



**PENDEKATAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATIONS*
ORDE 2 (GEE2) UNTUK DATA LONGITUDINAL**

SKRIPSI

oleh

**Rizka Dwi Hidayati
091810101034**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PENDEKATAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATIONS*
ORDE 2 (GEE2) UNTUK DATA LONGITUDINAL**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh

Rizka Dwi Hidayati
091810101034

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayah Hidayatullah dan Ibu Siti Umailah, saudara – saudaraku Lailia Ekowati, Ahmad Furqon dan Elok Amanatul Hikmah serta Nenekku;
2. seluruh guru dan dosen yang telah memberikan ilmunya mulai dari SD sampai perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember, SMAN 1 Negara, SMPN 2 Negara, MI Mujahidin Loloan Barat dan TK Pertiwi;
4. sahabat A FIRE LIFE serta teman-teman seperjuangan Math'09.

MOTTO

“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi ia baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah mengetahui dan kamu tidak mengetahui “
(Terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 216)*

Jika gagal tujuh kali, bangkitlah untuk yang kedelapan kali
(Pepatah Jepang)

“Learning without thought is labor lost, thought without learning is perilous.”
(Confucius)

*Departemen Agama Republik Indonesia.2005. Al-Quran dan Terjemahannya.
Bandung:CV Penerbit J-ART.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizka Dwi Hidayati

NIM : 091810101034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**Pendekatan *Generalized Estimating Equations* Orde 2 (GEE2) untuk Data Longitudinal**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2013

Yang menyatakan,

Rizka Dwi Hidayati

NIM.091810101034

SKRIPSI

**PENDEKATAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATIONS*
ORDE 2 (GEE2) UNTUK DATA LONGITUDINAL**

Oleh

Rizka Dwi Hidayati
NIM. 091810101034

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pendekatan Generalized Estimating Equations Orde 2 (GEE2) untuk Data Longitudinal” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember.

Tim Penguji :

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.
NIP.195912201985031002

Yuliani Setia Dewi, S.Si., M.Si.
NIP.197407162000032001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Alfian Futuhul Hadi S.Si.,M.Si
NIP.197407192000121001

Ahmad Kamsyakawuni S.Si.,M.Kom
NIP.197211291998021001

Mengesahkan
Dekan

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Pendekatan *Generalized Estimating Equation* Orde 2(GEE2) untuk Data Longitudinal; Rizka Dwi Hidayati; 2013; 61 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Generalized Estimating Equation merupakan salah satu metode yang digunakan untuk analisis data dengan respon berkorelasi, metode GEE ini mengalami perkembangan menjadi GEE2 yang berguna untuk menambah efisiensi dari GEE dengan menerapkan analisa mean dan struktur korelasi secara bersamaan.

Pada penelitian ini digunakan data simulasi yang dibangkitkan secara random dengan bantuan *software* R dengan variabel bebas x_1 dan x_2 serta variabel respon y . Struktur korelasi data simulasi ini didesain sesuai dengan struktur korelasi AR-M (M=1) dan *Exchangeable*, namun dalam estimasinya akan digunakan struktur korelasi *exchangeable* untuk data dengan desain AR-1 dan AR-1 untuk data dengan desain *exchangeable*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah metode GEE (GEE1 maupun GEE2) tetap mengestimasi parameter secara konsisten meskipun struktur korelasi yang dipakai salah. Dalam metode GEE2 link korelasinya dimodelkan, ada dua jenis link korelasi yang digunakan yaitu link korelasi *identity* dan *fisherz*, namun penelitian ini hanya akan menggunakan link korelasi *identity* dengan tujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh terhadap keefisienan pada model jika link korelasi dimodelkan. Keefisienan model dapat dilihat dari nilai standar error yang lebih minimum sedangkan pemilihan model terbaiknya berdasarkan dari nilai AIC serta uji signifikansi variabelnya menggunakan uji Wald.

Dari hasil analisis data simulasi dapat disimpulkan bahwa GEE tetap mengestimasi secara konsisten terlepas dari struktur korelasinya ditentukan dengan benar atau tidak, hal ini terlihat pada data simulasi yang didesain

berdasarkan struktur korelasi AR-1 ketika diestimasi menggunakan struktur korelasi yang tidak sesuai yaitu *exchangeable* dengan metode GEE maupun GEE2 tetap menghasilkan estimasi yang konsisten namun mempunyai nilai standar error yang lebih besar, begitu juga dengan data simulasi yang didesain dengan struktur korelasi *exchangeable* pada saat diestimasi menggunakan struktur korelasi AR-1 menghasilkan nilai estimasi yang tidak jauh berbeda diantara keduanya, tetapi mempunyai nilai standar error yang lebih besar pula. Sedangkan untuk pemodelan link korelasi ternyata mempengaruhi keefisienan model, hal ini berdasarkan dari nilai standar errornya yang didapat lebih minimum dibandingkan dengan model tanpa link korelasi. Selain itu nilai AIC untuk metode GEE2 jauh lebih minimum dibandingkan dengan GEE, ini menunjukkan model dengan metode GEE2 lebih baik.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Pendekatan *Generalized Estimating Equations* Orde 2 (GEE2) untuk Data Longitudinal “. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari perhatian, bimbingan, motivasi dan petunjuk dari beberapa pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Kusno. DEA. Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc. selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Bapak Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan penuh kesabaran membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan petunjuk dalam penyusunan skripsi ini;
4. Dr. Alfian Futuhul Hadi S.Si.,M.Si. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ahmad Kamsyakawuni S.Si.,M.Kom selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini;
5. Ibu Kristiana Wijaya, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Ayah Hidayatullah dan Ibu Siti Umailah, saudara – saudaraku Lailia Ekowati, Ahmad Furqon dan Elok Amanatul Hikmah serta Nenekku;
7. sahabat – sahabat terbaikku, Latifatur Rohmah, Elna Oktavira, Ervin Yulia, Ifa Nur, Effendy, Aan Ageng, Moh. Lutfi, Fathur Rohman dan Leonardus Ary

Kurniawan yang selalu memberikan saran, motivasi dan bantuan dalam hal apapun;

8. Ibu Anik selaku Ibu kos yang selalu memberikan arahan dan motivasi dalam segala hal serta teman – teman kost karimata VII, mb Azizah, Erwin, Yeni, Devi dan Fitri yang banyak memberikan bantuan dalam hal apapun;
9. teman - teman seperjuangan math'09, semoga sukses menyertai kita;
10. rekan – rekan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan bisa dikembangkan lagi agar lebih sempurna.

Jember, Juli 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Manfaat Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Data Longitudinal	4
2.2 Pengertian Regresi	5
2.3 Model Marjinal	5
2.4 Generalized Estimating Equation (GEE)	6
2.4.1 Struktur <i>working correlation</i> GEE	7
2.4.2 Estimasi Parameter	9
2.4.3 Algoritma <i>Fisher Scoring</i>	10

2.5 Generalized Estimating Equation Orde 2 (GEE2)	11
2.5.1 Model Probabilitas Marginal GEE2.....	12
2.5.2 Estimasi Parameter.....	13
2.5.3 Struktur <i>working covariance</i>	14
2.6 Goodness of Fit dari Model GEE	15
2.6.1 Akaike's Information Criterion (AIC).....	15
2.6.2 Uji Hipotesis.....	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Data Penelitian	18
3.2 Identifikasi Variabel	18
3.3 Langkah–langkah Simulasi	19
3.4 Metode Analisis	23
3.4.1 Program Statistika R (<i>Software R</i>).....	23
3.4.2 Struktur Fungsi <code>geese()</code> Pada Paket GEEPACK.....	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil	25
4.1.1 Hasil Analisis GEE.....	27
4.1.2 Hasil Analisis GEE2.....	31
4.1.3 Hasil Analisis Metode GEE dan GEE2.....	34
4.2 Pembahasan	35
BAB 5. PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Identifikasi Variabel.....	19
4.1 Nilai Estimasi Koefisien Regresi (β).....	28
4.2 Model Dengan Korelasi AR-1 dan <i>Exchangeable</i>	28
4.3 Standar Error Untuk Korelasi AR-1 dan <i>Exchangeable</i>	28
4.4 Nilai Estimasi Koefisien Regresi (β).....	29
4.5 Model Dengan Korelasi AR-1 dan <i>Exchangeable</i>	30
4.6 Standar Error Untuk Korelasi AR-1 dan <i>Exchangeable</i>	30
4.7 Nilai Estimasi Koefisien Regresi (β).....	31
4.8 Persamaan Model dengan Link Korelasi	32
4.9 Nilai Standar Error Menggunakan Link Korelasi <i>identity</i>	32
4.10 Nilai Estimasi untuk Koefisien Korelasi (α).....	32
4.11 Nilai Estimasi Koefisien Regresi (β).....	33
4.12 Persamaan Model dengan Link Korelasi.....	33
4.13 Nilai Standar Error Menggunakan Link Korelasi <i>identity</i>	33
4.14 Nilai Estimasi untuk Koefisien Korelasi (α).....	34
4.15 Nilai Standar Error GEE dan GEE2.....	34
4.16 Nilai Standar Error GEE dan GEE2.....	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram Alir Proses Analisa Data	20
4.1 Eksplorasi Data Simulasi dengan Desain Korelasi AR-1	25
4.2 Eksplorasi Data Simulasi dengan Desain Korelasi <i>Exchangeable</i>	25
4.3 Plot Index Variabel y (AR-1)	26
4.4 Plot Index Variabel y (AR-1)	26
4.5 Plot Index Variabel y (<i>Exchangeable</i>)	27
4.6 Plot Index Variabel y (<i>Exchangeable</i>)	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data	43
B. Struktur Fungsi pada Paket GEEPACK	49
C. Fungsi dan Output GEE	52
D. AIC untuk Model GEE.....	55
E. Fungsi dan Output GEE2	56
F. AIC untuk Model GEE2.....	61