

ESTIMASI PARAMETER METODE *DIAGONALLY WEIGHTED LEAST SQUARE* PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL

(Skripsi)

Oleh

YOLA ZIMA UTAMI



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

ESTIMASI PARAMETER METODE *DIAGONALLY WEIGHTED LEAST SQUARE* PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL

Oleh

YOLA ZIMA UTAMI

Estimasi digunakan untuk mendapatkan nilai parameter suatu model. Salah satu model yang ada dalam statistika yaitu pemodelan persamaan struktural atau disebut juga dengan *Structural Equation Modeling* (SEM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi parameter metode *Diagonally Weighted Least Squares* (DWLS) pada pemodelan persamaan struktural. Data yang digunakan adalah data hasil survei kuisioner kepuasan nasabah pada PT. Bank BCA Cabang Medan mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara Tahun 2012. Metode estimasi DWLS ini tidak bergantung pada asumsi normalitas data, memiliki sifat penduga tak bias dan konsisten. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pada ukuran sampel 100 ini sudah cukup baik untuk menjelaskan kecocokan antara model dan data. Variabilitas pada kepuasan nasabah (η_1) yang dapat dijelaskan oleh variabilitas kualitas pelayanan (ξ_1), kualitas produk (ξ_2) dan tingkat suku bunga (ξ_3) sebesar 62.6%. Sedangkan sisanya sebesar 37.4% dijelaskan oleh variabel lain di luar yang diteliti.

Kata kunci : Estimasi Parameter, DWLS, Model Persamaan Struktural.

ABSTRACT

PARAMETER ESTIMATION OF DIAGONALLY WEIGHTED LEAST SQUARE METHODS IN STRUCTURAL EQUATION MODELING

By

YOLA ZIMA UTAMI

Estimations are used to get the parameter values of a model. One of the models in statistics is linear structural equation which is called Structural Equation Modeling (SEM). This study aims to determine the parameter estimates of the Diagonally Weighted Least Squares (DWLS) method in structural equation modeling. The data used in this study is from the customer satisfaction questionnaire survey at PT. Bank BCA Medan Region, student of Faculty of Economics, University of North Sumatra in 2012. The DWLS estimation method does not depend on the assumption of data normality, and it has an unbiased and consistent estimator. Based on the results of the study, it found that the sample size of 100 was good enough to explain the compatibility between the model and the data. Variability on customer satisfaction (η_1) which can be explained by the variability of service quality (ξ_1), product quality (ξ_2) and interest rate (ξ_3) is 62.6%. While the remaining 37.4% is explained by other variables outside of the ones studied.

Key words : Parameter Estimation, DWLS, Structural Equation Modeling.

ESTIMASI PARAMETER METODE *DIAGONALLY WEIGHTED LEAST SQUARE* PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL

Oleh

YOLA ZIMA UTAMI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **ESTIMASI PARAMETER METODE *DIAGONALLY WEIGHTED LEAST SQUARE* PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL**

Nama Mahasiswa : **Yola Zima utami**

No. Pokok Mahasiswa : 1517031071

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Eri Setiawan, M.Si.
NIP 19581101 198803 1 002

Drs. Rudi Ruswandi, M.Si.
NIP 19560208 198902 1 001

2. Ketua Jurusan Matematika

Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.
NIP 19631108 198902 2 001

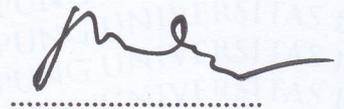
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

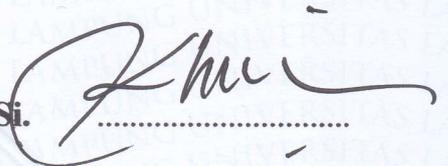
Ketua : **Drs. Eri Setiawan, M.Si.**



Sekretaris : **Drs. Rudi Ruswandi, M.Si.**



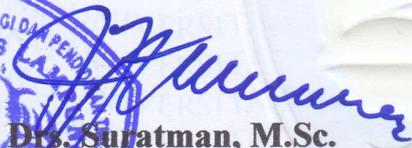
Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP 19640604 199003 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Mei 2019**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yola Zima Utami

Nomor Pokok Mahasiswa : 1517031071

Jurusan : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Estimasi Parameter Metode *Diagonally Weighted Least Square* Pada Pemodelan Persamaan Struktural”** adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 02 Mei 2019

Penulis



Yola Zima Utami

NPM. 1517031071

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Yola Zima Utami, anak pertama dari dua bersaudara yang dilahirkan di Sukaraja Nuban, pada tanggal 15 Juni 1997 dari pasangan Bapak Sutopo dan Ibu Widasih.

Penulis memulai pendidikan di taman kanak-kanak di TK Al-Zahra Kotabumi tahun 2002. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 3 Kembang Tanjung diselesaikan pada tahun 2009. Pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 7 Kotabumi diselesaikan pada tahun 2012. Sekolah menengah atas di SMA Negeri 3 Kotabumi diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun 2015, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai Mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) FMIPA Unila periode 2017 sebagai anggota bidang keilmuan. Sebagai bentuk penerapan ilmu perkuliahan, pada awal tahun 2018 penulis telah melaksanakan Kerja Praktik di Badan Pendapatan Daerah

(BAPENDA) Sub Divisi Pajak 1 Provinsi Lampung. Kemudian di pertengahan tahun 2018 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Sinar Mulyo Kecamatan Pulau Panggung Kabupaten Tanggamus.

KATA INSPIRASI

*“Dan bahwa seorang manusia tidak akan memperoleh sesuatu selain apa yang telah diusahakannya sendiri”
(Q.S An-Najm : 39)*

*“Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”
(Q.S Al-Baqarah : 153)*

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”
(Q.S Ar-Ra'd : 11)*

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah : 286)*

*“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”
(Q.S Al-Insyirah : 6)*

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah atas Rahmat Allah SWT

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

Kedua Orang Tua Tercinta Ayahanda Sutopo dan Ibunda Widasih
Orang tua yang telah selalu memberikan dukungan, arahan, motivasi serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan saya. Karena tiada kata indah lantunan doa dan tiada doa yang paling khusus selain doa yang terucap dari ayah dan ibu. Terimakasih yang tiada terhingga untuk ayah ibuku yang telah menjadi pembimbing hidup yang sangat terbaik sampai saat ini.

Seluruh Dosen Matematika ku terutama dosen pembimbing dan pembahas yang telah memberikan bimbingan serta saran terbaiknya dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Teman dan Sahabat Tersayang

Sahabatku Agrna, Rajna, Monik yang selalu memberikan semangat, doa serta tawa dalam hari-hari saya, Sahabat seperjuangan kuliahku Puji, Putri, Ani, Asih, Wardhani dan Farida yang selalu memberikan semangat, dukungan dan tanpa bantuan kalian semua tak akan mungkin aku sampai disini. Adik dan Teman Keilmuan 18 ku yang selalu mendengarkan keluh kesah dan memberi semangat untuk terus maju serta doa yang kalian berikan. Terima kasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa.

Semangat!

Almamater Tercinta
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur tak henti-hentinya tercurahkan kepada Allah SWT berkat segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tidak lupa pula ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam memberikan bimbingan, motivasi, semangat, serta saran yang telah membangun penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si., sebagai Dosen Pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis selama menyusun skripsi.
2. Bapak Drs. Rudi Ruswandi, M.Si, sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan saran serta arahan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan evaluasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan selama masa perkuliahan.
5. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Bapak Drs. Suratman Umar, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Matematika FMIPA UNILA yang telah memberikan ilmu serta bantuan kepada penulis.
8. Ayah dan Ibu serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan kasih sayang, mendukung dan memotivasi untuk dapat menjadi kebanggaan keluarga sehingga dapat meraih kesuksesan.
9. Rizhardi Amargie Mukti yang telah banyak membantu dan memberikan dorongan serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat seperjuangan penulis Putri, Wardhani, Asih, Farida, Ani dan Puji serta teman-teman Jurusan Matematika Angkatan 15 yang banyak memberikan masukan, memberi semangat yang sangat besar kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
11. Sahabatku Ara, Rana, dan Monik yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis dan memberikan canda tawa serta semangat sampai saat ini.
12. Semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, semoga Allah senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 02 Mei 2019
Penulis

Yola Zima Utami

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR SIMBOL	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi <i>Structural Equation Modelling</i> (SEM)	4
2.2 Variabel dalam Model Persamaan Struktural	5
2.2.1 Variabel Laten	5
2.2.2 Variabel Indikator	6
2.3 Model dalam Model Persamaan Struktural	6
2.3.1 Model Struktural	6
2.3.2 Model Pengukuran	8
2.4 Galat dalam Model Persamaan Struktural	10
2.4.1 Galat Struktural	10
2.4.2 Galat Pengukuran	10
2.5 Uji Validitas	11
2.6 Uji Reabilitas.....	12
2.7 Metode Estimasi <i>Diagonally Weighted Least Squares</i> (DWLS) ...	13
2.8 Metode <i>Newton-Raphson</i>	18
2.9 Jenis-Jenis Matriks	18
2.10 Uji Kecocokan Model	20
2.10.1 Kecocokan Keseluruhan Model.....	20
2.10.2 Kecocokan Model Pengukuran.....	25
2.10.3 Kecocokan Model Struktural	25

III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Data Penelitian	27
3.3 Metode Penelitian.....	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Uji Validitas dan Reabilitas	31
4.1.1 Uji Validitas	31
4.1.2 Uji Realibilitas	32
4.2 Spesifikasi Model.....	33
4.2.1 Merancang Model Struktural	33
4.2.2 Merancang Model Pengukuran	35
4.3 Konstruksi Diagram Jalur	37
4.4 Estimasi Parameter dengan Metode Diagonally Weighted Least Square (DWLS).....	38
4.4.1 Mencari Rumus Nilai Estimasi Parameter	38
4.4.2 Algoritma <i>Newton-Raphson</i> dalam pendugaan parameter.	44
4.4.3 Estimasi Nilai Parameter menggunakan <i>Software Lisrel</i> <i>9.30</i>	48
4.5 Uji Kecocokan Keseluruhan Model	51
4.6 Uji Kecocokan Model Pengukuran	53
4.7 Uji Kecocokan Model Struktural	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Variabel Penelitian	28
2. Uji Validitas	31
3. Uji Realibilitas	33
4. Uji Kecocokan Keseluruhan Model	51
5. Evaluasi Terhadap Validitas Model Pengukuran	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Variabel Laten Eksogen dan Endogen.....	5
2. Variabel Indikator.....	6
3. Model Persamaan Struktural Kepuasan Nasabah BCA.....	29
4. Diagram Jalur Model Struktural.....	34
5. Diagram Jalur Model Pengukuran.....	36
6. Diagram Jalur Model Struktural dan Model Pengukuran.....	38
7. Diagram Jalur Hasil Estimasi Model dengan $n=100$	48
8. Diagram Jalur <i>Standartdized Solution</i> dengan $n=100$	54
9. Diagram Jalur <i>T-value</i> dengan $n=100$	54
10. Diagram Jalur <i>T-value</i> Model Struktural.....	56

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Nama	Ukuran	Keterangan
η	Eta	$m \times 1$	Variabel laten endogen
ξ	Ksi	$n \times 1$	Variabel laten eksogen
ζ	Zeta	$m \times 1$	Kesalahan dalam persamaan laten
β	Beta	$m \times m$	Matriks koefisien untuk variabel laten endogen
γ	Gamma	$m \times n$	Matriks koefisien untuk variabel laten eksogen
Φ	Phi	$n \times n$	$E(\xi\xi^T)$ Matriks kovarian dari ξ
Ψ	Psi	$m \times m$	$E(\eta\eta^T)$ Matriks kovarian dari η
Y		$p \times 1$	Variabel indikator η yang diamati
X		$q \times 1$	Variabel indikator ξ yang diamati
ε	Epsilon	$p \times 1$	Kesalahan pengukuran untuk Y
δ	Delta	$q \times 1$	Kesalahan pengukuran untuk X
Λ_X	Lambda X	$p \times m$	Koefisien yang berkaitan X untuk ξ

Λ_Y	Lambda Y	$q \times n$	Koefisien yang berkaitan Y untuk η
Θ_ε	Theta-epsilon	$p \times p$	$E(\varepsilon\varepsilon^T)$ Matriks kovarian dari ε
Θ_δ	Theta-delta	$q \times q$	$E(\delta\delta^T)$ Matriks kovarian dari δ

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Matematika merupakan salah satu disiplin ilmu yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Salah satu cabang dari matematika adalah Statistik. Pengaruh statistik dalam kehidupan sehari-hari telah meluas. Kata statistik biasanya berkaitan dengan data kuantitatif (numerik), seperti data kelahiran, kematian dan berbagai macam penyakit. Ilmu statistik banyak digabungkan dengan ilmu yang lain seperti ilmu ekonomi. Ekonometri merupakan suatu ilmu yang memanfaatkan matematika dan teori statistik dalam mencari parameter daripada hubungan ekonomi sebagaimana didalilkan oleh teori ekonomi (Hidayat, 2010).

Estimasi adalah suatu pengukuran yang didasarkan pada hasil kuantitatif atau dengan kata lain tingkat akurasinya bisa diukur dengan angka. Estimasi dapat digunakan untuk mendapatkan nilai parameter suatu model. Salah satu model yang ada dalam statistik yaitu pemodelan persamaan struktural atau disebut juga dengan *Structural Equation Modeling* (SEM). Estimasi parameter dalam pemodelan persamaan struktural dapat diselesaikan dengan menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu *Maximum Likelihood* (ML), *Generalized Least*

Squares (GLS), *Weighted Least Squares* (WLS), *Diagonally Weighted Least Squares* (DWLS), dan lain sebagainya. Disini, peneliti ingin mencoba menggunakan metode DWLS dalam mengerjakan Pemodelan Persamaan Struktural.

Metode *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS) memiliki sifat penduga tak bias dan konsisten. Suatu penduga dikatakan konsisten apabila ukuran sampel diperbesar maka nilai penduga akan cenderung mendekati nilai parameter populasi. Merujuk pada penelitian sebelumnya bahwa perbedaan antara metode WLS dan DWLS berdasarkan pada jumlah sampel yang digunakan. Metode WLS apabila ukuran sampel diperbesar maka nilai penduga akan cenderung mendekati nilai parameter populasi, sedangkan metode DWLS apabila ukuran sampel diperbesar maka nilai penduga akan cenderung sama. Oleh sebab itu metode estimasi DWLS memiliki sifat penduga yang konsisten. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan digunakan metode DWLS untuk melihat estimasi parameter pada pemodelan persamaan struktural dengan menggunakan data hasil survei kuisisioner kepuasan nasabah pada PT. Bank BCA Cabang Medan mahasiswa FE USU 2012.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui estimasi parameter metode *Diagonally Weighted Least Squares* (DWLS) pada pemodelan persamaan struktural dari data hasil survei kuisisioner kepuasan nasabah pada PT. Bank BCA Cabang Medan mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara Tahun 2012.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan mengenai metode *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS) serta *software* LISREL 9.30.
2. Mengetahui estimasi parameter metode *Diagonally Weighted Least Squares* (DWLS) pada pemodelan persamaan struktural dari data hasil survei kuisisioner kepuasan nasabah pada PT. Bank BCA Cabang Medan mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara Tahun 2012.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Structural Equation Modeling* (SEM)

Model persamaan struktural (*Structural Equation Modeling*) adalah generasi kedua teknik analisis multivariat yang memungkinkan peneliti menguji hubungan antar variabel yang kompleks baik *recursive* maupun *non-recursive* untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai keseluruhan model. SEM dapat menguji secara bersama-sama :

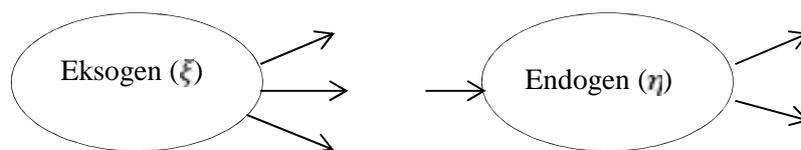
1. Model struktural : hubungan antara konstruk independen dengan dependen.
2. Model *measurement* : hubungan (nilai *loading*) antara indikator dengan konstruk (Ghozali & Fuad, 2008).

SEM dilakukan untuk menganalisis serangkaian hubungan secara simultan sehingga memberikan efisiensi secara statistik. Pendugaan atas persamaan regresi yang berbeda tetapi terkait satu sama lain secara bersama-sama dilakukan dengan model struktural dalam SEM (Hair *et al.*, 2007). Dari segi metodologi, SEM memiliki beberapa peranan, di antaranya sebagai sistem persamaan simultan, analisis kausal linear, analisis lintasan (*path analysis*), analisis struktur kovarians, dan model persamaan struktural (Wijanto, 2008).

2.2 Variabel dalam Model Persamaan Struktural

2.2.1 Variabel Laten

Variabel laten merupakan konsep abstrak, sebagai contoh : perilaku orang, sikap, perasaan, dan motivasi. Variabel laten hanya dapat diamati secara tidak langsung dan tidak sempurna melalui efeknya pada variabel teramati. SEM mempunyai 2 jenis variabel laten yaitu eksogen dan endogen. Variabel eksogen selalu muncul sebagai variabel bebas pada semua persamaan yang ada dalam model. Sedangkan variabel endogen merupakan variabel terikat pada paling sedikit satu persamaan dalam model. Notasi matematik dari variabel laten eksogen adalah huruf Yunani (“ksi”) dan variabel laten endogen ditandai dengan huruf Yunani (“eta”). Variabel laten eksogen digambarkan sebagai lingkaran dengan semua anak panah menuju keluar. Variabel laten endogen digambarkan sebagai lingkaran dengan paling sedikit ada satu anak panah masuk ke lingkaran tersebut, meskipun anak panah yang lain menuju ke luar dari lingkaran.



Gambar 1. Variabel Laten Eksogen dan Endogen

2.2.2 Variabel Indikator

Variabel teramati atau terukur adalah variabel yang dapat diamati atau dapat diukur secara empiris dan sering disebut indikator. Variabel teramati merupakan efek atau ukuran dari variabel laten. Variabel teramati yang berkaitan atau merupakan efek dari variabel laten eksogen () diberi notasi matematik dengan label X, sedangkan yang berkaitan dengan variabel laten endogen () diberi label Y. Simbol diagram lintasan dari variabel teramati adalah bujur sangkar/kotak atau persegi panjang. Pemberian nama variabel teramati pada diagram lintasan bisa mengikuti notasi matematikanya atau nama/kode dari pertanyaan-pertanyaan pada kuisioner (Wijanto, 2008).



Gambar 2. Variabel Indikator

2.3 Model dalam Model Persamaan Struktural

2.3.1 Model Struktural

Menurut Wijanto (2008), model struktural menggambarkan hubungan-hubungan yang ada di antara variabel-variabel laten. Sebuah hubungan di antara variabel-variabel laten serupa dengan sebuah *persamaan regresi linier* di antara variabel-variabel laten tersebut. Beberapa persamaan regresi linier tersebut membentuk sebuah *persamaan simultan* variabel-variabel laten. Parameter yang menunjukkan regresi variabel laten eksogen diberi label dengan huruf Yunani (“gamma”),

sedangkan untuk regresi variabel laten endogen diberi label dengan huruf Yunani (“beta”), dan matriks kovarians variabel-variabel laten eksogen diberi label dengan huruf Yunani (“phi”).

Model variabel laten adalah :

$$\eta_l = \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 + \gamma_{13}\xi_3 + \zeta_l \quad (2.1)$$

Dari persamaan (2.1) dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$[\eta_1] = [\gamma_{11} \quad \gamma_{12} \quad \gamma_{13}] \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{bmatrix} + [\zeta_1] \quad (2.2)$$

Dapat ditulis :

$$\eta_j = \Gamma_j \xi_b + \zeta_j \quad (2.3)$$

Dimana:

- Variabel

η (eta): (berukuran $m \times 1$) variabel laten endogen

ξ (ksi): (berukuran $n \times 1$) variabel laten eksogen

ζ (zeta): (berukuran $m \times 1$) galat laten di persamaan

- Konstanta

B (beta): matriks (berukuran $m \times m$) koefisien variabel laten endogen

Γ (gamma): matriks (berukuran $m \times n$) koefisien variabel laten eksogen

Dengan asumsi:

$E(\eta) = \mathbf{0}$, $E(\xi) = \mathbf{0}$, $E(\zeta) = \mathbf{0}$; ζ tidak berkorelasi dengan ξ ; $(\mathbf{I} - \mathbf{B})$ nonsingular.

2.3.2 Model Pengukuran

Menurut Wijanto (2008), dalam SEM, setiap variabel laten biasanya mempunyai beberapa ukuran atau variabel teramati atau indikator. Pengguna SEM paling sering menghubungkan variabel laten dengan variabel-variabel teramati melalui model pengukuran yang berbentuk analisis faktor dan banyak digunakan di psikometri dan sosiometri. Variabel laten dimodelkan sebagai sebuah faktor yang mendasari variabel-variabel teramati yang terkait.

Muatan-muatan faktor atau *factor loadings* yang menghubungkan variabel laten dengan variabel-variabel teramati diberi label dengan huruf Yunani (λ “lambda”). SEM mempunyai dua matrik lambda yang berbeda, yaitu satu matrik pada sisi X dan matrik lainnya pada sisi Y. Notasi λ_x pada sisi X adalah λ_x (lambda X) sedangkan pada sisi Y adalah λ_y (lambda Y).

Model pengukuran adalah :

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \lambda_{11} \xi_1 + \delta_1 & x_6 &= \lambda_{62} \xi_2 + \delta_6 \\
 x_2 &= \lambda_{21} \xi_1 + \delta_2 & x_7 &= \lambda_{72} \xi_2 + \delta_7 \\
 x_3 &= \lambda_{31} \xi_1 + \delta_3 & x_8 &= \lambda_{83} \xi_3 + \delta_8 \\
 x_4 &= \lambda_{41} \xi_1 + \delta_4 & x_9 &= \lambda_{93} \xi_3 + \delta_9 \\
 x_5 &= \lambda_{52} \xi_2 + \delta_5
 \end{aligned}
 \tag{2.4}$$

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \lambda_{11} \eta_1 + \varepsilon_1 \\
 y_2 &= \lambda_{21} \eta_1 + \varepsilon_2 \\
 y_3 &= \lambda_{31} \eta_1 + \varepsilon_3
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Persamaan model pengukuran dalam bentuk matriks dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X = \Lambda_x \xi + \delta \quad (2.6)$$

$$Y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2.7)$$

Dalam bentuk matriks yaitu sebagai berikut:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \end{bmatrix}, \quad \Lambda_x = \begin{bmatrix} \lambda_{x_1} & 0 & 0 \\ \lambda_{x_2} & 0 & 0 \\ \lambda_{x_3} & 0 & 0 \\ \lambda_{x_4} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{x_5} & 0 \\ 0 & \lambda_{x_6} & 0 \\ 0 & \lambda_{x_7} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{x_8} \\ 0 & 0 & \lambda_{x_9} \end{bmatrix}, \quad \xi = \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{bmatrix}, \quad \delta = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \\ \delta_9 \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}, \quad \Lambda_y = \begin{bmatrix} \lambda_{y_1} \\ \lambda_{y_2} \\ \lambda_{y_3} \end{bmatrix}, \quad \eta = [\eta_1], \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Dimana :

- Variabel

x : (berukuran $q \times 1$) indikator variabel laten eksogen dari

y : (berukuran $p \times 1$) indikator variabel laten endogen dari

δ : (berukuran $q \times 1$) galat pengukuran dari x

ε : (berukuran $p \times 1$) galat pengukuran dari y

- Konstanta

Λ_x : (berukuran $q \times n$) matriks koefisien dengan x dan

Λ_y : (berukuran $p \times m$) matriks koefisien dengan y dan η

Dengan asumsi:

$E(\eta) = \mathbf{0}$, $E(\delta) = \mathbf{0}$, $E(\varepsilon) = \mathbf{0}$, $E(\xi) = \mathbf{0}$; ε tidak berkorelasi dengan η , δ , dan ξ ;

δ tidak berkorelasi dengan η , ε , dan ξ .

2.4 Galat dalam Model Persamaan Struktural

2.4.1 Galat Struktural

Pada umumnya pengguna SEM tidak berharap bahwa variabel bebas dapat memprediksi secara sempurna variabel terikat, sehingga dalam suatu model biasanya ditambahkan komponen kesalahan struktural. Kesalahan struktural ini diberi label dengan huruf Yunani ζ (“zeta”). Untuk memperoleh estimasi parameter yang konsisten, kesalahan struktural diasumsikan tidak berkorelasi dengan variabel-variabel eksogen dari model. Meskipun demikian, kesalahan struktural bisa dimodelkan berkorelasi dengan kesalahan struktural yang lain (Wijanto, 2008).

2.4.2 Galat Pengukuran

Menurut Wijanto (2008), dalam SEM indikator-indikator atau variabel-variabel teramati tidak dapat secara sempurna mengukur variabel laten terkait. Untuk memodelkan ketidaksempurnaan ini dilakukan penambahan komponen yang mewakili kesalahan pengukuran ke dalam SEM. Komponen kesalahan pengukuran yang berkaitan dengan variabel teramati X diberi label dengan huruf Yunani δ (“delta”), sedangkan yang berkaitan dengan variabel Y diberi label dengan huruf Yunani ϵ (“epsilon”). Matriks kovarians dari δ diberi tanda dengan huruf Yunani Θ_{δ} (“theta delta”). Hal yang sama berlaku untuk kesalahan pengukuran ϵ yang matrik kovariannya adalah Θ_{ϵ} (“theta epsilon”).

2.5 Uji Validitas

Menurut Arikunto (2006), validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan suatu kuisisioner. Suatu kuisisioner yang kurang valid berarti validitasnya rendah. Rumus yang digunakan adalah yang dikemukakan oleh Pearson yang dikenal rumus Korelasi Pearson yaitu sebagai berikut :

$$r_x = \frac{\sum X}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (2.10)$$

dengan:

r_x : Koefisien korelasi Pearson

N : Jumlah subjek uji coba

$\sum X$: Jumlah skor butir

$\sum Y$: Skor total

Selanjutnya angka korelasi yang diperoleh dibandingkan dengan angka kritik tabel korelasi nilai r_{α} . Apabila r hitung nilainya di atas angka taraf nyata 5% maka pernyataan tersebut valid, dan sebaliknya apabila r hitung nilainya di bawah angka taraf nyata 5% maka pernyataan tersebut tidak valid. Apabila suatu kuisisioner tidak valid maka sebaiknya pertanyaan tersebut tidak digunakan, ini dalam asumsi hanya beberapa pertanyaan dalam kuisisioner yang tidak valid, misalkan satu atau dua dari sekian pertanyaan. Jika kuisisioner yang tidak valid sebanyak lebih dari 50% maka lebih baik di *review* ulang pertanyaan-pertanyaan dalam kuisisioner.

2.6 Uji Reabilitas

Menurut Arikunto (2006), reliabilitas menunjuk pada pengertian bahwa suatu kuisioner cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data tersebut sudah baik. Dalam pengujian untuk mencari reliabilitas instrumen yang skornya bukan 1 dan 0.

$$r_1 = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2.11)$$

dengan :

- r_1 : Reliabilitas kuisioner
- k : Banyaknya butir pertanyaan
- σ_b^2 : Jumlah varian butir
- σ_t^2 : Varian total

Apabila nilai r_1 ini dikonsultasikan dengan $r_{pearson}$, dapat diketahui bahwa lebih kecil dari r_t yang ada. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kuisioner tersebut tidak reliabel. Dalam pengujian reliabilitas peneliti menggunakan *software* SPSS dengan melihat nilai *Cronbach's Alpha* lebih dari 0,6 maka butir pertanyaan dapat dikatakan reliabel.

2.7 Metode Estimasi *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS)

Estimasi terhadap model digunakan untuk memperoleh nilai dari parameter-parameter yang ada didalam model. Dalam model persamaan struktural estimasi parameter digunakan untuk memperoleh dugaan dari setiap parameter yang dispesifikasikan dalam model yang membentuk matriks $\Sigma(\theta)$ sedemikian sehingga nilai parameter sedekat mungkin dengan nilai yang ada dalam matriks \mathbf{S} (matriks kovarian sampel dari peubah teramati). Matriks kovarian sampel (\mathbf{S}) digunakan untuk mewakili matriks kovarian populasi (Σ) karena matriks kovarian populasi tidak diketahui (Wijanto, 2008).

Menurut Bollen (1989), beberapa karakteristik dari $F(\mathbf{S} - \Sigma(\theta))$ sebagai berikut:

1. $F(\mathbf{S} - \Sigma(\theta))$ adalah scalar
2. $F(\mathbf{S} - \Sigma(\theta)) \geq 0$
3. $F(\mathbf{S} - \Sigma(\theta)) = 0$, jika dan hanya jika $\Sigma(\theta) = \mathbf{S}$
4. $F(\mathbf{S} - \Sigma(\theta))$ adalah kontinu dalam \mathbf{S} dan $\Sigma(\theta)$

Metode *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS) atau metode kuadrat terkecil terboboti diagonal diperoleh dengan mengimplementasikan atau menggunakan diagonal bobot matrik \mathbf{W} dari penduga WLS dengan meminimumkan fungsi :

$$\mathbf{F}_{\text{DWLS}}(\theta) = (\mathbf{S} - \Sigma)^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{W})^{-1} (\mathbf{S} - \Sigma) \quad (2.12)$$

Dimana \mathbf{S}^T adalah vektor yang memuat unsur-unsur segitiga bawah serta diagonal matriks kovarian \mathbf{S} sebagai penduga parameter. Sedangkan \mathbf{T} adalah vektor yang

memuat unsur-unsur segitiga bawah serta diagonal matriks koragam model yang diduga. Matriks \mathbf{S} dan merupakan matriks simetris dan definit positif. \mathbf{W}^{-1} adalah invers dari matriks pembobot \mathbf{W} bagi matriks galat yang merupakan matriks varian asimtotik yang elemennya dituliskan $W_{ii,kk}$ (Joreskog, 1996).

Metode DWLS adalah penduga yang konsisten. Menurut Joreskog dan Sorbom (1998) DWLS dapat menjadi kurang stabil apabila dipakai untuk model yang besar dan sampel yang kecil. Kelemahan metode ini adalah jumlah variabel dalam model harus sedikit (kurang dari 20 variabel). Bahkan beberapa penelitian simulasi menganjurkan penggunaan ukuran sampel sebesar 5000 agar metode DWLS ini dapat menghasilkan estimasi menggunakan DWLS lebih besar dibandingkan dengan metode ML. Dalam hal asumsi ragam galat homogenya tidak dipenuhi, salah satu metode alternative yang dapat dicoba adalah metode kuadrat terkecil terboboti diagonal (*Diagonally Weighted Least Square*).

Untuk memperoleh penduga kuadrat terkecil terboboti dari , mula-mula model regresi dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} + \mathbf{e} \quad (2.13)$$

Dimana :

$$E(\mathbf{e}) = \mathbf{0}, \text{Var}(\mathbf{e}) = \sigma^2 \mathbf{I} \text{ dan } \mathbf{e} \sim N(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I})$$

Misalkan bahwa:

$$V^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sigma_{\epsilon_1}^2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sigma_{\epsilon_2}^2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{\sigma_{\epsilon_n}^2} \end{bmatrix} \text{ dan } \boldsymbol{\epsilon} = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Matriks V^{-1} berupa matriks diagonal yang berelemenkan nilai-nilai pembobot,

yaitu $\frac{1}{\sigma_{\epsilon_i}^2} = w_i$, matriks ini disebut matriks pembobot. Misalkan bahwa :

$$\mathbf{f} = V^{-1}\boldsymbol{\epsilon}, \text{ sehingga } \mathbf{E}(\mathbf{f}) = \mathbf{0}$$

Akan ditunjukkan bahwa $\mathbf{E}(\mathbf{f}\mathbf{f}^T) = \text{Var } \mathbf{E}(\mathbf{f}) = \sigma^2 \mathbf{I}$

Bukti :

$\text{Var}(\mathbf{f}) = (\mathbf{f}\mathbf{f}^T) = \mathbf{E}(V^{-1}\boldsymbol{\epsilon}\boldsymbol{\epsilon}^T V^{-1})$, karena $\mathbf{E}(V^{-1}) = V^{-1}$

$$= V^{-1} \mathbf{E}(\boldsymbol{\epsilon}\boldsymbol{\epsilon}^T) V^{-1}$$

$$= V^{-1} V^1 V^1 \sigma^2 V^{-1}$$

$$= V^{-1} V^1 V^{-1} V^1 \sigma^2$$

$$= \mathbf{I} \sigma^2$$

(2.15)

Jadi, jika kita menggandakan persamaan $\mathbf{Y} = \mathbf{X} + \boldsymbol{\epsilon}$ dengan V^{-1} kita akan

memperoleh sebuah model baru

$$V^{-1}\mathbf{Y} = V^{-1}\mathbf{X} + V^{-1}\boldsymbol{\epsilon}$$

dimisalkan,

$$V^{-1}\mathbf{Y} = \mathbf{Z}$$

$$V^{-1}\mathbf{X} = \mathbf{Q}$$

$$V^{-1}\boldsymbol{\epsilon} = \mathbf{f}$$

sehingga diperoleh,

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Q} + \mathbf{f}$$

Dari persamaan $\mathbf{Z} = \mathbf{Q} + \mathbf{f}$ diperoleh bentuk persamaan

$$\mathbf{f} = \mathbf{Z} - \mathbf{Q}$$

Dengan jumlah kuadrat sisanya adalah

$$\begin{aligned} \mathbf{f}^T \mathbf{f} &= \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{d} \quad \mathbf{V}^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})^T \mathbf{d} \quad \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})^T (\mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} - \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= (\mathbf{Y}^T - \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T) (\mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} - \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} - \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} + \\ &\quad \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} - \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} + \\ &\quad \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} - 2\hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} + \\ &\quad \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Karena $\hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y}$ adalah suatu skalar, bentuk itu sama dengan transposenya $\mathbf{Y}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Untuk memperoleh penduga sehingga jumlah kuadrat sisa sekecil mungkin, kita diferensialkan $\mathbf{f}^T \mathbf{f}$ terhadap $\hat{\boldsymbol{\beta}}$, maka kita peroleh persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\delta \mathbf{f}^T \mathbf{f}}{\delta \hat{\boldsymbol{\beta}}} = 2\mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} - 2\mathbf{X}^T \mathbf{d} \quad (\mathbf{V}^{-1})\mathbf{Y} \quad (2.17)$$

dengan meminimumkan $\frac{\partial f'f}{\partial \beta} = 0$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 2 X^T d \quad (V^{-1})X\hat{\beta} &= 2X^T d \quad (V^{-1})Y \\ X^T d \quad (V^{-1})X\hat{\beta} &= X^T d \quad (V^{-1})Y \\ (X^T d \quad (V^{-1})X)^{-1} X^T d \quad (V^{-1})X &= (X^T d \quad (V^{-1})X)^{-1} X^T d \quad (V^{-1})Y \\ \hat{\beta} &= (X^T d \quad (V^{-1})X)^{-1} X^T d \quad (V^{-1})Y \quad (2.18) \end{aligned}$$

$\hat{\beta}$ adalah penduga tak bias dari β , dengan $E(\epsilon) = 0$.

$$\begin{aligned} E(\hat{\beta}) &= (X^T d \quad (V^{-1})X)^{-1} X^T d \quad (V^{-1})Y \\ E(\hat{\beta}) &= (X^T d \quad (V^{-1})X)^{-1} X^T d \quad (V^{-1})(X + \epsilon) \\ E(\hat{\beta}) &= (X^T d \quad (V^{-1})X)^{-1} X^T d \quad (V^{-1})X \\ E(\hat{\beta}) &= \beta \end{aligned}$$

$\hat{\beta}$ adalah penduga tak bias dari β , dengan $E(\epsilon) = 0$.

Kriteria suatu penduga yang baik juga bersifat konsisten. Suatu penduga dikatakan konsisten apabila jumlah kuadrat galatnya mendekati nol jika ukuran contoh mendekati tak terhingga. Jadi ukuran sampel yang besar cenderung memberikan penduga titik yang lebih baik dibanding ukuran sampel kecil. Secara rumus dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E(\hat{\beta} - \beta)^2 \rightarrow 0 \quad \text{jika } n \rightarrow \infty$$

Jadi jika ukuran sampel meningkat maka statistik sampel akan semakin mendekati parameter populasinya. Atau jika n (jumlah sampel) membesar maka s (standar deviasi) mengecil, dan jika $n = \infty$ maka $s = 0$ (Hasan, 2001).

2.8 Metode *Newton-Raphson*

Menurut Metode *Newton-Raphson* adalah metode pendekatan yang menggunakan satu titik awal dan mendekatinya dengan memperhatikan slope atau gradien pada titik tersebut. Misalkan terdapat bentuk implisit dari $\frac{\partial L}{\partial \theta_k} = 0$ dengan $k = 1, 2, \dots, p$, maka iterasi *Newton-Raphson* adalah sebagai berikut:

$$\theta^{i+1} = \theta^i - (J(\theta^i))^{-1} f(\theta^i), \quad n = 0, 1, \dots, q. \quad (2.19)$$

dengan $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p)$ maka,

$$g(\theta) = \left(\frac{\partial L}{\partial \theta_1}, \frac{\partial L}{\partial \theta_2}, \dots, \frac{\partial L}{\partial \theta_p} \right)^T \quad (2.20)$$

$$J(\theta) = \left[\frac{\partial^2 L}{\partial \theta_k \partial \theta_m} \right]; \quad k, m = 1, 2, \dots, p. \quad (2.21)$$

dimana,

θ^{n+1} : vektor berukuran $p \times 1$ pada iterasi ke $n + 1$.

$J(\theta^n)$: matriks jacobian pada saat θ^n

$g(\theta^n)$: vektor $p \times 1$ dari fungsi turunan pertama logaritma natural $L(\theta; t)$.

2.9 Jenis - Jenis Matriks

Sebuah matriks adalah susunan segi empat siku-siku dari bilangan-bilangan. Bilangan-bilangan dalam susunan tersebut dinamakan entri dalam matriks (Anton, 1987). Berikut merupakan beberapa jenis matriks :

a. Matriks Diagonal

Matriks Diagonal adalah matriks bujur sangkar yang semua elemen-elemen penyusun selain diagonal utamanya bernilai nol.

b. Matriks Identitas

Matriks Identitas adalah matriks diagonal yang elemen-elemen di diagonal utama bernilai satu.

c. Matriks Simetri

Suatu matriks bujur sangkar \mathbf{A} disebut simetris jika $\mathbf{A}=\mathbf{A}^T$.

d. Invers Matriks

Jika \mathbf{A} adalah matriks bujur sangkar, dan jika sebuah matriks \mathbf{B} yang berukuran sama bisa didapat sedemikian sehingga $\mathbf{AB}=\mathbf{BA}=\mathbf{I}$, maka \mathbf{A} disebut bisa dibalik \mathbf{B} disebut invers dari \mathbf{A} .

e. Determinan Matriks $n \times n$

Determinan dari matriks $\mathbf{A}_{n \times n}$ dapat diperoleh dengan cara mengalikan unsur-unsur pada sembarang baris (atau kolom) dengan kofaktornya lalu menjumlahkan hasil kali yang didapatkan, determinan \mathbf{A} atau $|\mathbf{A}|$ dapat ditulis dalam bentuk persamaan :

$$|\mathbf{A}| = \sum_{j=1}^n a_{ij} A_{ij} \text{ untuk tiap baris } i=1, 2, \dots, n \quad (2.22)$$

dengan a_{ij} = elemen matriks baris ke- i kolom ke- j dan A_{ij} = kofaktor dari a_{ij} .

f. Transpose Matriks

Transpose matriks berarti mengubah matriks tersebut menjadi sebuah matriks baru dengan cara saling menukarkan posisi unsur-unsur baris dan unsur-unsur kolomnya. Transpose matriks \mathbf{A} dilambangkan dengan \mathbf{A}^T .

2.10 Uji Kecocokan Model

Menurut Wijanto (2008), ukuran kesesuaian model merupakan tahap dalam menentukan derajat kecocokan diterima atau tidak diterimanya suatu model. Untuk menguji keseluruhan model dapat dilihat melalui *Goodness of fit* (derajat kesesuaian) dan signifikansi koefisien pada model pengukuran dan model struktural.

Menurut Hair *et al.* (1998), evaluasi terhadap tingkat kecocokan data dengan model dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu kecocokan keseluruhan model (*overall model fit*), kecocokan model pengukuran (*measurement model fit*), dan kecocokan model struktural (*structural model fit*).

2.10.1 Kecocokan Keseluruhan Model

Menurut Hair *et al.* (1998), pengelompokan GOF dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *absolute fit measures* (ukuran kecocokan absolut), *incremental fit measures* (ukuran kecocokan inkremental) dan *parsimonious fit measures* (ukuran kecocokan parsimoni). Di bawah ini, kita uraikan pengelompokan GOF dan anggota kelompoknya.

1. Uji Kecocokan Absolut

Ukuran kecocokan absolut menentukan derajat prediksi model keseluruhan (model struktural dan pengukuran) terhadap matrik korelasi dan kovarian. Dari

berbagai ukuran kecocokan absolut, ukuran-ukuran yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi SEM ialah:

a) *Chi-Square* (χ^2)

Statistik pertama dan satu-satunya uji statistik dalam GOF adalah χ^2 . Chi-Square digunakan untuk menguji seberapa dekat kecocokan antara matrik kovarian sampel S dengan matrik kovarian model $\Sigma(\theta)$. Uji statistik χ^2 adalah:

$$\chi^2 = (n - 1)F(S, \Sigma(\theta)) \quad (2.23)$$

Peneliti berusaha memperoleh nilai χ^2 yang rendah yang menghasilkan *significance level* lebih besar atau sama dengan 0.05 ($p \geq 0.05$). Hal ini menandakan bahwa hipotesis nol diterima dan matrik input yang diprediksi dengan yang sebenarnya tidak berbeda secara statistik. Meskipun demikian, jika χ^2 besar dan *significance level* lebih kecil dari 0.05 ($p \leq 0.05$) yang berarti hipotesis nol ditolak, kita tidak serta merta menyatakan bahwa matrik input yang diprediksi tidak sama dengan matrik input sebenarnya.

b) *Non-Centrality Parameter* (NCP)

NCP merupakan ukuran perbedaan antara dengan () yang bisa dihitung dengan rumus:

$$NCP = 2 - df \quad (2.24)$$

dimana df adalah *degree of freedom*.

Seperti χ^2 , NCP juga merupakan ukuran *badness of fit* dimana semakin besar perbedaan antara dengan () semakin besar nilai NCP. Jadi, kita perlu mencari NCP yang nilainya kecil atau rendah.

c) *Goodness of-Fit Index* (GFI)

GFI dapat diklasifikasikan sebagai ukuran kecocokan absolut, karena pada dasarnya GFI membandingkan model yang dihipotesiskan dengan tidak ada model sama sekali ((0)). Rumus dari GFI adalah sebagai berikut:

$$G = 1 - \frac{F}{F_0} \quad (2.25)$$

dimana:

F : Nilai minimum dari F untuk model yang dihipotesiskan

F_0 : Nilai minimum dari F, ketika tidak ada model yang dihipotesiskan

Nilai GFI berkisar antara 0 (*poor fit*) sampai 1 (*perfect fit*), dan nilai $GFI \geq 0.90$ merupakan *good fit* (kecocokan yang baik), sedangkan $0.80 \leq GFI \leq 0.90$ sering disebut sebagai *marginal fit*.

d) *Root Mean Square Error of Apporoximation* (RMSEA)

Meskipun ukuran model fit ini telah lama diperkenalkan oleh Steiger dan Lind pada tahun 1980, tetapi baru akhir-akhir ini saja para penulis statistik sadar bahwa RMSEA ini merupakan indikator model fit yang paling informatif. RMSEA ini mengukur penyimpangan nilai parameter pada suatu model dengan matriks kovarians populasinya (Browne dan Cudeck, 1993).

Rumus perhitungan RMSEA adalah sebagai berikut:

$$R = \sqrt{\frac{\hat{F}_0}{a}} \quad (2.26)$$

dimana :

$$\hat{F}_0 = M \left\{ \hat{F} - \frac{a}{n-1}, 0 \right\}$$

Nilai RMSEA ≤ 0.05 menandakan *close fit*, sedangkan $0.05 < \text{RMSEA} \leq 0.08$ menunjukkan *good fit* (Browne dan Cudeck, 1993). Sedangkan nilai RMSEA antara 0.08 sampai 0.1 menunjukkan *marginal fit*, serta nilai RMSEA > 0.1 menunjukkan *poor fit* (McCallum, 1996).

2. Uji Kecocokan Inkremental

Ukuran kecocokan inkremental membandingkan model yang diusulkan dengan model dasar yang sering disebut sebagai *null model* atau *independence model*. Model dasar atau null model ini adalah model di mana semua variabel di dalam model bebas satu sama lain (atau semua korelasi diantara variabel adalah nol) dan paling dibatasi (Byrne, 1998).

Dari berbagai ukuran kecocokan inkremental, ukuran yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi SEM ialah *Adjusted Goodness of-Fit Index* (AGFI). AGFI adalah perluasan dari GFI yang disesuaikan dengan rasio antara *degree of freedom* dari *null/independence/baseline* model dengan *degree of freedom* dari model yang dihipotesiskan atau diestimasi (Joreskog dan Sorbom, 1989). AGFI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$A = 1 - \frac{d_v}{d_n} (1 - G)$$

$$= 1 - \frac{P}{d_n} (1 - G) \quad (2.27)$$

dimana :

d_0 = *degree of freedom* dari tidak ada model = p

P = jumlah varian dan kovarian dari variabel teramati

d_n = *degree of freedom* dari model yang dihipotesiskan

Seperti halnya GFI, nilai AGFI berkisar antara 0 sampai 1 dan nilai AGFI 0,90 dapat dikatakan *good fit*. Sedangkan 0,80 < GFI < 0,90 sering disebut sebagai *marginal fit*.

3. Uji Kecocokan Parsimoni

Ukuran kecocokan parsimoni mengaitkan GOF model dengan jumlah parameter yang diestimasi, yakni yang diperlukan untuk mencapai kecocokan pada tingkat tersebut. Dalam hal ini, parsimoni dapat didefinisikan sebagai memperoleh *degree of fit* (derajat kecocokan) setinggi-tingginya untuk setiap *degree of freedom*. Dengan demikian, parsimoni yang tinggi yang lebih baik. Dari berbagai ukuran kecocokan parsimoni, ukuran-ukuran yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi SEM ialah *Parsimonious Normed Fit Index* (PNFI). PNFI didefinisikan sebagai berikut (James dkk., 1982):

$$P = \frac{d_n}{d_0} \times N \quad (2.28)$$

dimana :

d_n = *degree of freedom* dari model yang dihipotesiskan

d_0 = *degree of freedom* dari *null/independence* model

Nilai PNFI yang lebih tinggi lebih baik. PNFI digunakan untuk membandingkan model-model alternatif, dan tidak ada rekomendasi tingkat kecocokan yang dapat diterima. Meskipun demikian ketika membandingkan 2 model, perbedaan nilai PNFI sebesar 0,06 sampai 0,09 menandakan perbedaan model yang cukup besar (Hair *et al.*, 1998).

2.10.2 Kecocokan Model Pengukuran

Menurut Wijanto (2008), setelah kecocokan model dan data secara keseluruhan baik, selanjutnya adalah evaluasi atau uji kecocokan model pengukuran. Evaluasi ini akan dilakukan setiap konstruk atau model pengukuran (hubungan antara sebuah variabel laten dengan variabel indikator) secara terpisah melalui:

- Evaluasi terhadap validitas (*validity*) dari model pengukuran

Validitas adalah ukuran sampai sejauh mana suatu indikator secara akurat mengukur apa yang seharusnya diukur. Menurut Igbaria *et.al.* pada tahun 1997 sebagaimana dikutip oleh Wijanto (2008), tentang *relative importance and significant of the factor loading of each item*, menyatakan bahwa muatan faktor standar 0,5.

2.10.3 Kecocokan Model Struktural

Menurut Wijanto (2008), evaluasi atau analisis terhadap model struktural mencakup pemeriksaan koefisien-koefisien yang diestimasi.

1. Signifikan parameter

Signifikan parameter yang diestimasi memberikan informasi sangat berguna mengenai hubungan antara variabel-variabel laten. Batas untuk menerima atau menolak suatu hubungan dengan tingkat signifikan 5% adalah 1,96 (mutlak), dimana apabila nilai t terletak antara -1,96 dan 1,96 maka hipotesis harus ditolak sedangkan apabila nilai t lebih besar dari 1,96 dan lebih kecil dari -1,96 harus diterima dengan taraf signifikan 5% yaitu $t > |-1,96|$.

2. Koefisien determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) pada persamaan struktural mengindikasikan jumlah varian pada variabel laten endogen yang dapat dijelaskan secara simultan oleh variabel-variabel eksogen. Semakin tinggi nilai R^2 , maka semakin besar variabel-variabel eksogen menjelaskan variabel endogen sehingga semakin baik persamaan struktural.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2018/2019 dan bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

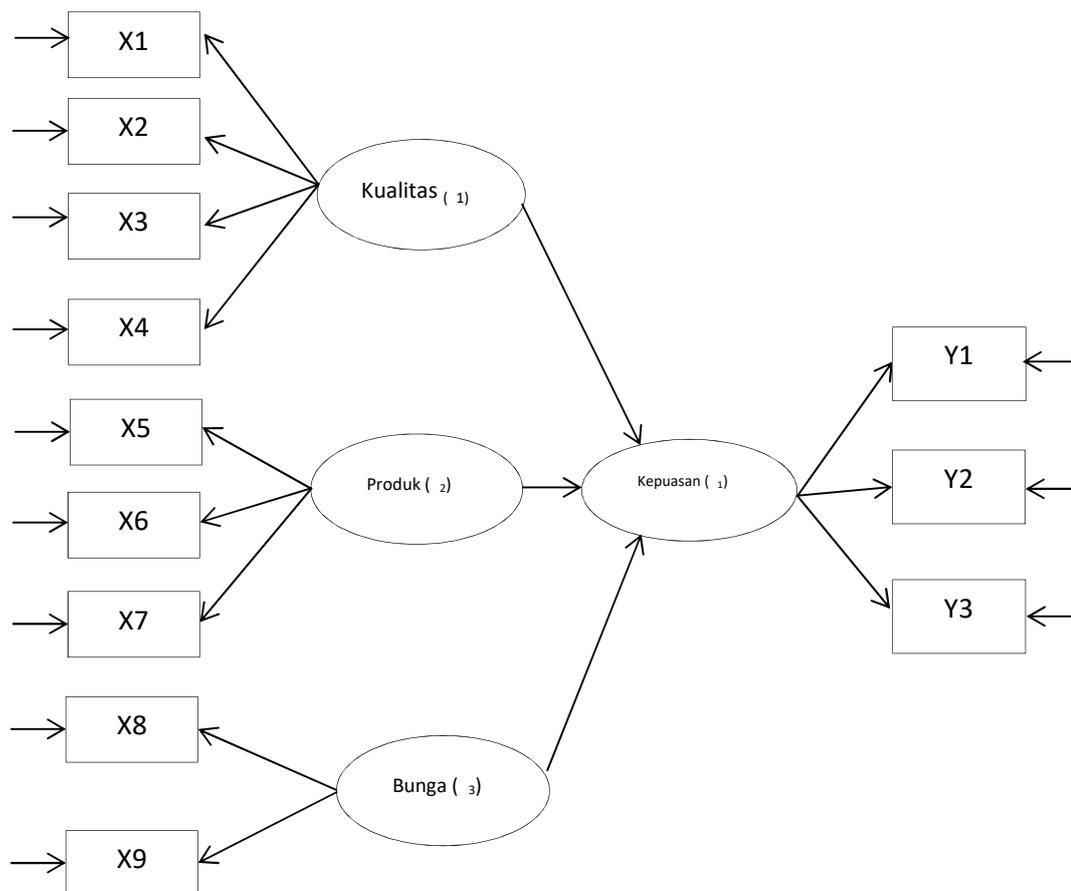
3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari hasil survei kuisisioner kepuasan nasabah pada PT. Bank BCA Cabang Medan mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara Tahun 2012 dengan sampel observasi berjumlah 100, 12 variabel indikator dan 4 variabel laten. Seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Konstruk	Indikator	Variabel	No. Butir
Kualitas (ξ_1)	Tangible ($X_{1.1}$)		
	Penampilan karyawan bank selalu rapi	X1	1
	Semua jenis formulir yang diperlukan selalu tersedia dan nasabah tidak pernah mengalami kesulitan dalam mengisi formulir	X2	2
	Ruang tunggu bank bersih dan nyaman	X3	3
	Assurance ($X_{1.2}$)		
	Nasabah merasa aman melakukan transaksi dengan bank dan transaksi melalui ATM	X4	4
Produk (ξ_2)	Produk yang ditawarkan BCA Memiliki kinerja dan tahan lama	X5	5
	Produk Bank BCA memiliki keistimewaan lebih dibandingkan bank lain	X6	6
	Produk Bank BCA memiliki kualitas yang sesuai dengan spesifikasi bank	X7	7
Tingkat Suku Bunga (ξ_3)	Besarnya suku bunga tergantung jangka waktu deposito	X8	8
	Besarnya suku bunga tergantung nominal deposito	X9	9
Kepuasan (η_1)	Nasabah mendapat pelayanan yang cepat dan memuaskan	Y2	2
	Nasabah mendapat pelayanan yang sopan dan ramah dari karyawan	Y3	3
	Nasabah senang menggunakan jasa dan produk dari bank	Y4	4

Merujuk teori dan hasil penelitian yang relevan, terdapat hubungan langsung dan tidak langsung antar sesama variabel laten sehingga dapat dirancang kerangka pemikiran seperti terlihat dalam diagram jalur pada konseptual di bawah ini:



Gambar 3. Model persamaan struktural kepuasan nasabah BCA

3.3 Metode Penelitian

Dengan menggunakan *software Lisrel 9.30*, langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menginput data kuisisioner kepuasan nasabah pada PT. Bank BCA Cabang Medan mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara Tahun 2012.
2. Pengujian validitas dan reabilitas pada data kuisisioner.

3. Spesifikasi Model dengan merancang model struktural dan model pengukuran
Penelitian ini terdiri dari 4 variabel laten, dengan 3 variabel laten eksogen yaitu kualitas pelayanan, kualitas produk, dan tingkat suku bunga serta terdapat 1 variabel endogen yaitu kepuasan. Perancangan model struktural didasarkan pada hipotesis penelitian. Terdapat 12 indikator yang bersifat reflektif dengan 4 variabel indikator (X) dari variabel laten kualitas dan 3 variabel indikator dari variabel laten produk, 2 variabel indikator dari variabel laten tingkat suku bunga serta 3 variabel indikator (Y) dari variabel laten kepuasan.
4. Kontruksi diagram jalur
Mengkontruksi diagram jalur adalah membangun hubungan-hubungan antara variabel laten yaitu ξ_1 , ξ_2 , ξ_3 , dan η_1 . Diagram jalur dibentuk berdasarkan hipotesis pada penelitian.
5. Estimasi parameter dengan metode *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS) menggunakan secara manual dan *software lisrel 9.30* .
6. Mengevaluasi uji kecocokan, dimana uji kecocokan terdiri dari uji kecocokan keseluruhan model berdasarkan *Chi Square*, RMSEA, NCP, GFI, AGFI, dan PNFI, lalu uji kecocokan model pengukuran dan uji kecocokan model struktural.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil analisis pada penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Rumus nilai dugaan parameter dengan metode *Diagonally Weighted Least Squares* (DWLS):

$$\text{a. } \hat{\gamma}_1 = (\xi_1^T d \quad (W^{-1}) \xi_1)^{-1} \xi_1^T d \quad (W^{-1}) \eta_1 - \xi_2^T \hat{\gamma}_1 \quad d \quad (W^{-1}) \\ \xi_1 - \xi_3^T \hat{\gamma}_1 \quad W^{-1} \xi_1$$

$$\text{b. } \hat{\gamma}_1 = (\xi_2^T d \quad (W^{-1}) \xi_2)^{-1} \xi_2^T d \quad (W^{-1}) \eta_1 - \xi_2^T d \quad (W^{-1}) \\ \hat{\gamma}_1 \quad \xi_1 - \xi_3^T \hat{\gamma}_1 \quad d \quad (W^{-1}) \xi_2$$

$$\text{c. } \hat{\gamma}_1 = (\xi_3^T d \quad (W^{-1}) \xi_3)^T \xi_3^T d \quad (W^{-1}) \eta_1 - \xi_3^T d \quad (W^{-1}) \\ \hat{\gamma}_1 \quad \xi_1 - \xi_3^T d \quad (W^{-1}) \hat{\gamma}_1 \quad \xi_2$$

$$\text{d. } \hat{\lambda}_X = (\xi^T d \quad (W^{-1}) \xi)^{-1} (\xi^T d \quad (W^{-1}) X)$$

$$\text{e. } \hat{\lambda}_Y = (\eta^T d \quad (W^{-1}) \eta)^{-1} (\eta^T d \quad (W^{-1}) Y)$$

2. Hasil estimasi parameter dengan metode *Diagonally Weighted Least Squares* (DWLS) pada kuisioner kepuasan nasabah PT. Bank BCA Cabang Medan

Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara Tahun 2012 dengan bantuan *software Lisrel 9.30* adalah sebagai berikut:

- Model Struktural

$$\eta_1 = 0.55 \xi_1 + 0.26 \xi_2 + 0.09 \xi_3 + 0.37$$

- Model Pengukuran

$$X_1 = 0.50 \xi_1 + 0.27 \quad X_7 = 0.51 \xi_2 + 0.08$$

$$X_2 = 0.51 \xi_1 + 0.30 \quad X_8 = 0.49 \xi_3 + 0.14$$

$$X_3 = 0.50 \xi_1 + 0.25 \quad X_9 = 0.57 \xi_3 + 0.04$$

$$X_4 = 0.58 \xi_1 + 0.41 \quad Y_1 = 0.51 \eta_1 + 0.12$$

$$X_5 = 0.46 \xi_2 + 0.31 \quad Y_2 = 0.46 \eta_1 + 0.23$$

$$X_6 = 0.50 \xi_2 + 0.16 \quad Y_3 = 0.40 \eta_1 + 0.26$$

3. Hasil uji kecocokan keseluruhan model dari ketiga kriteria uji kecocokan yaitu uji kecocokan absolut, inkremental dan parsimoni dengan metode *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS) pada sampel 100 ini sudah cukup baik untuk menjelaskan kecocokan antara model dan data.
4. Variabilitas pada kepuasan nasabah (η_1) yang dapat dijelaskan oleh variabilitas kualitas pelayanan (ξ_1), kualitas produk (ξ_2) dan tingkat suku bunga (ξ_3) sebesar 62.6%. Sedangkan sisanya sebesar 37.4% dijelaskan oleh variabel lain di luar yang diteliti.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang ada dalam model dapat diestimasi dengan data sampel, hasil estimasi dapat diuji dengan uji statistik, serta hasil estimasi dapat dibandingkan dengan model lain yang dianggap relevan.
2. Dalam mengatasi model dengan menggunakan metode DWLS dengan menggunakan *Software Lisrel 9.30* menghasilkan model yang cukup baik, sehingga dapat dikembangkan lagi dengan menambah jumlah sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. 1987. *Aljabar Linear Elementer*. Edisi kelima. Erlangga, Jakarta.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Baron, R.M. dan Kenny, D.A. 1986. The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Connsiderations. *Journal of Personality and Social psychology*. **51**(6): 1173-1182.
- Browne, M.W. dan Cudeck, R. 1993. *Alternative ways of assessing model fit. Testing Structural Equation Models*. SAGE Publications, London.
- Byrne, B.M. 2001. *Structural Equation Modeling With Amos: Basic Concepts, Applications, and Programming*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London.
- Ghozali, I. dan Fuad. 2008. *Structural Equation Modeling*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hair, J.F. Jr., Anderson, R.E., Tatham, R.L. dan Black, W.C. 1998. *Multivariate Data Analysis*. 5th Edition. Prentice Hall International Inc., New Jersey.
- Hasan, M.I. 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensif)*. Edisi Kedua. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hidayat, A.A.A. 2010. *Metode Penelitian dan Analisis Data*. Salemba Medika, Jakarta.

- Irianto, A. 2004. *Statistik Konsep Dasar & Aplikasinya*. Kencana, Jakarta.
- James, L.R., Mulaik, S.A. dan Brett, J.M. 1982. *Causal Analysis: Assumptions, Models, and Data*. Sage, Beverly Hills.
- Joreskog, K.G. dan Sorbom, D. 1989. *Lisrel 7: User's Reference Guide*. Scientific Software International, Chicago.
- Joreskog, K.G. dan Sorbom, D. 1996. *LISREL 8: Users Reference Guide*. Scientific Software International In, Chicago.
- Mccallum, R.C. 1996. Power Analysis and Determination of Sample Size for Covariance Structural Modeling. *Psychological Methods*. 1: 130-149.
- Nasution, R. 2012. Pengaruh Kualitas Pelayanan, Kualitas Produk, dan Tingkat Suku Bunga Terhadap Kepuasan Nasabah Pada PT. Bank BCA Cabang Medan. Skripsi. Jurusan Akutansi FE USU, Medan.
- Wijanto, S.H. 2008. *Structural Equation Modeling*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.