

ENGUATAN PERAN MATEMATIKA DAN STATISTIKA DALAM MEMPERCEPAT PEMBANGUNAN NASIONAL

PROSIDING

Seminar Nasional Matematika dan Statistika

Universitas Tanjungpura

2014

DISELENGGARAKAN OLEH :





ISBN: 978-602-8355-39-1



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
MATEMATIKA DAN
STATISTIKA**

**"Penguatan Peran Matematika dan Statistika dalam
Percepatan Pembangunan Nasional"**

Pontianak, 27 Februari 2014

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura
Pontianak
2014**

MAIN



ISBN: 978-602-8355-39-1

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN STATISTIKA

27 Februari 2014

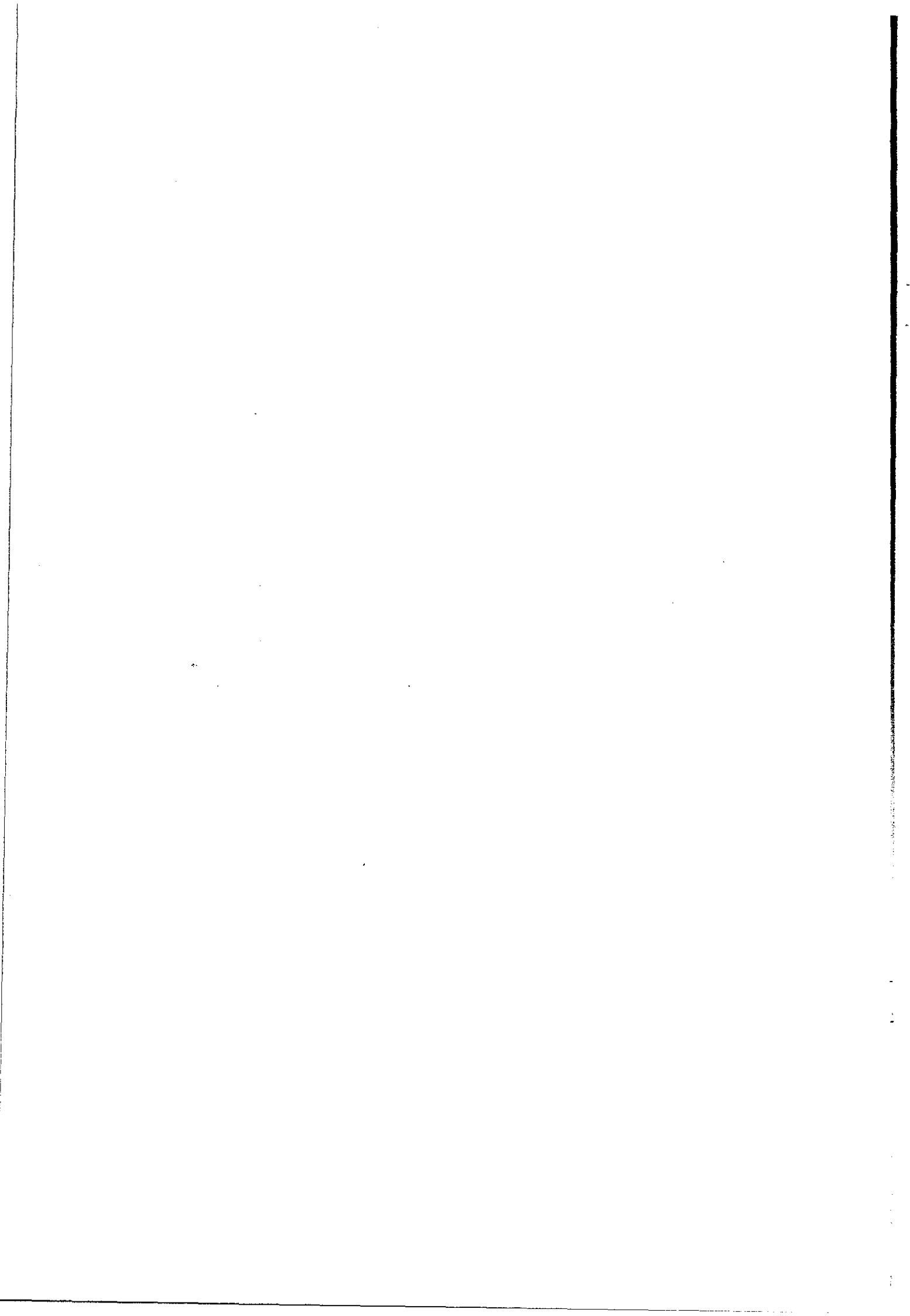
FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak

Artikel-artikel dalam prosiding ini telah dipublikasikan pada
Seminar Nasional Matematika dan Statistika
pada tanggal 27 Februari 2014
di Jurusan Matematika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura Pontianak

Tim Reviewer:

- | | |
|------------------------------------|----------|
| 1. Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA | (UNTAN) |
| 2. Prof. Dr. Sabirin Matsjeh | (UGM) |
| 3. Prof. Dr. Sri Haryatmi | (UGM) |
| 4. Ir. Dadan Kusnandar, Ph.D | (UNTAN) |
| 5. Dr. Edy Tandililing, M.Pd | (UNTAN) |
| 6. Dr. Elah Nurlaelah, M.Si | (UPI) |
| 7. Dr. Fajar Adi Kusumo | (UGM) |
| 8. Dr. Tarmizi Usman, M.Sc | (UNSYAH) |
| 9. Dr. Dra Titin Siswantining, DEA | (UI) |
| 10. Dr. Udjiana Sekteria Pasaribu | (ITB) |

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura
Pontianak
2014



SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN STATISTIKA

**“Penguatan Peran Matematika dan Statistika Dalam Percepatan
Pembangunan Nasional”.**

27 Februari 2014

Di selenggarakan oleh:

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Tanjungpura Pontianak

Prosiding Diterbitkan Oleh:

Universitas Tanjungpura Pontianak

Jalan Prof. Dr. H.Hadari Nawawi/Jalan Jend.Ahmad Yani

Pontianak, 78124

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

UNTAN, 2014

Cetakan ke-1

Terbitan Tahun 2014

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Seminar Nasional (2014 Februari 27: Pontianak)

Prosiding/ Reviewer: Dadan Kusnandar (et.al)-Pontianak:

FMIPA

Editor: Muhlasah Novitasari Mara (et.al)-Pontianak: FMIPA

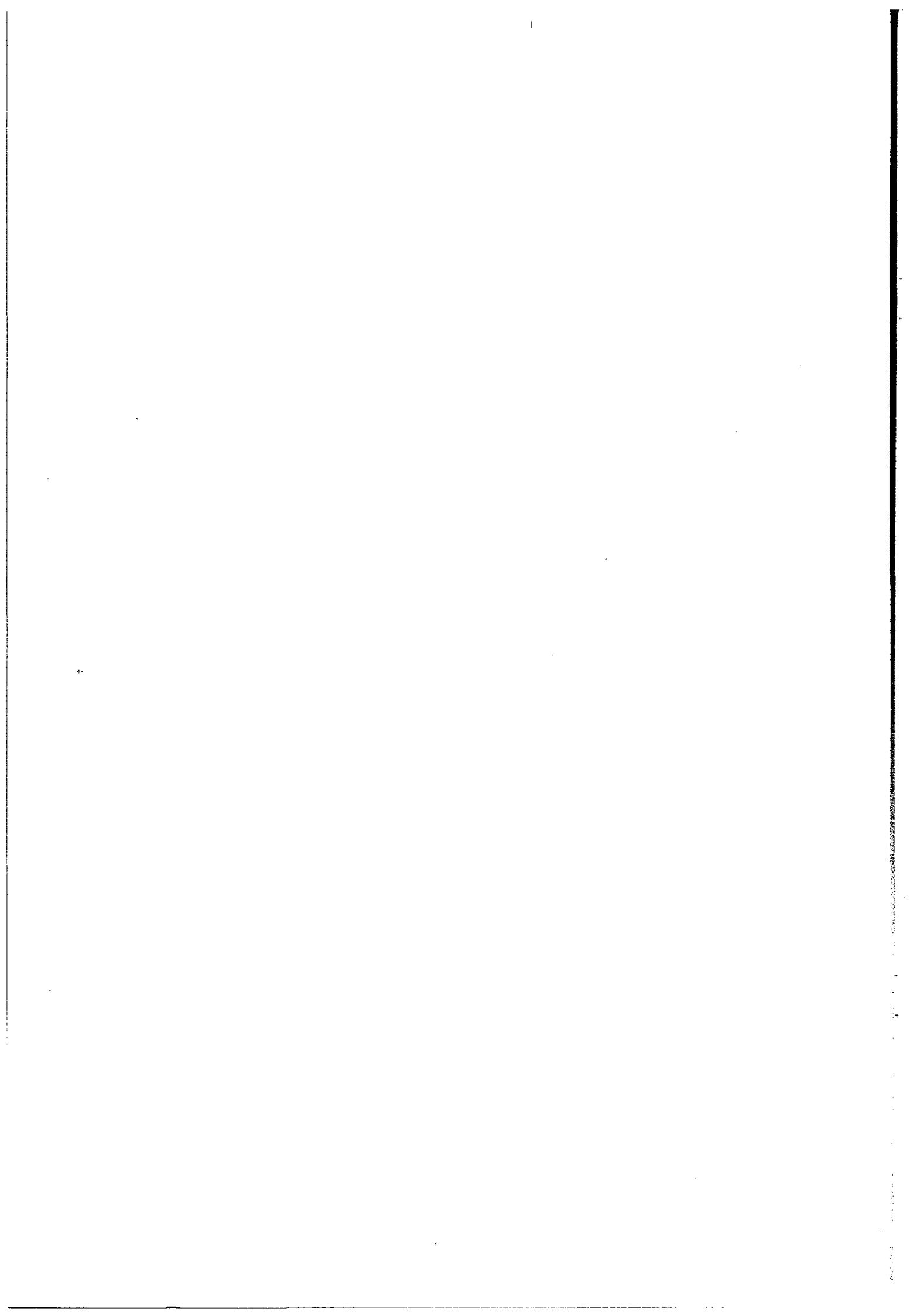
Universitas Tanjungpura, 2014

ISBN:978-602-8355-39-1

978-602-8355-39-1

**Penyuntingan semua tulisan dalam prosiding ini dilakukan
oleh tim reviewer Seminar Nasional MATEMATIKA DAN
STATISTIKA 2014 dari berbagai Institusi se Indonesia**

Prosiding dapat diakses:



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya, sehingga prosiding ini dapat diterbitkan. Prosiding ini memuat kumpulan makalah dan hasil penelitian baik yang dilakukan oleh dosen, mahasiswa, maupun praktisi yang berkompeten dibidang Matematika dan Statistika serta bidang keilmuan lainnya yakni Pendidikan, Kimia, Biologi, Komputer, Kesehatan, Teknik, dan Ekonomi.

Seluruh makalah yang dimuat telah melalui tahap penyuntingan oleh tim reviewer yang anggotanya tercantum pada halaman lain prosiding ini. Makalah yang termuat juga telah disajikan pada Seminar Nasional Matematika dan Statistika tanggal 27 Februari 2014 yang diikuti oleh 162 peserta dan 95 diantaranya merupakan peserta pemakalah.

Panitia mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Tanjungpura Bapak Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA yang telah memfasilitasi penerbitan prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika 2014. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan prosiding ini. Kritik dan saran sangat kami harapkan sebagai masukan untuk penyusunan prosiding pada seminar nasional berikutnya.

Pontianak, 27 Februari 2014

Tim Editor

KATA SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS TANJUNGPURA

Assalamualaikum Wr.Wb.

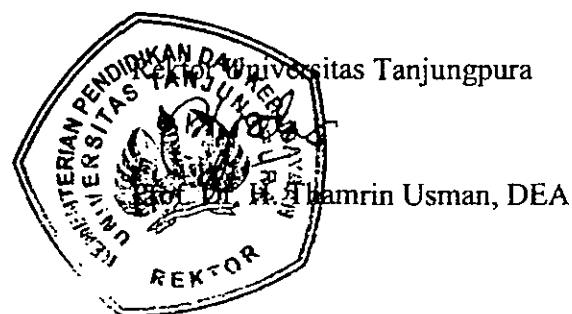
Sudah seharusnya kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berbagai kenikmatan kepada kita semua, diantaranya berupa nikmat kesehatan sehingga kita masih dipertemukan pada Seminar Nasional Matematika dan Statistika tahun 2014 di Universitas Tanjungpura Pontianak.

Merupakan suatu kehormatan bagi kami ditunjuk sebagai penyelenggara kegiatan Seminar Nasional Matematika dan Statistikaini, sekaligus sebagai tuan rumah Musyawarah Nasional Forum Pendidikan Tinggi Statistika (FORSTAT) Tahun 2014. Kegiatan berupa forum ilmiah seperti ini perlu terus dikembangkan dalam rangka meningkatkan atmosfer akademik di perguruan tinggi. Semoga kegiatan ini dapat menambah motivasi kita semua untuk terus berinovasi dalam melakukan penelitian dan mempublikasikan hasil-hasil penelitian. Selain itu, kami harapkan rangkaian kegiatan ini dapat meningkatkan silahturahmi sesama peserta.

Selanjutnya perkenankan kami mengucapkan terima kasih dan selamat kepada Dekan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura beserta jajaran pengurus dan panitia yang telah bekerja keras untuk menyukseskan acara Seminar Nasional ini. Terima kasih pula kami ucapkan kepada para pembicara utama yaitu Prof. Dr. Ir. Asep Saefuddin, M.Sc., Dr. Ir. Hari Wijayanto, M.Si., Fauzi Arfan, FSAI, AAI-J, dan Dr. Edy Tandililing, M.Pd yang berkenan hadir pada Seminar Nasional ini. Tidak lupa pula kami ucapkan selamat datang kepada seluruh peserta SEMESTA 2014.

Kami mohon maaf jika dalam pelaksanaan kegiatan ini terdapat kekurangan dan kekhilafan dari kami selaku tuan rumah. Terima kasih atas partisipasi dan kerja sama seluruh pihak yang telah membantu menyukseskanacara Seminar Nasional ini.

Wabillahi Taufik Wal Hidayah Wassalamualaikum Wr.Wb.



KATA SAMBUTAN **DEKAN FMIPA UNIVERSITAS TANJUNGPURA**

Assalamualaikum Wr.Wb.

Merupakan suatu kehormatan bagi kami untuk menyambut dan mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta Seminar Nasional Matematika dan Statistika 2014 dan Musyawarah Nasional (Munas) Forum Pendidikan Tinggi Statistika (FORSTAT) atau SEMESTA 2014 di kota Pontianak, Bumi Khatulistiwa.

Kegiatan seminar dan Munas ini kami harapkan dapat menjadi ajang pertemuan ilmiah bagi para penggiat ilmu Matematika, Statistika, dan para praktisi serta para pemangku kepentingan lainnya untuk berdiskusi, bertukar pikiran, dan saling berbagi informasi serta memperkuat jalinan kerja sama antar peserta. Kami percaya sepenuhnya bahwa kegiatan diskusi dan pertukaran informasi akan memperluas wawasan keilmuan peserta. Selain itu, jalinan kemitraan yang kokoh dan saling menguntungkan antar pemangku kepentingan merupakan suatu dasar yang mutlak diperlukan tidak hanya dalam pengembangan ilmu Matematika dan Statistika, tetapi juga dalam pengembangan di berbagai bidang. Oleh karena itu, kegiatan ilmiah ini diharapkan tidak saja memacu perkembangan Matematika dan Statistika sebagai ilmu, tetapi juga dapat meningkatkan peran Matematika dan Statistika dalam percepatan Pembangunan Nasional.

Pada kesempatan ini, ijinkan kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada FORSTAT yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk menyelenggarakan kegiatan berskala nasional ini di Universitas Tanjungpura. Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada para pemakalah utama, peserta SEMESTA 2014 serta panitia penyelenggara yang telah menerahkan seluruh tenaga dan upayanya demi suksesnya kegiatan ini. Dukungan moril dan materil serta fasilitas yang diberikan Rektor Universitas Tanjungpura, Walikota Pontianak dan para sponsor kegiatan SEMESTA 2014 sangat kami hargai dan kami ucapkan terima kasih.

Besar harapan kami bahwa para peserta dapat mengambil manfaat dari kegiatan ini secara maksimal untuk kemajuan ilmu Matematika dan Statistika pada khususnya dan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr.Wb.



KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMESTA 2014

Assalamualaikum Wr.Wb.

1. Yth. Bapak Rektor Universitas Tanjungpura.
2. Yth. Bapak Dekan dan Pembantu Dekan FMIPA Universitas Tanjungpura.
3. Yth. Bapak Walikota Pontianak/ yang mewakili
4. Yth. Para Pembicara Utama.
5. Yth. Bapak/Ibu tamu undangan.
6. Yth. Para Pemakalah dan peserta seminar sekalian.

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas segala nikmat dan rahmat yang telah diberikan sehingga kita dapat bersama-sama hadir pada Seminar Nasional Matematika dan Statistika dengan tema Penguatan Peran Matematika dan Statistika dalam Percepatan Pembangunan Nasional.

Pada seminar nasional ini kami mengundang empat pembicara utama yang menyampaikan makalah pada sidang pleno yaitu: Prof. Dr. Ir. Asep Saefuddin, M.Sc. (Rektor Universitas Trilogi Jakarta), Fauzi Arfan, FSAI, AAI-J (Sekjen PAI), Dr. Ir. Hari Wijayanto, M.Si. (Dept Statistika FMIPA IPB), dan Dr. Edy Tandililing, M.Pd. (FKIP UNTAN). Atas nama panitia kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan beliau semua hadir dalam acara ini.

Selain itu panitia juga telah menerima sekitar 162 peserta dari berbagai instansi di Indonesia seperti, UNTAN, STIS, Politeknik Ketapang, UNSRI, UNISBA, UNAIR, ITS, UT, UNTAR, UTM, Universitas Pendidikan Ganesha, STKIP Singkawang, STKIP PGRI Pontianak, UNPAD, UNJ, IPB, UII, Universitas Mulawarman, Universitas Haluoleo, UGM, UNIBRAW, MTs. Sintang, UNS, UPB, UNP, Universitas Pattimura, TNP2K dan berbagai instansi lainnya.

Kegiatan Seminar Nasional Matematika dan Statistika Tahun 2014 ini tidak akan terselenggara dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami berterima kasih kepada Bapak Rektor dan jajarannya selaku pimpinan Universitas Tanjungpura , Dekan FMIPA UNTAN atas dorongan dan fasilitasnya. Terima kasih kepada sponsor dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Terima kasih juga kami kepada tim reviewer yakni. Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA., Prof. Dr. Sabirin Matsjeh, Prof. Dr. Sri Harytami, Dadan Kusnandar, Ph.D., Dr. Drs. Titin Siswantining, DEA., Dr. Fajar Adi Kusumo, Dr. Edy Tandililing, M.Pd., Dr. Udjiana Sekteria Pasaribu, Dr. Tarmizi Usman, Dr. Elah Nurlaelah, yang telah bersedia menyunting seluruh makalah pada Seminar Nasional Matematika dan Statistika 2014. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak, Ibu, dan seluruh peserta yang telah berkenan mengikuti seminar ini hingga selesai. Atas nama panitia kami mohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam kegiatan ini terdapat kesalahan, kekurangan, maupun hal-hal yang tidak berkenan di hati Bapak, Ibu, dan Saudara sekalian. Semoga seminar ini dapat memberikan sumbangan dalam percepatan pembangunan nasional di negara kita.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Ketua Panitia SEMESTA 2014


Neva

Neva Satyahadewi, M.Sc.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Kata Sambutan Rektor Universitas TanjungPura

Kata Sambutan Dekan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Kata Sambutan Ketua Panitia Semesta 2014

Daftar Isi

Makalah Utama

MAKALAH UTAMA 1	Hari Wijayanto	Peningkatan Kualitas Data Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembangunan Nasional	1
MAKALAH UTAMA 2	Asep Saefuddin	Pendidikan Statistika Masa Depan	7
MAKALAH UTAMA 3	Edy Tandililing	Penguatan Peran Pendidikan Matematika Untuk Pembelajaran Yang Lebih Berkualitas	11

Makalah Pendamping Bidang Matematika

MATEMATIKA-01	Eka Susanti	Optimasi Biaya Pengangkutan Menggunakan Program Linear Multiobjektif Fuzzy (Studi Kasus Pada PT. Sentosa Mulia Bahagia)	19
MATEMATIKA-02	Febrianti, Evi Noviani, Nilamsari Kusumastuti	Solusi Pendekatan Terbaik Sistem Persamaan Linear Tak Konsisten Menggunakan Dekomposisi Nilai Singular	27
MATEMATIKA-03	M. Yusuf Fajar	Model Persediaan Dengan Permintaan Konstan Dan Laju Kerusakan Konstan	41
MATEMATIKA-04	Indrawati, Irmeilyana, Fitri Maya Puspita, Meiza Putri Lestari	Perbandingan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas Dan Quasi-Linear Dalam Menentukan Solusi Optimal Masalah Pembiayaan Layanan Informasi	47
MATEMATIKA-05	Suhardi, Helmi, Yundari	Sifat-Sifat Lanjut Fungsi Terbatas	57
MATEMATIKA-06	Bambang Dwi Cahyo, Nilamsari Kusumastuti, Mariatul Kiftiah	Analisis Input Output Sektor Perekonomian Provinsi Kalimantan Barat Dengan Menggunakan Model Leontif	71
MATEMATIKA-07	Vega Setiawan. Neva Satyahadewi	Optimasi Pelayanan Di PT. Taspen (Persero) Cabang Pontianak Dengan Menggunakan Teori Antrian	79
MATEMATIKA-08	Arif Rahman	Isomorfisma Dari $(SU(2) \times SU(2))/\text{Ker } \alpha$ Ke $SO(4)$	85
MATEMATIKA-09	Evi Noviani, Yoga Satria Putra. Kuntjoro Adji Sidarto	Klustering Pasien Dengan SVD-gaps Sebagai Alternatif Diagnosa Pada Kanker Paru-paru.	93

Makalah Pendamping Bidang Statistika

STATISTIKA-01	Gaguk Margono	Aplikasi Analisis Faktor Konfirmatori Untuk Menentukan Reliabilitas Multidimensi Instrumen Kepuasan Mahasiswa Sebagai Pelanggan Internal	101
---------------	---------------	--	-----

STATISTIKA-02	Ratu Amilia Avianti	Aplikasi Analisis Faktor Esploratori Untuk Memvalidasi Instrumen Kepuasan Mahasiswa Sebagai Pelanggan Internal	115
STATISTIKA-03	Abdu! Kudus, Aceng Komarudin	Metode Random Survival Forest Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perceraian	135
STATISTIKA-04	Aceng Komarudin, Abdul Kudus	Penurunan Ekspektasi Bersyarat Dari Distribusi Log-Logistik	143
STATISTIKA-05	Anuar Sanusi, Ary Meizari, Novita Sari	Analisis Model Faktor-Faktor Mempengaruhi Mahasiswa Berhenti Studi (Drop Out) Di PTS Bandar Lampung	147
STATISTIKA-06	Muhlasah Novitasari Mara, Dadan Kusnandar	Prediksi Tinggi Muka Air Laut dengan <i>Hybridizing Exponential Smoothing</i> dan <i>Neural Network</i>	163
STATISTIKA-07	Septian Rahardiantoro, Bagus Sartono	Aplikasi Algoritma Genetika Sebagai Alternatif Solusi Penentuan Indeks Preferensi Dalam Hal Ada Data Kosong	167
STATISTIKA-08	Suwanda	Diagram Kontrol Reekspresso Variansi Vektor Dan Implementasinya	175
STATISTIKA-09	Shantika Martha, Beniva D Handari, Gatot F Hertono	Implementasi Model Carma (2,1) Pada Pergerakan Tingkat Bunga	185
STATISTIKA-10	Akhmad Fauzy	Kajian Simulasi Tingkat Kepercayaan Bagi Parameter, Fungsi Tahan Hidup Dan Kuartil Waktu Hidup Dari Data Berdistribusi Eksponensial Tersensor Tipe-II	193
STATISTIKA-11	Eko Tjahjono	Karakteristik Estimator Deret Fourier Terbobot Pada Regresi Nonparametrik	203
STATISTIKA-12	Sediono	Penentuan Distribusi Limit Statistik Uji Rasio Likelihood Semiempiris Untuk Data <i>Truncated</i>	211
STATISTIKA-13	Muhammad Masjikur, Bagus Sartono, Itasia Dina Sulvianti	Model Parameter Acak Percobaan Pemupukan Fosfor Padi Sawah Pada Tanah Kandungan P Rendah	221
STATISTIKA-14	Ferry Juniardi, Heri Azwansyah	Pemodelan Bangkitan Dan Tarikan Pergerakan Penumpang Di Kalimantan Barat Menggunakan Anallisis Regresi Linear	229
STATISTIKA-15	Fajar Supriadi, Doni Irawan, Intan Kurniawati, Ayu Indraswari, Nurmaya Putri, Noviam Trisnianti, Nur Eka Septiana, Edy Widodo, Kariyam	Pendekatan Metode <i>Chi Square</i> Pada Uji Independensi Penyalahgunaan Narkoba Dengan Karakteristik Tersangka	241
STATISTIKA-16	Bahridin Abapihi	Pendugaan Parameter Regresi Eksponensial Dengan Algoritme <i>Cross-Entropy</i> Untuk Memperkecil Galat	249
STATISTIKA-17	Hendra Perdana	Pemanfaatan Software Open Source R	253

		Dalam Perhitungan Premi Asuransi Jiwa	
STATISTIKA-18	Adhitya Ronnie Effendie, Dedi Rosadi Suci Astutik	Pemodelan Curah Hujan Dengan Model Hirarkhi Poisson Gamma	261
STATISTIKA-19	Sariyanto, Hadi Sumarno, Siswandi	Modifikasi Unistate Life Table Menjadi Multistate Life Table Pendidikan	265
STATISTIKA-20	Budi Suharjo, N. K. Kutha Ardana, La Mbau	Perbandingan Metode Pendugaan Parameter Dalam Pemodelan Persamaan Struktural	273
STATISTIKA-21	Edi Saputra, Evy Sulistianingsih	Penggunaan Value At Risk Dalam Analisis Risiko pada Portofolio Single Index Model	291
STATISTIKA-22	Dila Aprillia, Bayu Prihandono	Peramalan Jumlah Penumpang Pada Pt. Angkasa Pura II (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Supadio Pontianak dengan Metode Winter's Exponential Smoothing	303
STATISTIKA-23	Hidayu Sulisti, Nilamsari Kusumastuti	Perhitungan Pendanaan Pensiun Manfaat Pasti Karyawan PT. TASPEN Cab.Pontianak Menggunakan Metode Cost Prorate Tipe Constant Dollar	313
STATISTIKA-24	Fanny Syahfitri Budiman, Bayu Prihandono	Peramalan Jumlah Penumpang Pada PT. Angkasa Pura II (Persero) Cab. Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak Dengan Metode Seaseonal ARIMA	321
STATISTIKA-25	Marisa Effendi, Nilamsari Kusumastuti	Perbandingan Metode Brown'S Linear Exponential Smoothing Dan Holt's Linear Exponential Smoothing Dalam Meramalkan Jumlah Pembayaran Manfaat Pensiun Pada PT. TASPEN (Persero) Cab.Pontianak	331
STATISTIKA-26	Destriani, Neva Satyahadewi, Lasta Dewi	Perbandingan Tabel Mortalita Dan Tingkat Suku Bunga Yang Digunakan Pada Penentuan Cadangan Dengan Metode New Jersey	339
STATISTIKA-27	Winda Sri Wulandari, Neva Satyahadewi	Pengaruh Tabel Mortalita Terhadap Premi Tunggal Bersih Pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup	347
STATISTIKA-28	Lasta Dewi, Neva Satyahadewi	Pengaruh Peluang Kematian Terhadap Penentuan Cadangan Zillmer Pada Asuransi Jiwa Dwi Guna	355
STATISTIKA-29	Nova Minarti, Neva Satyahadewi	Analisis Data Laju Peningkatan Peserta Pensiun Di PT. Taspen (Persero) Wilayah Kalimantan Barat Cabang Pontianak Dengan Menggunakan Uji Median	365
STATISTIKA-30	Septiana, Dadan Kusnandar, Neva Satyahadewi	Pengaruh Tabel Mortalita Pada Supplemental Cost Dengan Metode Accrued Benefit Cost	377
STATISTIKA-31	Fitri Catur Lestari	Penerapan Metode Statistik Non Parametrik Uji Bredenkamp sebagai Padanan Analisis Variansi Dua Arah Pada Kasus Pengaruh Faktor Metode Reparasi dan Faktor Merek Terhadap Kadar Timbal Jamu Cina	383

STATISTIKA-32	Dadan Kusnandar, Naomi N Debaraja Suhartono, Dwiatmono Agus Widodo	Evaluasi Uji Banding Laboratorium Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Untuk Kerapatan Spora Beauveria Bassiana	399
STATISTIKA-33	Ryan Kurniawan, Neva Satyahadewi, Dadan Kusnandar	Model Regresi Dua Level Untuk Peramalan Deret Waktu Yang Mengandung Variasi Kalender	405
STATISTIKA-34		Perhitungan Supplemental Cost Dengan Metode Benefit Prorate Pada Program Pendanaan Pensiun Manfaat Pasti (Defined Benefit)	415
STATISTIKA-35	Ekawati, Rahmatullah Riziq	Aplikasi Model AIDS (<i>Almost Ideal Demand System</i>) Dinamis Dalam Permintaan Pangan	423
STATISTIKA-36	Dodi Vionanda, Helma	Penanganan Penculan Bergandadalam Analisis Regresi Denganmetoda Forward Search	429
STATISTIKA-37	Erni Tri Astuti	Graduasi Tingkat Kematiian Indonesia Denganmodel Regresi Poisson Tergeneralisir Lokal	437
STATISTIKA-38	Lexy Janzeh Sinay, Neva Satyahadewi	Aproksimasi Tabel Mortalita Menggunakan Persamaan Dufresne	445
STATISTIKA-39	Wahyono Kuntohadi	Analisis Data Program Penanggulangan Kemiskinan: Permasalahan Dan Tantangan Statistisi Pada Aktifitas Monitoring Dan Evaluasi	455
STATISTIKA-40	Kurnia Susvitasari. Titin Siswantining	Distribusi Posterior Dari Taksiran Titik Mean Berdasarkan Hierarki Bayes SpasialPada <i>Small Area Estimation</i>	463
Makalah Pendamping Bidang Teknik			
TEKNIK-01	Yulisa Fitrianingsih, Dian Rahayu Jati, Sendy Yulianti	Hubungan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (Co) Terhadap Variasi Jarak Pengambilan Sampel Pada Ruas Jalan Gajah Mada Pontianak	471
TEKNIK-02	Heri Azwansyah, Ferry Juniardi	Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalulintas Dikota Ketapang Dengan Metode Z-SCORE	477
TEKNIK-03	Hendro Priyatman	Model Matematis Pada Bidang Kendali	493
Makalah Pendamping Bidang Komputer			
KOMPUTER-01	Ilhamsyah, Cucu Suhery	Penjadwalan Mobil Taksi Menggunakan Algoritma Genetika	497
Makalah Pendamping Bidang Pertanian			
PERTANIAN-01	Encik Eko Riskowaty	Upaya Memperpanjang Umur Simpan Bunga Potong Anggrek Vanda Var. Douglas Dengan Berbagai Jenis Pengemas	505
Makalah Pendamping Bidang Ekonomi			
EKONOMI-01	Titik Harsanti, Novi Hidayat Pusponegoro	Kemiskinan Anak Dan Variabel-Variabel Yang Mempengaruhi	521
EKONOMI -02	Sahat Sinaga	Mensiasati Percepatan Pembangunan Kalbar Melalui Pemberdayaan Komoditas Unggulan	533

Makalah Pendamping Bidang Kesehatan			
KESEHATAN-01	Engelina Ng. Andhi Fahrurroji. Liza Pratiwi	Optimasi Krim Sarang Burung Walet Putih (<i>Aerodramus Fuciphagus</i>) Tipe M/A Dengan Variasi Emulgator Sebagai Pencerah Kulit Menggunakan <i>Simplex Lattice Design</i>	539
KESEHATAN-02	Era Kurnializa, Siti Nani Nurbaeti, Wintari Taurina	Potensi Amilum Limbah Batang Kelapa Sawit (<i>Elaeis Guineensis Jacq</i>) Sebagai Bahan Penghancur Pada Formulasi Tablet Parastamol	547
KESEHATAN-03	Syari Wahyuni Ansiah, Sri Wahdaningsih, Siti Nani Nurbaeti	Formulasi Sediaan Gel Antiseptik Fraksi Polar Daun Kesum (<i>Polygonum Minus Huds</i>)	555
Makalah Pendamping Bidang Kependidikan			
PENDIDIKAN -01	Agus Santoso	Pemilihan Butir Soal Pada Rancangan Tes Adaptif Berdasarkan <i>Efficiency Balanced Information</i>	563
PENDIDIKAN-02	Suparman I.A, Yunita	Faktor Yang Menentukan Prestasi Belajar Matematika Siswa Sekolah Menengah Atas Di Jakarta	573
PENDIDIKAN-03	Muhammad Rohmadi	Analisis Wacana Tekstual Dan Kontekstual Prakmatik Soal Cerita Matematika Ujian Nasional SD Sebagai Bentuk Implementasi Bahasa Sebagai Penghela Ilmu Dalam Kurikulum 2013	581
PENDIDIKAN-04	Kalbin Salim, Dayang Hjh Tiawa, Teti Kumalasari, Abdul Bin Hamdan	Pengajaran Dan Pembelajaran Arab Melayu Berdasarkan Pendekatan Quantum Learning	587
PENDIDIKAN-05	Kalbin Salim, Dayang Hjh Tiawa, Teti Kumalasari, Abdul Bin Hamdan	Teknologi Distance Learning Berbasis E-Education Di Wilayah Kepulauan Riau Indonesia	599
PENDIDIKAN-06	Kalbin Salim. Dayang Tiawa	Persepsi Siswa Terhadap pembelajaran Matematika Dengan Menggunakan Flash Animasi	607
PENDIDIKAN-07	Eka Murdani	Pembelajaran Fisika Berbasis Praktikum: Pengujian Hambatan Suatu Resistor Komersial Dengan Hukum Ohm	615
PENDIDIKAN-08	Ristia Apriana, Nindy Citoresmi P. Mariyam	Pembelajaran Matematika Dengan Project Based Learning	621
PENDIDIKAN-09	Wahyudi. Lia Angraeni	Penerapan Model Inkuiiri Terhadap Penggunaan Konsep ditinjau dari Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Materi Optika Fisis Hubungan Antara Kemampuan Awal Dengan Hasil Belajar Pembuatan Tabel Dalam Basis Data Mahasiswa Program Studi Pendidikan TIK STKIP-PGRI Pontianak	627
PENDIDIKAN-10	Vindo Feladi		639

PENDIDIKAN-11	Sandie	Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dengan Model Reciprocal Teaching Pada Materi Pecahan Di Kelas VII SMPN 21 Pontianak	645
PENDIDIKAN-12	Handy Darmawan,	Penerapan Sains Teknologi Masyarakat Melalui Media CD Interaktif dan Animasi 3DS Max Ditinjau Dari Kemandirian Belajar dan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa	649
PENDIDIKAN-13	Dwi Fajar Saputri Nurhayati	Pengembangan Modul Fisika Berbasis Inkuiri Pada Materi Gerak Lurus	667
PENDIDIKAN-14	Soka Hadiati, Eti Sukadi	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Inkuiri Berkarakter Melalui Pemanfaatan Limbah Barang Bekas Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Afektif	675
PENDIDIKAN-15	Adi Pramuda. Matsun	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Listrik Magnet Yang Berorientasi Pada Hyperphysics Di Program Studi Pendidikan Fisika STKIP-PGRI PONTIANAK	681
PENDIDIKAN-16	Dominikus Dasit	Pengaruh Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan <i>Open-Ended</i> terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematik Siswa SMK Negeri Ngabang	693
Makalah Pendamping Bidang Kimia			
KIMIA-01	Intan Syahbanu. Indriana Kartini. M. Muchalal	Analisis Spektrofotometri UV-Visible pada Ekstrak Indigovera <i>Tinctoria Linn</i> dan Senyawa Turunannya	703
KIMIA-02	Afghani Jayuska. Siti Syamsiah. Sarto, Tutik Dwi Wahyuningsih	Penentuan Kondisi Optimum Pemungutan Minyak Atsiri Dari Limbah Kulit Jeruk Dengan Distilasi	711
KIMIA-03	Adhitiyawarman. Winda Rahmilia	Uji Fotostabilitas Pigmen Karotenoid Kulit Buah Melinjo (<i>Gnetum Gnemon L</i>)	717
KIMIA-04	Muhammad Agus Wibowo. Aulannia'am	Pemberian Fraksi N-Heksana Ekstrak Daun Kesum (<i>Polygonum Minus L.</i>) Secara Preventif Mampu Mencegah Inflamasi Jaringan Paru Hewan Model Terpapar Bensapiren	725
Makalah Pendamping Bidang Biologi			
BIOLOGI-01	Siti Khotimah. Dessy Dhavina	Pengaruh Ekstrak Metanol <i>Sargassum Polycystum Agardh</i> Terhadap Pertumbuhan <i>Staphylococcus Aureus</i> Dan <i>Escherichia Coli</i>	731

STATISTIK-20**PERBANDINGAN METODE PENDUGAAN PARAMETER DALAM
PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL***(Comparison of Parameter Estimation Methods in Structural Equation Modeling)***Budi Suharjo, N. K. Kutha Ardana, La Mbau**

Dosen Dosen Dept. Matematika FMIPA IPB

Dept. Matematika FMIPA IPB

Alumni Program Master Dept Matematika FMIPA IPB

Abstract

Structural equation modeling (SEM) is one of multivariate techniques that can estimates a series of interrelated dependence relationships from a number of endogenous and exogenous variables, as well as latent (unobserved) variables simultaneously. To estimate their parameters, SEM based on structure covariance matrix. There are several methods can be used as estimation methods, namely maximum likelihood (ML), weighted least squares (WLS), generalized least squares (GLS) and unweighted least squares (ULS). The purpose of this paper are to learn these methods in estimating SEM parameters and to compare their consistency, accuracy and sensitivity based on sample size and multinormality assumption of observed variables. Using a fully crossed design, data were generated for 2 conditions of normality and 5 different sample sizes. The result showed that when data are normally distributed, ML and GLS more consistent and accurate than the other methods.

Keywords : sample size, consistency, sensitivity, multinormality, estimation methods.**DAHULUAN****PENDAHULUAN****Latar Belakang**

Penggunaan Pemodelan Persamaan Struktural (*Structural Equation Modeling*, SEM) semakin meluas diberbagai bidang. Metode ini memiliki banyak nama, diantaranya adalah model hybrid, karena menggabungkan antara model pengukuran dan model struktural yang melibatkan peubah *latent* (Bollen, 1989).

Dalam pemodelan kuantitatif, seperti halnya SEM, aktivitas yang sangat intensif adalah proses pendugaan parameter model. Dalam SEM pendugaan parameter ditujukan untuk pengepasan matriks koragam model sebagai dugaan terhadap matriks koragam populasi yang direpresentasikan melalui contohnya. Saat ini terdapat sedikitnya 5 metode pendugaan parameter yang lazim digunakan dalam SEM, diantaranya adalah *Maximum Likelihood* (ML), *Weighted Least Squares* (WLS), *Generalized Least Squares* (GLS) dan *Unweighted Least Squares* (ULS). Masing-masing metode memiliki kekhususan dalam penggunaanya sesuai dengan sebaran, ukuran contoh dan skala data, serta asumsi yang mendasarinya.

Dari banyak literatur ditunjukkan bahwa, beberapa metode penduga parameter memerlukan asumsi yang ketat terkait dengan bentuk sebaran dan ukuran contoh. Metode ML dan GLS memerlukan asumsi kenormalan ganda pada data. Sementara metode WLS dan ULS tidak memerlukan asumsi kenormalan ganda. Menurut Engel (2003), jika data pengamatan menyebar normal ganda dan ukuran contoh cukup besar, maka metode ML

menghasilkan dugaan parameter yang takbias, konsisten dan efisien secara asimtotis. Namun demikian berbagai metode tersebut saat ini belum teridentifikasi tingkat konsistensi dan ketepatan hasil dugaanya jika sebaran data tak normal maupun untuk berbagai ukuran contoh. Mengingat SEM sangat peka terhadap ukuran contoh dan sebaran data, maka kajian terhadap ketepatan, kekonsistensiannya serta sensitivitas hasil dugaan dengan berbagai kondisi data tersebut perlu dilakukan.

Alasan lain adalah, para praktisi sering kali melakukan coba-coba (*trial & error*) dalam melakukan pengepasan terhadap koefisien model dengan menggunakan berbagai metode, tanpa mengetahui sebaran data terlebih dahulu. Hasil terbaik akan dipilih berdasarkan terpenuhinya ukuran keseuaian model yang digunakan. Disisi lain meski penggunaan suatu metode sudah dicoba disesuaikan dengan kondisi data, namun sering kali hasilnya jauh dari harapan, meski upaya modifikasi terhadap pola kausalitas antar peubah indikator telah dilakukan. Akibatnya eksplorasi akan dilakukan terhadap semua kemungkinan metode yang mampu memberikan pengepasan terbaik. Oleh karena itu informasi mengenai petunjuk praktis penentuan metode pendugaan parameter model yang sesuai dengan karakteristik data diharapkan akan sangat bermanfaat bagi para praktisi.

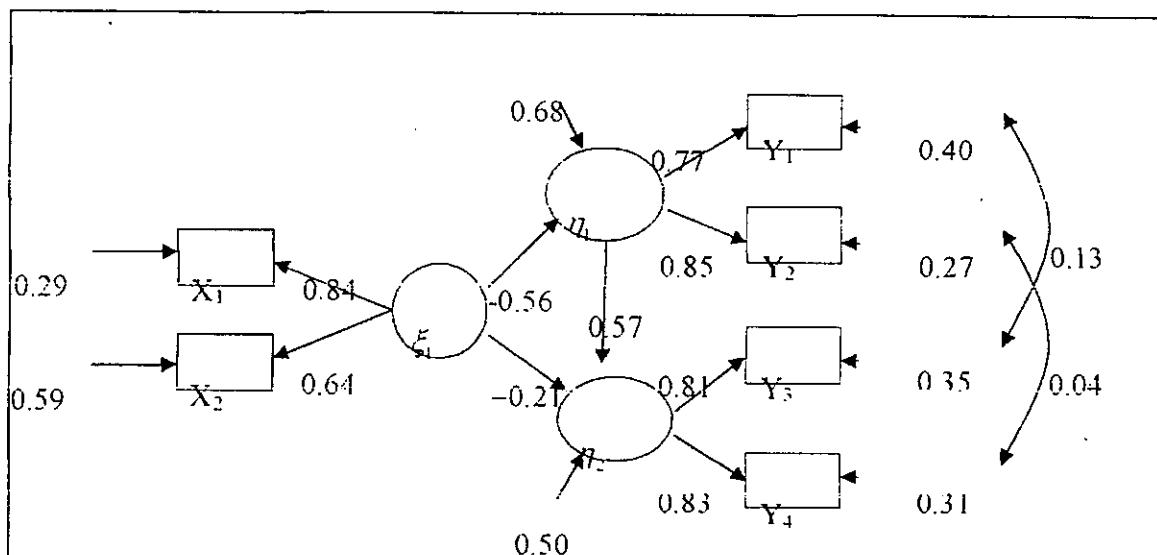
Tujuan Penelitian

1. Membandingkan kekonsistensiannya dan akurasi metode ML, WLS, GLS dan ULS ditinjau dari ukuran contoh dan bentuk sebaran data.
2. Mengetahui sensitivitas metode ML, WLS, GLS dan ULS ditinjau dari ukuran contoh dan bentuk sebaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berbasis pada simulasi komputer dalam pembangkitan datanya, dimana kaidah yang digunakan adalah sebaran normal ganda. Untuk pembangkitan dan pengepasan model dilakukan dengan bantuan perangkat lunak PRELIS 2 dalam LISREL 8.5. Tahapan yang dilakukan meliputi:

1. Spesifikasi model Teoritis dan koefisiennya (Gambar 1).
2. Membangkitkan data (matriks koragam) berdasarkan koefisien model persamaan struktural dari tahap I dengan kriteria berikut:
 - a. Variasi ukuran contoh 100, 200, 300, 400 dan 500.
 - b. Sebaran masing-masing gugus normal ganda dan tidak menyebar normal ganda.
3. Melakukan pendugaan koefisien model dengan menggunakan metode ML, WLS, GLS dan ULS untuk setiap gugus data dan sebaran
4. Menentukan *Mean Absolute Relative Bias* (MARB) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG) parameter dugaan masing-masing metode serta ukuran kelayakan model dugaan untuk masing-masing gugus data dan sebaran.
5. Identifikasi konsistensi dan sensitivitas setiap metode berdasarkan nilai MARB dan KTG koefisien dugaannya, sedangkan ketepatan masing-masing metode didasarkan pada ukuran kelayakan model.



Gambar 1. Model Teoritis Alienasi

Model Persamaan Struktural teoritis seperti yang terlihat pada Gambar 1, diperoleh dari Jöreskog & Sörbom (1996a). Pemilihan model ini semata-mata akan dijadikan sebagai basis pembangkitan data untuk keperluan simulasi pengujian metode pendugaan koefisien model.

LANDASAN LANDASAN TEORI Spesifikasi Model

Model persamaan struktural terdiri dari dua model utama yaitu model struktural dan model pengukuran. Model struktural menjelaskan keterkaitan hubungan antara peubah laten, sedangkan model pengukuran menjelaskan keterkaitan hubungan peubah laten dengan indikatornya.

Model umum persamaan struktural didefinisikan sebagai berikut:

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (1)$$

Model pengukuran terdiri atas dua yaitu model pengukuran endogen (y) dan model pengukuran eksogen (x). Kedua model pengukuran ini didefinisikan sebagai berikut:

$$y = A_y\eta + \varepsilon \quad (2)$$

$$x = A_x\xi + \delta \quad (3)$$

Matriks koragam Σ dari indikator-indikator x dan y dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \Sigma_{yy} & \Sigma_{yx} \\ \Sigma_{xy} & \Sigma_{xx} \end{pmatrix} \quad (4)$$

dimana Σ_{yy} adalah matriks koragam bagi peubah pengamatan y yaitu:

$$\Sigma_{yy} = A_y(I - B)^{-1}(\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi)((I - B)^{-1})'A_y' + \Theta_y \quad (5)$$

Σ_{yx} adalah matriks koragam bagi peubah pengamatan y dan x yang dapat ditulis sebagai:

$$\Sigma_{yx} = A_y(I - B)^{-1}\Gamma\Phi A_x \quad (6)$$

Σ_{xy} merupakan matriks putaran dari Σ_{xx} , sedangkan matriks koragam bagi peubah pengamatan x adalah:

$\Sigma_{xx} = \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta$ (7) Dari persamaan (5),(6) dan (7) matriks Σ merupakan fungsi dari parameter $\theta = (\Lambda_y, \Lambda_x, \mathbf{B}, \Gamma, \Phi, \Psi, \Theta_e, \Theta_\delta)$, selanjutnya dapat dituliskan sebagai:

$$\Sigma(\theta) = \begin{pmatrix} \Lambda_x (I - B)^{-1} (\Gamma \Phi \Gamma' + \Psi) ((I - B)^{-1})' \Lambda_x' + \Theta_e & \Lambda_x (I - B)^{-1} \Gamma \Phi \Lambda_x' \\ \Lambda_x \Phi \Gamma' ((I - B)^{-1})' \Lambda_x' & \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_e \end{pmatrix} \quad (8)$$

Kajian Metode Pendugaan Parameter

Pendugaan parameter model adalah pengepasan matriks koragam model Σ dengan matriks koragam contoh S . Fungsi pengepasan ini dinyatakan dengan $I(S, \Sigma)$ yakni suatu fungsi yang bergantung pada S dan Σ . Menurut Bollen (1989), sifat-sifat fungsi pengepasan adalah :

1. $I(S, \Sigma)$ adalah besaran skalar.
2. $I(S, \Sigma) \geq 0$, $I(S, \Sigma) = 0$ jika dan hanya jika $\Sigma = S$.
3. $I(S, \Sigma)$ adalah fungsi kontinu dalam Σ dan S .

1. Metode Kemungkinan Maksimum (ML)

Menurut Garson (2000), estimasi yang dilakukan metode ML didasarkan melalui maksimisasi probabilitas (*likelihood*), dimana setiap matriks koragam yang diobservasi diperoleh dari suatu populasi yang diasumsikan sama seperti yang direfleksikan oleh hasil dugaan koefisien. Metode ML mengasumsikan bahwa peubah-peubah dalam model menyebar normal ganda. Fungsi pengepasan untuk metode ini adalah sebagai berikut:

$$I_{ML} = \log|\Sigma(\theta)| + \text{tr}(S \Sigma^{-1}(\theta)) - \log|S| - (p + q) \quad (11)$$

2. Metode Kuadrat Terkecil Terboboti (WLS)

Jika data pengamatan kontinu tetapi tidak menyebar normal ganda, maka metode penduga yang umum digunakan adalah WLS (Engel, 2003). Pendugaan parameter dengan metode ini dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat dari selisih antara unsur-unsur matriks koragam sampel dengan matriks koragam model. Fungsi pengepasan WLS dirumuskan sebagai:

$$I_{WLS} = \|s - \sigma(\theta)\|^T W^{-1} \|s - \sigma(\theta)\| \quad (12)$$

Pada persamaan tersebut s adalah vektor yang terdiri dari $\frac{1}{2} (p+q)(p+q+1)$ elemen yang diperoleh dengan menempatkan elemen-elemen S dalam sebuah vektor, $\sigma(\theta)$ adalah vektor berorde sama yang bersesuaian dengan $\Sigma(\theta)$, θ adalah vektor $(t \times 1)$ parameter bebas dan W^{-1} matriks pembobot definit positif yang berukuran $\frac{1}{2} (p+q)(p+q+1) \times \frac{1}{2} (p+q)(p+q+1)$.

3. Metode Kuadrat Terkecil Umum (GLS)

Kasus khusus dari WLS adalah GLS. Penggunaan metode ini didasarkan pada asumsi yang sama dengan metode ML. Namun demikian menurut Engel (2003), kinerja metode ini kurang baik pada ukuran contoh yang kecil. Pendugaan parameter dengan metode GLS dilakukan dengan meminimumkan jumlah dari kuadrat unsur-unsur $(S - \Sigma)$. Bentuk umum fungsi pengepasan GLS adalah:

$$I_{GLS} = (1/2) \text{tr} \{ (S - \Sigma) W^{-1} \}^2 \quad (13)$$

Matriks pembobot \mathbf{W} dari persamaan tersebut dipilih sama dengan \mathbf{S} .

4. Metode Kuadrat Terkecil tanpa Pembobot (ULS)

F_{ULS} adalah bentuk khusus F_{GLS} apabila $\mathbf{W}^{-1} = \mathbf{I}$. Metode ULS meminimumkan jumlah kuadrat setiap elemen di dalam matriks sisaan $(\mathbf{S}-\Sigma(\theta))$. Metode ini menghasilkan penduga yang konsisten bagi θ . Selain itu menurut Garson (2000), metode ini tidak memerlukan asumsi sebaran bagi peubah pengamatan. Fungsi pengepasan metode ULS dinyatakan oleh :

$$F_{\text{ULS}} = (1/2)\text{tr}[(\mathbf{S}-\Sigma(\theta))^2] \quad (14)$$

Evaluasi Model

Ukuran kesesuaian model atau pengujian ketepatan metode pendugaan koefisien model digunakan kaidah berikut:

1. Uji χ^2
2. GFI (*Goodness of Fit Index*) dan AGFI (*Adjusted GFI*)
3. RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*)
4. RMSR (*Root Mean Square Residual*)

Kriteria untuk menilai kekonsistennan suatu metode:

1. *Mean Absolute Relative Bias* (MARB) adalah rata-rata nilai mutlak bias keseluruhan parameter model relatif terhadap parameternya.

$$\text{MARB } (\hat{\theta}_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{\theta}_i - \theta_i}{\theta_i} \right|; \quad i = 1, 2, 3, \dots, 20. \quad (9)$$

2. Kuadrat Tengah Galat (KTG) adalah nilai harapan kuadrat dari selisih-selisih suatu statistik dengan parameternya.

$$\text{KTG}(\theta) = E[(\theta - \hat{\theta})^2] \quad (10)$$

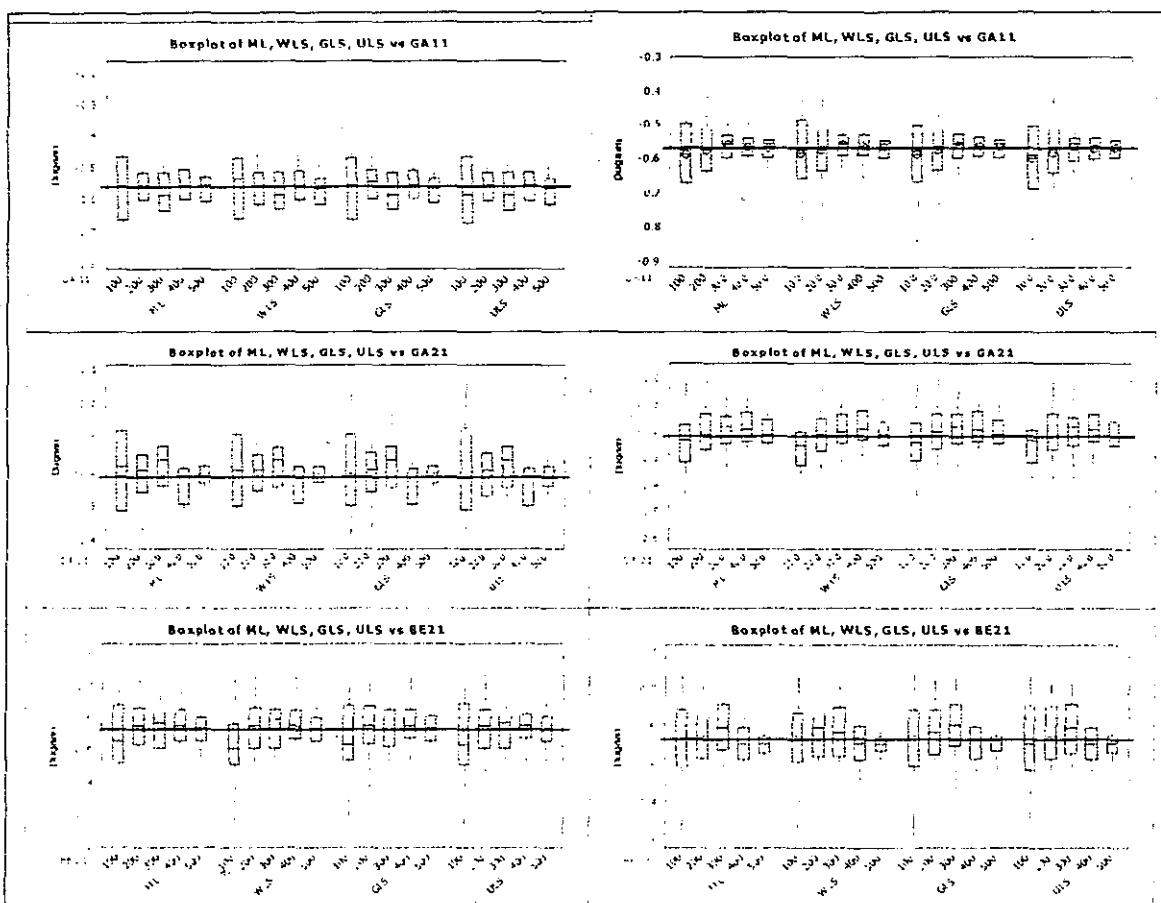
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangkitan Data

Dari hasil simulasi guna pembangkitan data dengan beberapa pengulangan diperoleh sejumlah gugus data sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan baik untuk jenis sebaran maupun jumlah pengamatan. Dari data hasil bangkitan, kemudian dilakukan pendugaan koefisien model dengan berbagai metode (ML, WLS, GLS dan ULS).

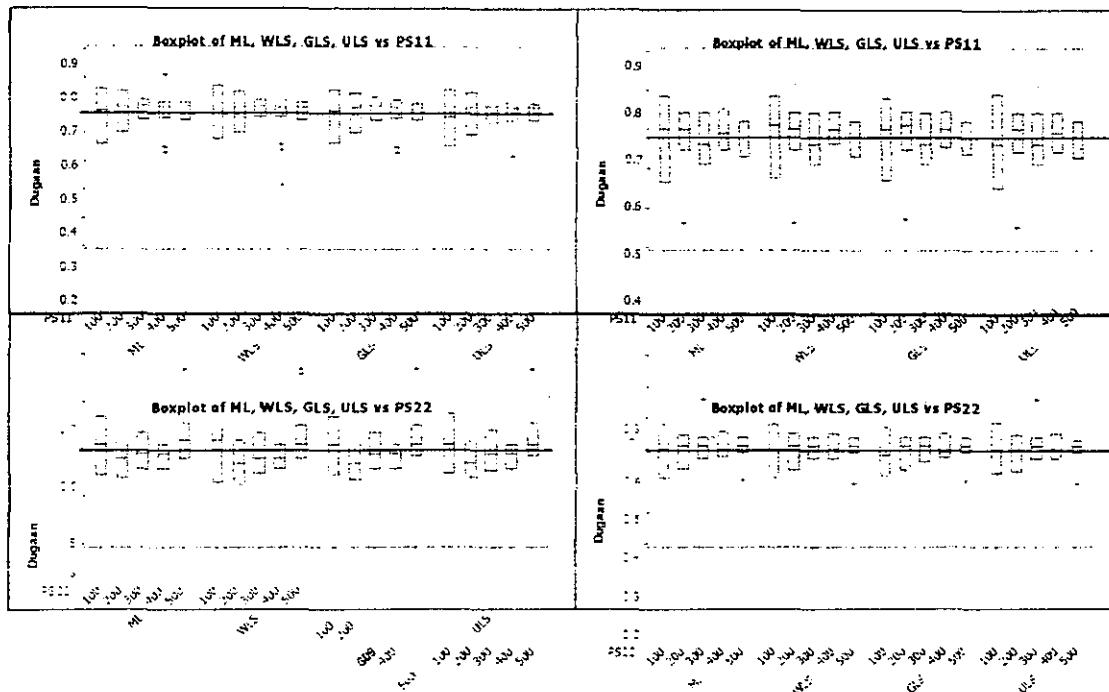
Dugaan Parameter Model Struktural

Bias dan keragaman dugaan parameter model dengan menggunakan metode ML, WLS, GLS dan ULS untuk berbagai bentuk sebaran dan ukuran contoh disajikan dalam bentuk *boxplot* Gambar 2 dan Gambar 3.

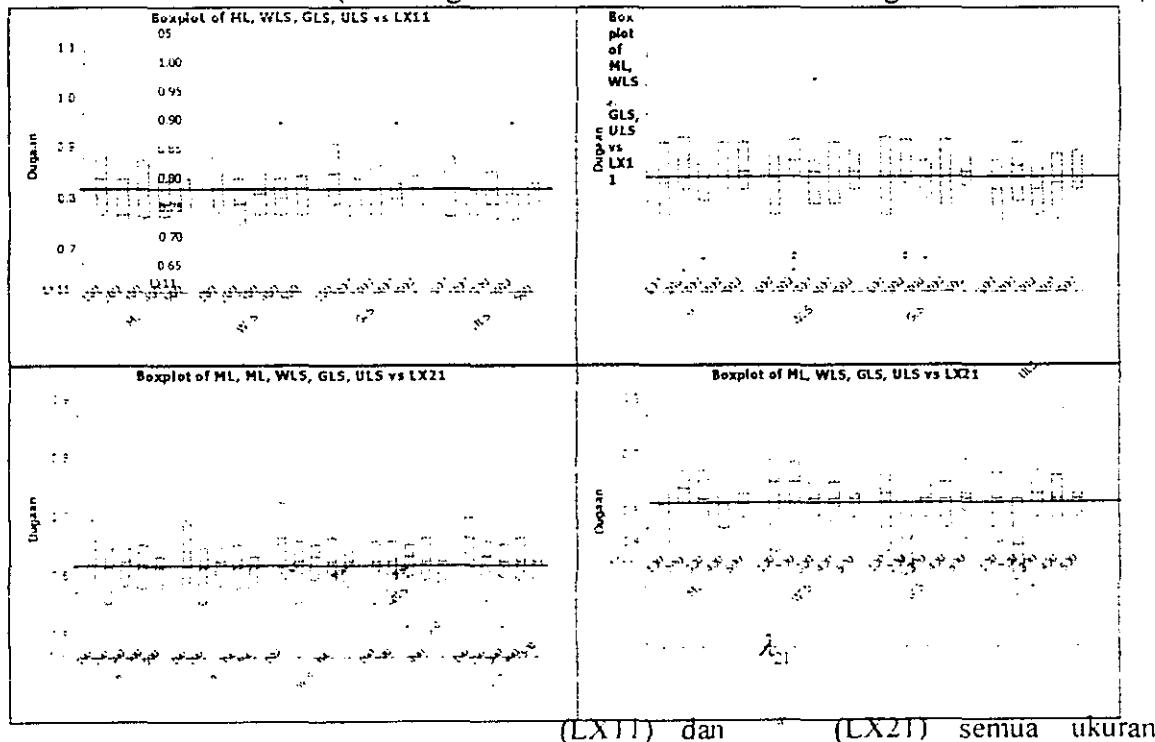


Gambar 2. Dugaan parameter γ_{11} (GA11), γ_{21} (GA21) dan β_{21} (BE21) pada berbagai ukuran contoh dan bentuk sebaran (normal ganda pada kolom kiri dan tak normal ganda pada kolom kanan).

Dari Gambar 2, pendugaan parameter γ_{11} (GA11) dan β_{21} (BE21) pada $N = 500$ untuk berbagai bentuk sebaran, semua metode relatif konsisten. Untuk parameter γ_{21} (GA21) dengan data menyebar normal ganda, semua metode tampak relatif lebih konsisten, sedangkan pada sebaran tak normal ganda hanya pada $N = 400$ dan 500 semua metode relatif lebih konsisten. Gambar 3 menyajikan nilai dugaan untuk matriks koragam bagi ζ atau parameter dalam Ψ . Untuk parameter ψ_{11} , pada semua sebaran seluruh metode relatif konsisten pada $N = 500$. Dugaan untuk ψ_{22} , pada sebaran normal ganda dan berbagai ukuran contoh, seluruh metode relatif lebih konsisten, sementara pada sebaran tak normal ganda, hanya pada $N = 500$ semua metode juga relatif konsisten.



Gambar 3. Dugaan parameter ψ_{11} (PS11) dan ψ_{22} (PS22) pada berbagai ukuran contoh dan sebaran (normal ganda kolom kiri dan tak normal ganda kolom kanan).



Gambar 4. Dugaan parameter λ_{11}

contoh dan sebaran (normal ganda kolom kiri dan tak normal ganda kolom kanan).

Dugaan Parameter Model Pengukuran

Gambar 4 secara umum menyajikan dugaan dan sebaran parameter model pengukuran untuk parameter λ_{11}^x dan λ_{21}^x . Hasil dugaan parameter λ^x pada sebaran normal ganda untuk semua metode adalah keragamannya besar, kecuali pada $N=500$, artinya semua metode relatif konsisten pada $N = 500$. Pada sebaran tak normal ganda semua metode relatif konsisten pada $N = 400$. Untuk parameter λ_{21}^x , pada semua bentuk sebaran dan metode hasilnya relatif konsisten pada $N = 500$.

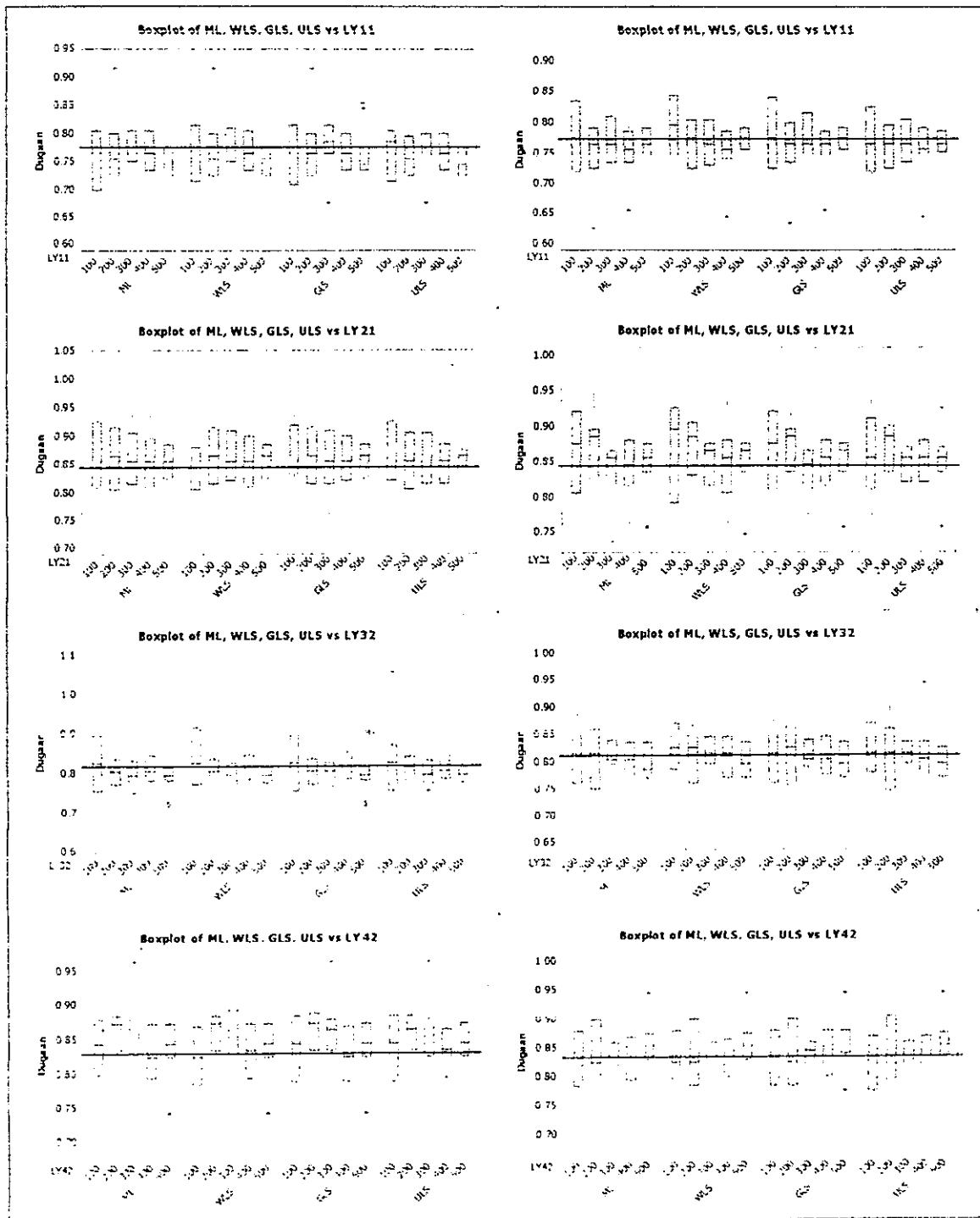
Gambar 5 menyajikan sebaran nilai bias dan keragaman dugaan parameter untuk peubah endogenous (y). Terlihat penduga parameter λ_{11}^y (LY11) pada semua sebaran dan metode relatif lebih konsisten pada $N = 500$. Penduga parameter λ_{21}^y (LY21), λ_{32}^y (LY32), dan λ_{42}^y (LY42) pada sebaran normal ganda dan semua metode hasilnya relatif lebih konsisten pada $N = 300$ dan $N = 400$, sedangkan pada sebaran tak normal ganda semua metode relatif konsisten pada $N = 500$.

Dugaan parameter θ_{11}^e dan θ_{22}^e disajikan pada Gambar 6. Pada sebaran normal ganda, penduga θ_{11}^e semua metode relatif lebih konsisten pada $N = 400$, sedangkan pada sebaran tak normal ganda semua metode pada $N = 500$ relatif lebih konsisten. Dalam menduga parameter θ_{33}^e , pada semua bentuk sebaran semua metode relatif lebih konsisten pada $N = 400$ dan $N = 500$,

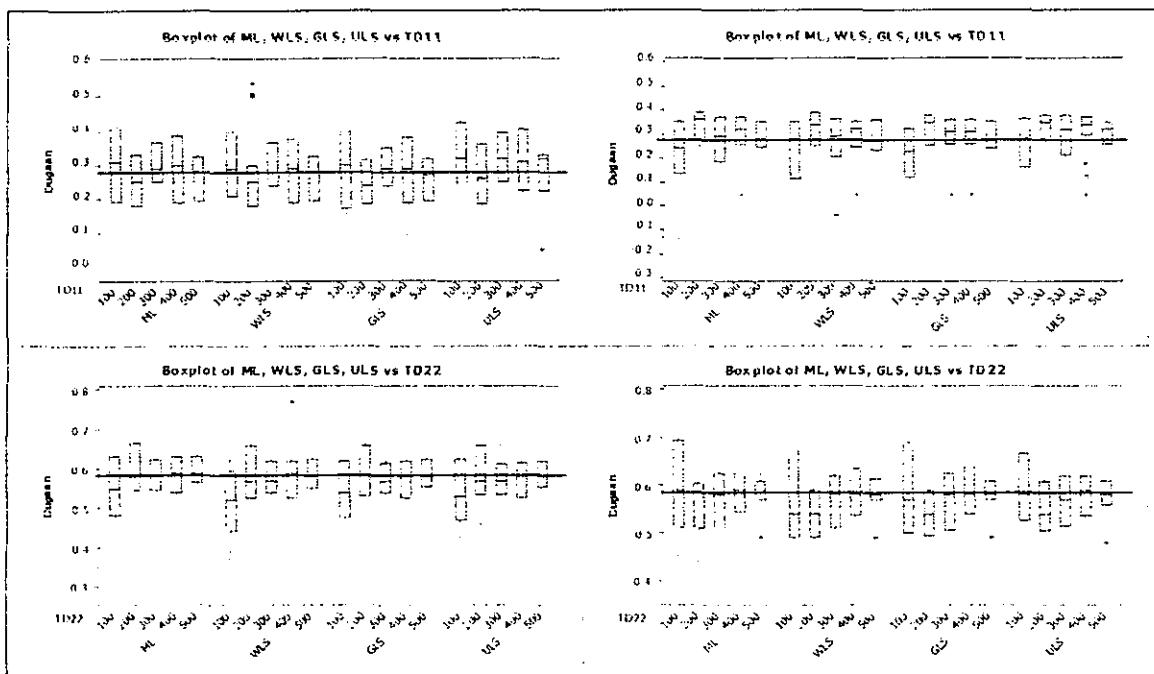
Pada Gambar 7, pendugaan parameter θ_{11}^e pada sebaran normal ganda, semua metode relatif konsisten pada $N = 500$, sedangkan pada sebaran tak normal ganda konsistensi terjadi pada $N = 400$. Sementara itu, pendugaan parameter θ_{33}^e untuk semua kondisi sebaran, hasilnya relatif konsisten pada $N = 300$ dan $N = 400$. Penduga parameter θ_{42}^e pada sebaran normal ganda semua metode relatif konsisten pada $N = 300$ dan 400 , sedangkan pada sebaran tak normal ganda semua metode relatif konsisten pada $N = 400$.

Pada Gambar 8, pendugaan parameter θ_{31}^e pada sebaran normal ganda, semua metode relatif lebih konsisten hanya pada $N = 500$, sedangkan pada sebaran tak normal ganda semua metode relatif konsisten hanya pada $N = 400$. Sementara untuk dugaan parameter θ_{42}^e konsisten pada $N = 400$ untuk semua metode pada sebaran normal ganda, sedangkan pada sebaran tak normal ganda konsistem pada $N = 300$.

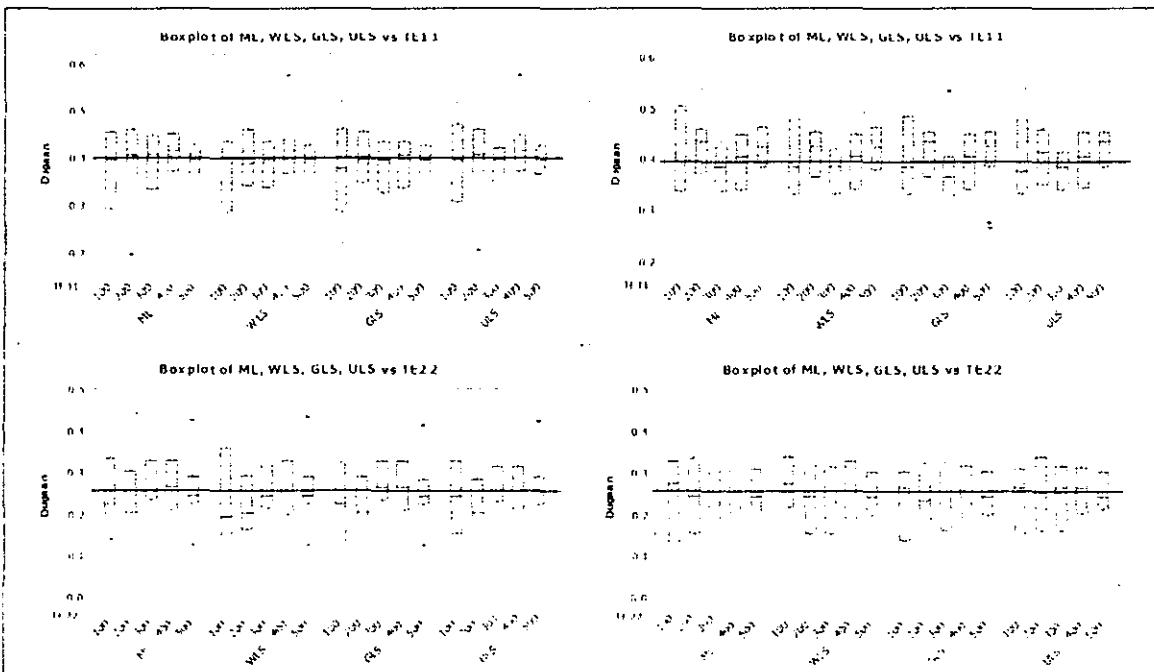
Berdasarkan hasil di atas, nilai parameter dugaan masing-masing metode mengalami fluktuasi seiring dengan bertambahnya ukuran contoh. Persentase bias terbesar terjadi pada dugaan parameter θ_{44}^e (TE44) baik untuk semua metode dan ukuran contoh, sedangkan persentase bias terkecil terjadi pada dalam penduga parameter ϕ_{11} (PH11) pada semua kondisi sebaran dan ukuran contoh.

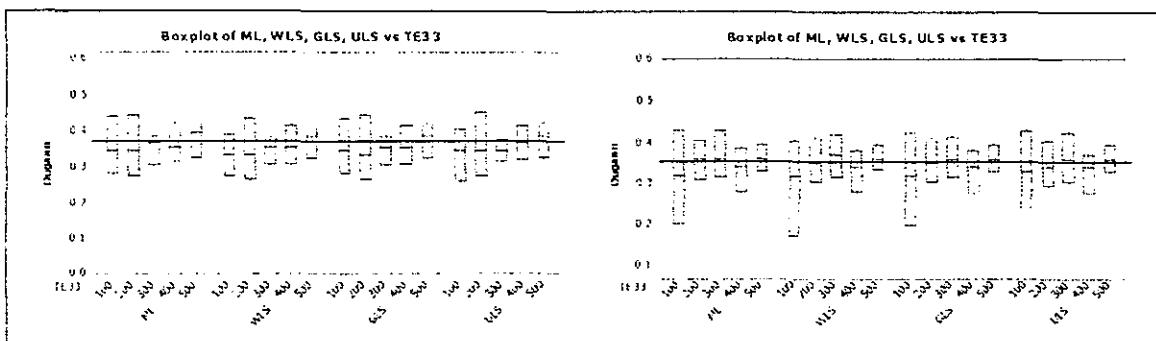


Gambar 5. Dugaan parameter λ_1^1 (LY11), λ_2^1 (LY21), λ_1^2 (LY32) dan λ_2^2 (LY42) semua ukuran contoh dan sebaran (normal ganda kolom kiri dan tak normal ganda kolom kanan).

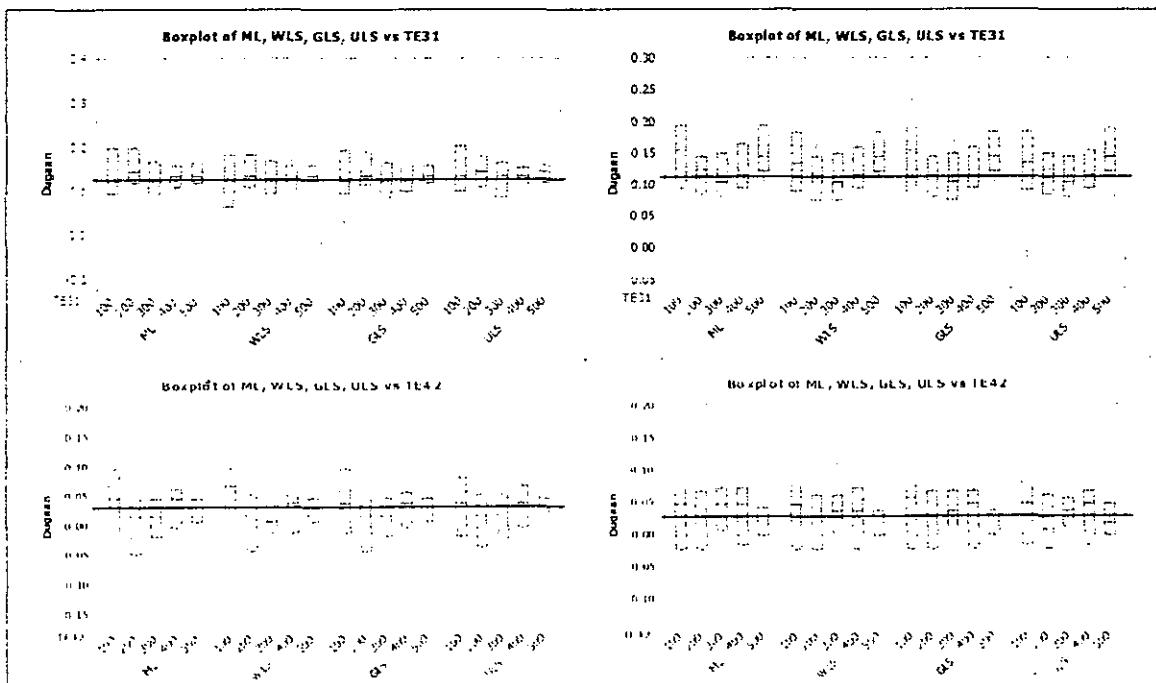


Gambar 6 Dugaan parameter θ_{11}^* (TD11) dan θ_{22}^* (TD22) pada berbagai ukuran contoh dan sebaran (normal ganda kolom kiri dan tak normal ganda kolom kanan).





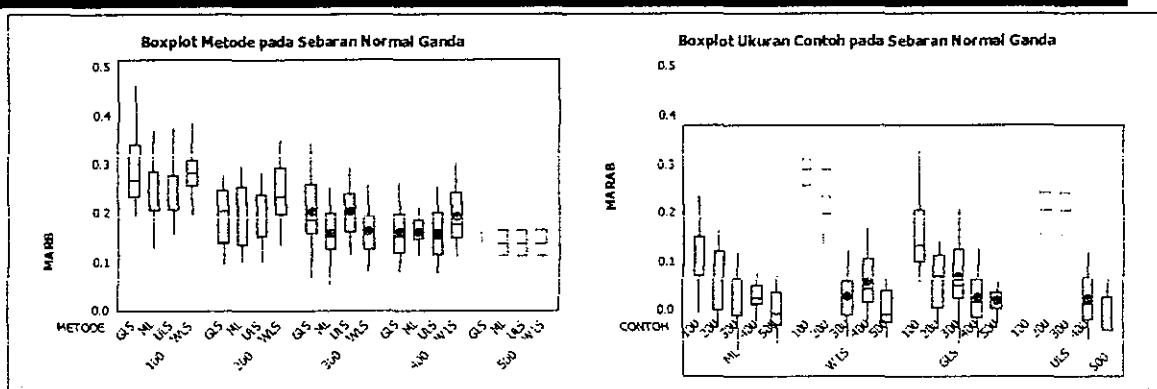
Gambar 7. Dugaan parameter θ_{11}^e (TE11), θ_{22}^e (TE22) dan θ_{33}^e (TE33) semua ukuran contoh dan sebaran (normal ganda kolom kiri dan tak normal ganda kolom kanan).



Gambar 8. Dugaan parameter θ_{11}^e (TE31) dan θ_{12}^e (TE42) pada berbagai ukuran contoh dan sebaran (normal ganda kolom kiri dan tak normal ganda kolom kanan).

Rataan Bias Relatif dugaan Parameter

Suatu metode dikatakan konsisten jika nilai dugaannya relatif kecil dibandingkan nilai lainnya. Gambar 9 menyajikan *boxplot* MARB dugaan parameter dari berbagai metode dan ukuran contoh pada sebaran normal ganda. Semakin besar ukuran contoh maka bias semakin kecil, hal ini ditunjukkan dengan nilai MARB yang semakin kecil. Semakin besar ukuran contoh maka sebaran parameter dugaan mendekati normal, sehingga parameter hasil dugaan mendekati nilai parameter model. Namun demikian semua metode mengalami fluktuasi seiring dengan bertambahnya ukuran contoh.



Gambar 9. Boxplot MARB pada sebaran normal ganda.

Untuk mengetahui adanya perbedaan kekonsistenan masing-masing metode pada setiap ukuran contoh, dilakukan Analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji pembandingan berganda Tukey terhadap MARB. Hasil uji kehomogenan ragam dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan keragaman nilai MARB semua metode untuk semua ukuran contoh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan nilai MARB pada setiap metode pada $N = 100, 200, 300$ dan 400 . Hasil uji Tukey terhadap MARB yang menunjukkan perbedaan kekonsistenan masing-masing metode pada setiap ukuran contoh (Tabel 1 sampai Tabel 5).

Tabel 1. Hasil Uji MARB untuk sebaran normal ganda pada ukuran contoh 100

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.23660284	
ML	25	.23733504	
WLS	25		.27954384
GLS	25		.28079144

Tabel 2. Hasil Uji MARB untuk sebaran normal ganda pada ukuran contoh 200

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.18978248	
ML	25	.19016836	
GLS	25	.19126920	
WLS	25		.23409864

Tabel 3. Hasil Uji MARB untuk sebaran normal ganda pada ukuran contoh

METODE	300 N	Subset	
		1	2
ML	25	.15400812	
WLS	25	.15772182	
ULS	25		.19736212
GLS	25		.19739376

Tabel 4. Hasil Uji MARB untuk sebaran normal ganda pada ukuran contoh 400

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.15232060	
GLS	25	.15524612	
ML	25	.15605400	
WLS	25		.19934328

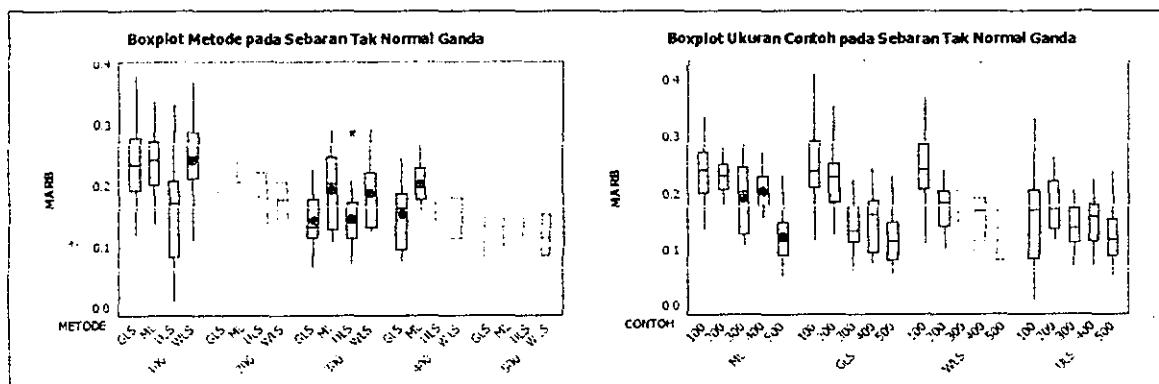
Tabel 5. Hasil Uji MARB untuk sebaran normal ganda pada ukuran contoh

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.12398404	
ML	25	.12690400	
WLS	25	.13017812	
GLS	25	.14866312	

Pada $N=100$ untuk data menyebar norma ganda, metode ULS dan ML relatif lebih konsisten (Tabel 1)m sedangkan pada $N=200$ metodel ULS, ML dan GLS relatif sama konsistensinya.

Pada $N=300$ (Tabel 3) metode ML dan WLS memiliki MARB dengan rata-rata terkecil. Artinya pada $N = 300$ metode ML dan GLS lebih konsisten. Pada $N=400$ metode ML, GLS dan ULS lebih konsisten. Pada $N=500$ keempat metode berada pada satu kelompok yang homogen. Ini berarti pada $N = 500$ semua metode memiliki kekonsistensian yang sama.

Berdasarkan hasil uji Tukey, pada data yang menyebar normal ganda, metode ML dan ULS relatif konsisten pada semua ukuran contoh. Sesuai dengan temuan Garson (2000) bahwa metode ML sesuai untuk data yang menyebar normal ganda. Hal ini disamping terpenuhinya asumsi kenormalan ganda juga adanya sifat definit positif pada matriks koragam sampel S. Metode GLS konsisten pada $N = 200, 400$ dan 500 . Hal ini menunjukkan bahwa kinerja metode ML lebih baik dari GLS, karena karakteristik matriks koragam S sebagai matriks pembobot W, sangat terkait erat dengan ukuran contoh. Sementara metode WLS lebih konsisten pada $N = 300$ dan 500 . WLS baik digunakan pada data yang menyebar ganda. Menurut Bollen (1989), hal ini disebabkan karena sifat matriks pembobotnya yang merupakan matriks koragam asimtotis.



Gambar 10. Boxplot MARB pada sebaran tak normal ganda.

Gambar 10 menyajikan nilai MARB dugaan parameter pada sebaran tak normal ganda dengan berbagai metode dan ukuran contoh. Tampak bahwa nilai MARB semua metode semakin kecil dengan bertambahnya ukuran contoh. Ini menunjukkan bahwa kekonsistensi semua metode semakin meningkat dengan bertambahnya ukuran contoh.

Dasi hasil uji Tukey menunjukkan bahwa keragaman nilai MARB semua metode pada setiap ukuran contoh homogen. Lebih lanjut hasil uji nilai tengah MARB menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada setiap ukuran contoh. Kekonsistensi masing-masing metode pada setiap ukuran contoh terlihat pada Tabel 6 sampai Tabel 10.

Tabel 6. Hasil Uji MARB untuk sebaran tak normal ganda pada ukuran contoh 100

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.16117647	
WLS	25		.27125112
GLS	25		.28153721
ML	25		.28637420

Tabel 8 Hasil Uji MARB untuk sebaran tak normal ganda pada ukuran contoh 300

METODE	N	Subset	
		1	2
GLS	25	.14927563	
ULS	25	.15399203	
WLS	25		.19113350
ML	25		.19935009

Tabel 7. Hasil Uji MARB untuk sebaran tak normal ganda pada ukuran contoh 200

METODE	N	Subset	
		1	2
WLS	25	.18001499	
ULS	25		.18330854
GLS	25		.23098116
ML	25		.23832935

Tabel 4 Hasil Uji MARB untuk sebaran normal ganda pada ukuran contoh 400

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.15798614	
WLS	25		.16014318
GLS	25		.16237082
ML	25		.20847099

Tabel 10 Hasil Uji MARB untuk sebaran tak normal ganda pada ukuran contoh 500

METODE	N	Subset	
		1	2
ULS	25	.12584138	
GLS	25		.12744794
WLS	25		.12949074
ML	25		.17008787

Pada N=100 (Tabel 6) metode GLS, WLS dan ML berada pada satu kelompok yang homogen dan memiliki nilai MARB dengan rata-rata relatif besar. Artinya metode ULS lebih konsisten untuk data tak menyebar normal. Pada N=200 (Tabel 7) metode WLS dan ULS berada pada satu kelompok yang homogen dan memiliki nilai MARB dengan rata-rata terkecil artinya relatif konsisten. Pada N=300 (Tabel 8) metode GLS dan ULS relatif konsisten, karena memiliki nilai MARB dengan rata-rata terkecil. Pada N=400 (Tabel 9) metode WLS, GLS dan ULS berada pada satu kelompok yang relatif konsisten, dengan nilai rataan MARB terkecil. Pada N=500 (Tabel 10) metode ULS, GLS dan WLS ketiga metode tersebut lebih konsisten.

Dari uraian ML satu-satunya metode yang tidak sesuai untuk data yang tidak menyebar normal ganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada data yang tidak menyebar normal ganda metode WLS tidak konsisten pada $N = 100$ dan $N = 300$. Sementara itu metode GLS konsisten pada data yang tidak menyebar normal ganda khususnya pada $N = 300$, $N = 400$ dan $N = 500$. Metode ULS konsisten pada hampir semua ukuran contoh dan semua sebaran data.

Dari hasil uraian di atas jelas bahwa masing-masing metode konsisten tidak hanya pada suatu gugus data dengan sebaran dan ukuran contoh tertentu. Informasi ini sangat menarik dan memungkinkan digunakannya suatu metode pada data pengamatan dengan karakteristik yang berbeda. Di samping itu, secara realistik sulit untuk mendapatkan data pengamatan yang menyebar normal ganda. Hasil di atas dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menggunakan alternatif sebaran yang lain yang menghasilkan dugaan parameter dengan konsistensi yang relatif sama.

Ketepatan Metode Penduga Parameter

Hasil uji kesesuaian model dengan semua metode penduga parameter dapat dilihat pada Tabel 11 sampai Tabel 14. Dari Tabel 11 terlihat bahwa metode GLS relatif lebih baik untuk pengepasan data. Hal ini terlihat dari nilai khi-kuadrat yang relatif kecil (*p-value* lebih dari 0.05). Perubahan nilai khi-kuadrat terjadi seiring bertambahnya ukuran contoh.

Tabel 11 Hasil Uji Kelayakan Model dengan metode GLS

Sebaran	Kriteria	Kritis	Ukuran Contoh				
			100	200	300	400	500
NORMAL	Khi-Kuadrat Relatif kecil	4.7424	4.8096	6.1700	6.7404	5.8996	
	<i>p-value</i> ≥ 0.05	0.4905	0.4348	0.3553	0.3276	0.3238	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0355	0.0404	0.0336	0.0338	0.0232	
	RMSR Relatif kecil	0.2020	0.1354	0.1238	0.1111	0.0935	
	GFI ≥ 0.90	0.9884	0.9924	0.9944	0.9956	0.9988	
TAK	AGFI ≥ 0.80	0.9344	0.9628	0.9676	0.9724	0.9808	
	Khi-Kuadrat Relatif kecil	3.9788	5.5172	4.8680	5.9992	5.9440	
	<i>p-value</i> ≥ 0.05	0.5093	0.3932	0.4437	0.3267	0.3545	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0453	0.0349	0.0233	0.0313	0.0274	
	RMSR Relatif kecil	0.0153	0.0211	0.0091	0.0087	0.0077	
NORMAL	GFI ≥ 0.90	0.9896	0.9940	0.9964	0.9952	0.9980	
	AGFI ≥ 0.80	0.9428	0.9600	0.9744	0.9756	0.9808	

Tabel 12 Hasil Uji Kelayakan Model dengan metode ML

Sebaran	Kriteria	Kritis	Ukuran Contoh				
			100	200	300	400	500
NORMAL	Khi-Kuadrat Relatif kecil	3.9452	4.3176	5.6220	6.2432	5.5952	
	<i>p-value</i> ≥ 0.05	0.5283	0.4601	0.3727	0.3396	0.3357	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0248	0.0256	0.0303	0.0312	0.0217	
	RMSR Relatif kecil	0.1788	0.1254	0.1160	0.1052	0.0898	
	GFI ≥ 0.90	0.9872	0.9924	0.9944	0.9956	0.9988	
TAK	AGFI ≥ 0.80	0.9288	0.9624	0.9672	0.9724	0.9447	
	Khi-Kuadrat Relatif kecil	3.3532	4.8828	4.5628	5.6332	5.6428	
	<i>p-value</i> ≥ 0.05	0.5547	0.4192	0.4526	0.3417	0.3647	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0180	0.0299	0.0244	0.0291	0.0259	
	RMSR Relatif kecil	0.0170	0.0141	0.0538	0.0082	0.0074	
NORMAL	GFI ≥ 0.90	0.9900	0.9936	0.9960	0.9948	0.9980	
	AGFI ≥ 0.80	0.9420	0.9584	0.9740	0.9752	0.9804	

Pada Tabel 12 terlihat bahwa nilai khi-kuadrat metode ML mengalami fluktuasi seiring dengan bertambahnya ukuran contoh. Hal ini disebabkan karena nilai khi-kuadrat ini dipengaruhi oleh nilai fungsi pengepasan. Namun demikian secara umum metode ML sudah baik dalam mengepas data pada semua ukuran contoh walaupun dengan tingkat ketepatan yang berbeda.

Hasil uji kelayakan model dengan metode ULS dan WLS pada berbagai ukuran contoh dan bentuk sebaran dapat dilihat pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13 Hasil Uji Kelayakan Model dengan metode ULS

Sebaran	Kriteria	Kritis	Ukuran Contoh				
			100	200	300	400	500
NORMAL	Khi-Kuadrat Relatif kecil	3.9424	4.3212	5.6072	6.1768	34.6704	
	p-value ≥ 0.05	0.5282	0.4611	0.3729	0.3998	0.3128	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0251	0.0257	0.0301	0.0592	0.0218	
	RMSR Relatif kecil	0.1636	0.1497	0.1082	0.0944	0.0812	
	GFI ≥ 0.90	1.0000	1.0000	1.0000	0.9626	1.0000	
TAK	AGFI ≥ 0.80	0.9952	0.9992	0.9988	1.0000	0.9984	
	Khi-Kuadrat Relatif kecil	3.4112	4.8556	4.5608	5.6144	5.6380	
	p-value ≥ 0.05	0.5440	0.4202	0.4524	0.3421	0.3647	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0178	0.0538	0.0214	0.0290	0.0259	
	RMSR Relatif kecil	0.0123	0.0133	0.0081	0.0076	0.0069	
NORMAL	GFI ≥ 0.90	1.0000	0.9604	1.0000	1.0000	1.0000	
	AGFI ≥ 0.80	0.9976	0.9992	0.9992	1.0000	1.0000	

Tabel 13 memperlihatkan bahwa hasil uji kelayakan model metode ULS. Pada kedua bentuk sebaran dan semua ukuran contoh sudah memenuhi titik kritis. Ini berarti bahwa metode ULS relatif tepat dalam menduga parameter model tanpa mempertimbangkan asumsi sebaran dari peubah pengamatan.

Tabel 14 Hasil Uji Kelayakan Model dengan metode WLS

Sebaran	Kriteria	Kritis	Ukuran Contoh				
			100	200	300	400	500
NORMAL	Khi-Kuadrat Relatif kecil	4.2948	4.2424	5.6012	6.5100	5.7712	
	p-value ≥ 0.05	0.4748	0.4653	0.3709	0.3291	0.3295	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0358	0.0249	0.0303	0.0327	0.0225	
	RMSR Relatif kecil	0.3212	0.1837	0.1575	0.1282	0.1088	
	GFI ≥ 0.90	0.9912	0.9932	0.9940	0.9952	0.9988	
TAK	AGFI ≥ 0.80	0.9548	0.9684	0.9704	0.9740	0.9816	
	Khi-Kuadrat Relatif kecil	3.3528	4.9632	4.6248	5.7428	5.2256	
	p-value ≥ 0.05	0.5378	0.4100	0.4513	0.3347	0.3664	
	RMSEA ≤ 0.08	0.0143	0.0303	0.0222	0.0300	0.0260	
	RMSR Relatif kecil	0.0197	0.0139	0.0100	0.0098	0.0104	
NORMAL	GFI ≥ 0.90	0.9984	0.9988	0.9996	1.0000	1.0000	
	AGFI ≥ 0.80	0.9820	0.9848	0.9908	0.9908	0.9924	

Pada Tabel 14 terlihat hasil pendugaan dengan metode WLS, dengan data yang tidak menyebar normal ganda, semua ukuran kelayakan model sudah memenuhi titik kritis. Hal ini menunjukkan bahwa pada data yang tidak menyebar normal ganda WLS relatif lebih tepat. Dari hasil yang diperoleh, semua ukuran kelayakan model dari semua metode dengan berbagai ukuran contoh dan bentuk sebaran sudah memenuhi titik kritis. Namun demikian, tingkat ketelitiannya berbeda-beda.

SIMPULAN DAN SARAN
Simpulan

Berdasarkan hasil kajian metode ML, WLS, GLS dan ULS dalam menduga parameter model persamaan struktural dapat disimpulkan dalam butir-butir berikut:

1. Metode ML konsisten menduga parameter model dengan data menyebar normal ganda pada semua ukuran contoh. ULS konsisten pada sebaran tak normal ganda. Sementara itu, metode WLS dan GLS konsisten pada bentuk sebaran dan ukuran contoh tertentu seperti terlihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Kekonsistennan metode pada berbagai ukuran contoh dan sebaran

Metode	Normal					Tak Normal				
	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
ML	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-
WLS	-	-	*	-	*	-	*	-	*	*
GLS	-	*	-	*	*	-	-	*	*	*
ULS	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*

Ket. * = konsisten
- = tak konsisten

2. Meski hasil pendugaan semua metode memenuhi ukuran kelayakan model pada semua bentuk sebaran dan ukuran contoh, namun ketepatannya berbeda-beda.
3. Pada data yang menyebar normal ganda, semua metode sensitif pada ukuran contoh 300 dan 400, sedangkan pada data yang tidak menyebar normal ganda sensitivitas terjadi pada ukuran contoh 200, 300 dan 400.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan rentang ukuran contoh yang lebih kecil untuk melihat pola kecenderungan konsistensi dan akurasi setiap metode.

DAFTAR PUSTAKA

- Bollen, K.A. 1989. *Structural Equation Modeling with Latent Variables*. New York : John Wiley & Sons.
- Engel, K. S., and Müller, H. 2003. Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness of Fit Measures. <http://www.stats.ox.ac.uk/~snijdersmpr/Schermelleh.pdf>. [9 Juli 2008].
- Garson, G.D. 2000. Structural Equation Modelling. North Carolina State Univ. <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/structur.htm>.
- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L Tatham & W.C. Black. 1998. *Multivariate Data Analysis: with Reading*. Fourth Edition. New Jersey : Prentice Hall.
- Jöreskog, K.G. & Sörbom. 1996a. *LISREL 8 : User's Reference Guide*. Chicago : Scientific Software International, Inc.
- Suharjo, B dan Suwamo. 2001. Analisis Peubah Ordinal Pada Pemodelan Persamaan Struktural. Bogor: IPB.

