



***ROBUST STANDARD ERRORS DENGAN SATORRA-BENTLER SCALED
TEST STATISTIC UNTUK MENGATASI NONNORMALITAS DALAM
ANALISIS STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)***

SKRIPSI

Oleh
Andina Ishmah Almira
NIM 101810101013

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



***ROBUST STANDARD ERRORS DENGAN SATORRA-BENTLER SCALED
TEST STATISTIC UNTUK MENGATASI NONNORMALITAS DALAM
ANALISIS STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)***

SKRIPSI

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

Oleh
Andina Ishmah Almira
NIM 101810101013

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Erna Handayani, S.Sos dan Ayahanda Ir. Agus Suswanto (Alm) yang senantiasa memberi bimbingan, kasih sayang, doa, dan semangat;
2. Tante Endang Setiawati sebagai orangtua kedua yang membantu dan memberi semangat sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan sampai jenjang ini;
3. para dosen dan guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah membimbing dan membagi ilmu dengan tulus;
4. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, SMAN 4 Surabaya, SMPN 5 Surabaya, SDN 129 Greges Surabaya, dan TK Kartini Surabaya yang telah menjadi sarana menuntut ilmu.

MOTTO

“Demi masa. Sungguh manusia berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan serta saling menasehati untuk kebenaran dan saling menasehati untuk kesabaran.”
(*Terjemahan Q.S Al-Ashr ayat 1:3*)¹⁾

*Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop questioning.*²⁾

¹⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. Al Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

²⁾ Albert Einstein [on line]. <http://www.brainyquote.com>. [30 Juni 2014]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andina Ishmah Almira

NIM : 101810101013

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Robust Standard Errors* dengan *Satorra-Bentler Scaled Test Statistic* untuk Mengatasi Nonnormalitas dalam Analisis *Structural Equation Modeling (SEM)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2014

Yang menyatakan,

Andina Ishmah Almira
NIM 101810101013

SKRIPSI

ROBUST STANDARD ERRORS DENGAN SATORRA-BENTLER SCALED TEST STATISTIC UNTUK MENGATASI NONNORMALITAS DALAM ANALISIS STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)

Oleh
Andina Ishmah Almira
NIM 101810101013

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Anggraeni, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Robust Standard Errors* dengan *Satorra-Bentler Scaled Test Statistic* untuk Mengatasi Nonnormalitas dalam Analisis *Structural Equation Modeling* (SEM)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

Dian Anggraeni, S.Si, M.Si
NIP. 198202162006042002

Anggota Tim Penguji

Anggota I,

Anggota II,

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

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si
NIP. 196908281998021001

Mengesahkan
Dekan,

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

RINGKASAN

Robust Standard Errors dengan Satorra-Bentler Scaled Test Statistic untuk Mengatasi Nonnormalitas dalam Analisis Structural Equation Modeling (SEM);

Andina Ishmah Almira; 2014; 77 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Metode estimasi *Maximum Likelihood* (ML) merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengestimasi parameter dalam analisis SEM, bahkan ketika data tidak normal. Data tidak normal berpotensi menyebabkan hasil yang menyesatkan, *standard error* cenderung kecil dan nilai uji statistik χ^2 cenderung besar. Hal tersebut berarti model akan sering ditolak padahal seharusnya model diterima. Permasalahan tersebut dapat diatasi salah satunya dengan metode *statistical testing* yaitu *robust standard errors* dengan *Satorra-Bentler scaled test statistic*.

Penelitian ini membandingkan analisis SEM menggunakan metode ML dan *robust standard errors* dengan *Satorra-Bentler scaled test statistic* pada ukuran sampel dan distribusi data yang bervariasi. Selain untuk mengetahui konsep dan hasil dari kedua metode, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui metode yang lebih tepat untuk mengatasi nonnormalitas dalam SEM dengan membandingkan seperangkat komponen yang dihasilkan dari kedua metode, yaitu nilai *standard error* (SE_{robust} dan SE_{ML}), uji statistik χ^2 (T_{SB} dan T_{ML}), dan *Goodness of Fit* (GOF).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada data **berdistribusi normal**, metode ML dan *robust standard errors* dengan *Satorra-Bentler scaled test statistic* berkerja dengan baik. Meskipun SE_{robust} lebih kecil daripada SE_{ML} , selisih kedua SEs tidak terlalu jauh. Pada saat ukuran sampel sama dengan 30 ($N=30$) selisih terbesar adalah 0,085. Selisih tersebut semakin kecil seiring dengan bertambahnya ukuran sampel. Uji statistik kedua metode juga menghasilkan nilai yang hampir sama, ditunjukkan

oleh adanya nilai *scaling corrections factor* (SCF) yang mendekati 1 yang berarti bahwa data berdistribusi normal dan tidak memerlukan koreksi. Hal ini menyebabkan selisih uji statistik tidak terlalu jauh berbeda. Misalnya pada saat $N=60$, $T_{SB} = 37,135$ dan $T_{ML} = 37,068$. Analisis dengan $N=30$ dan $N=60$ menghasilkan *p-value* yang tergolong rendah yaitu dibawah 5% dan bias yang tinggi ($>10\%$). Pada saat $N=105$, $T_{SB} < T_{ML}$, kedua metode menghasilkan *p-value* di atas 5% dan keduanya bekerja baik dengan menghasilkan bias 0%.

Pada data yang **tidak berdistribusi normal**, metode *robust standard errors* dengan *Satorra-Bentler scaled test statistic* lebih baik daripada ML. SE_{robust} lebih besar daripada SE_{ML} dan selisih keduanya jauh berbeda. SCF yang diberikan pada data nonnormal dengan $N=105$ mencapai 1,616. Nilai koreksi tersebut menyebabkan selisih uji statistik kedua metode jauh berbeda ($T_{SB} < T_{ML}$) baik pada saat $N=30$, 60, maupun 105. Semakin besar ukuran sampel hasil analisis semakin baik, hal ini dapat dilihat dari nilai bias. Pada saat $N=105$, analisis yang dikoreksi dengan T_{SB} menghasilkan bias=0% sedangkan T_{ML} menghasilkan bias=32%. Sementara itu pada $N=30$ dan 60, bias yang dihasilkan masih lebih besar atau sama dengan 10%. Metode *statistical testing robust standard errors* dengan *Satorra-Bentler scaled test statistic* menghasilkan nilai-nilai yang lebih baik sehingga peluang menerima model atau hipotesis null lebih besar. Namun metode tersebut juga memerlukan ukuran sampel yang tidak terlalu kecil. Penjelasan tersebut didukung dengan beberapa visualisasi yaitu diagram jalur, struktur kovarian, dan struktur kovarian residual dari masing-masing distribusi data. Berdasarkan diagram jalur dapat dilihat nilai estimasi parameter yang dihasilkan mendekati nilai pada data yang ditetapkan. Sementara gambar struktur kovarian residual menunjukkan kesesuaian antara struktur kovarian keseluruhan data (*implied*) dan model data yang diamati (*observed*).

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga skripsi yang berjudul “*Robust Standard Errors dengan Satorra-Bentler Scaled Test Statistic* untuk Mengatasi Data Nonnormal dalam Analisis *Structural Equation Modeling (SEM)*” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Sholawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan besar Muhammad SAW yang telah menjadi pembawa rahmatan lil’alamin.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Dian Anggraeni, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan bantuan untuk penyempurnaan skripsi ini;
2. Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji I dan Bapak Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini;
3. Bapak Kiswara Agung Santoso, S.Si, M.Kom selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan banyak masukan selama menjalani perkuliahan;
4. seluruh dosen dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak membantu kegiatan belajar dan mengajar selama menjalani perkuliahan;
5. Ibunda Erna Handayani, S.Sos dan Ayahanda Ir. Agus Suswanto (Alm) tercinta yang telah membimbing dengan penuh kasih sayang;

6. Firzatuz Zahara, Nabila Madaniyah, dan Hilman Nur Aliansyah, prajurit cilik yang selalu menjaga semangat dan memotivasi untuk menjadi kakak yang baik;
7. Tante Endang, Tante Hepi, Om Eko, Ibu Anik, Bapak Mahfud, Mbah Ji yang selalu memberi nasehat dan dukungan untuk menjadi lebih baik;
8. sahabat sekaligus partner terbaik, Putri Rukmana, Surur, Ummy, Nia dan Arvendo, yang selalu mendukung serta berbagi saat suka dan duka;
9. Fiqih Maulana Yusuf, S.Si, yang setia memberi perhatian dan kasih sayang;
10. penghuni kos Pondok Silvia, Wenti, Bunda, Niken, Rizky, Dudu, Rina, Afni, Puput, Shifa, Putri, dan seluruh *housemate* lainnya atas kekeluargaannya;
11. seluruh anggota Unit Kegiatan Seni Mahasiswa TITIK FMIPA Universitas Jember dan PASTRA (Paskibra Tetrasma) yang menanamkan rasa kekeluargaan, nilai-nilai positif, dan begitu banyak memberi pengalaman berharga;
12. Herbet, Fadchur, Maghfirah, Khusnul, Arista, Ulum, Mas Teguh dan semua teman-teman se-angkatan MATHGIC 2010 dan kakak angkatan matematika tersayang, terima kasih atas kekompakan dan persahabatannya;

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini masih terdapat kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi ilmu pengetahuan.

Jember, Juni 2014

Andina Ishmah Almira

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkembangan <i>Structural Equation Modeling</i> (SEM)	5
2.2 Komponen SEM	
2.2.1 Variabel	6
2.2.2 Kesalahan	7

2.2.3 Model.....	7
2.3 Diagram Jalur (<i>Path Diagram</i>)	
2.3.1 Membangun Diagram Jalur	11
2.3.2 Konversi Diagram Jalur ke Model Struktural	13
2.4 Asumsi SEM	14
2.5 Langkah-langkah dalam Analisis SEM	
2.5.1 Spesifikasi Model	16
2.5.2 Identifikasi Model	17
2.5.3 Estimasi Model.....	18
2.5.4 Pengujian Model.....	19
2.5.5 Modifikasi Model	22
2.6 Satorra-Bentler Scaled Test Statistic Robust Standard Error	23
2.7 Visualisasi Jaringan	26
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Data Penelitian	28
3.2 Simulasi Data Penelitian.....	28
3.3 Struktur Fungsi pada Program R	30
3.4 Langkah-langkah Penelitian	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Membangkitkan Data	35
4.2 Hasil Analisis <i>Structural Equation Modeling</i> (SEM)	
4.2.1 <i>Robust Standard Errors</i>	37
4.2.2 <i>Satorra-Bentler Scaled Test Statistic</i>	39
4.2.3 <i>Goodness of Fit</i> (GOF)	41
4.3 Analisis Data Nonnormal dengan N=105.....	42
4.4 Visualisasi Jaringan Analisis SEM.....	46
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	49

5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Hubungan antar variabel	12
2.2 <i>Path diagram</i> untuk model SEM	13
2.3 Visualisasi jaringan struktur korelasi dan diagram jalur pada analisis SEM	27
3.1 Diagram jalur model penelitian.....	29
3.2 Langkah-langkah penelitian.....	34
4.1 Boxplot data normal (N=105, Skewness=0, Kurtosis=0)	35
4.2 Boxplot data nonnormal (N=105, Skewness=3, Kurtosis=7)	36
4.3 Diagram jalur analisis SEM dari data nonnormal dengan N=105	45
4.4 Struktur kovarian dari data normal N=105	46
4.5 Struktur kovarian dari data nonnormal N=105	47
4.6 Struktur kovarian residual	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Simbol diagram jalur.....	11
2.2 Kriteria <i>Goodness of Fit</i> (GOF)	21
4.1 Perbandingan hasil uji statistik χ^2 untuk data normal	39
4.2 Perbandingan hasil uji statistik χ^2 untuk data nonnormal.....	40
4.3 Hasil GOF pada data normal dan nonnormal dengan dua metode estimasi dan tiga ukuran sampel	41
4.4 <i>Standard Errors</i> metode ML dan MLM untuk Data Nonnormal (N=105)	43
4.5 Hasil Estimasi Data Nonnormal N=105 dengan 100 kali Pengulangan	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. GAMBARA DATA	54
B. KETERANGAN STRUKTUR FUNGSI	
B.1 Struktur Fungsi <code>simulateData()</code>	56
B.2 Struktur Fungsi <code>lavaan()</code>	58
B.3 Struktur Fungsi <code>semPaths()</code>	60
B.4 Struktur Fungsi <code>semCors()</code>	63
C. STANDARD ERRORS	
C.1 <i>Standard errors</i> data normal	64
C.2 <i>Standard errors</i> data nonnormal	66
D. SYNTAX PROGRAM R UNTUK ANALISIS DATA	
D.1 Analisis SEM dengan paket <code>lavaan</code>	68
D.2 Visualisasi jaringan dengan paket <code>semPlot</code>	73
E. HASIL ANALISIS SEM PADA PAKET <code>lavaan</code>	75