasi. Keadaan itulah yang menjadi fitur yang dapat membedakan antara peubah ganda dan peubah tunggal.

Buku ini ditulis terutama untuk menyediakan tehnik pengolahan data peubah ganda bagi para ilmuwan hayati yang pengumpulan datanya diperoleh dari suatu perancangan percobaan. Meskipun dapat juga digunakan untuk para ilmuwan dari bidang lain dengan penyesuaian seperlunya. Sebagai pengantar ke analisis peubah ganda, materi yang

DAFTAR PUSTAKA

- Borg Ingwer, Groenen J. F. Patrick. 2005. *Modern Multidimensional Scaling:Teori and Applications*.Berlin Springer.
- Curry, J. 1996. *Understanding Conjoint Analysis in 15 Minutes*, Sawtooth Software
- Cox F. Trevor, Cox A.A Michael. 2000. *Multidimensional Scaling*. Washington DC Chapman dan Hall CRC.
- Gabriel, R. 1971. *The Biplot Graphic Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis*.*Journal of Biometrika*, 58,3: 453-467.
- Gittins,R.1984, *Canonical Analysis A Review with Applications in Ecology*, Springer-Verlag
- Gunarto, Muji. 2008. *Membangun Model Persamaan Struktural (SEM) dengan LISREL 8.30*. [online]
- Hair, Joseph F et. all. 2006. *Multivariate Data Analysis*. Sixth Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall
- Jolliffe IT. 2002. *Principial Component Analysis. Second Edition*. Springer-Verlag, New York.
- Johnson, R A. and Wichern,D W., 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis 6th Edition*, Prentice Hall
- Junaidi. 2008. *SEM dan LISREL (Seri 1-8)*. [Online]
- Kuhfeld, W F, Conjoint analysis, article. http://support.sas.com/techsup/tnote/tnone_stat.html#market
- Lebart, L,Morineau, A, Warwicck, K.M. 1984. *Multivariate Descriptive Statistically Analysis*. John Wiley & Sons, New York.
- Nugroho, S, 2008. *Statistika Multivariate Terapan*, UNIB Press
- Orme, B. 2004. *Conjoint Analysis: Thirty-Something and Counting*, Sawtooth Software, Inc
- Rencher, A C.,2002. *Methods of Multivariate Analysis 2nd Edition*, Wiley Interscience
- Wijanto, Setyo Hari. 2008. *Structural Equation Modeling dengan LISREL 8.8: Konsep dan Tutorial*. Yogyakarta: Graha Ilmu