

**PENERAPAN METODE PENDUGAAN *WEIGHTED LEAST SQUARE*  
(WLS) PADA *STRUCTURAL EQUATION MODELING*  
(Studi Kasus : Kepuasan Pelanggan Rumah Makan Pelangi  
Bandar Lampung)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Bella Mutiah**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF WEIGHTED LEAST SQUARE (WLS) ESTIMATION METHOD IN STRUCTURAL EQUATION MODELING (Case Study: Customer Satisfaction at Pelangi Restaurant in Bandar Lampung)**

**By**

**BELLA MUTIAH**

Estimation methods in statistics are used to obtain values from parameters in a model. The model that can measure the relationship of variables that cannot be measured directly with variables that can be measured directly is Structural Equation Modeling (SEM). This study aims to determine the value of the parameter estimation of the Weighted Least Square (WLS) method on Structural Equation Modeling using Lisrel 8.8 software and analyze the influence between exogenous latent variables and endogenous latent variables. The data used is primary data from the results of a customer satisfaction survey at Pelangi Restaurant in Bandar Lampung. The results of this study indicate that customer satisfaction is influenced by service quality equal to 43%, food quality equal to 19%, and price quality equal to 27%.

**Keywords:** Estimation method, Weighted Least Square, Structural Equation Modeling.

## **ABSTRAK**

### **PENERAPAN METODE PENDUGAAN *WEIGHTED LEAST SQUARE* (WLS) PADA *STRUCTURAL EQUATION MODELING* (Studi Kasus : Kepuasan Pelanggan Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung)**

**Oleh**

**BELLA MUTIAH**

Metode pendugaan dalam statistika digunakan untuk memperoleh nilai dari parameter dalam suatu model. Model yang dapat mengukur hubungan variabel yang tidak dapat diukur secara langsung dengan variabel yang dapat diukur secara langsung yaitu *Structural Equation Modeling* (SEM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai estimasi parameter metode *Weighted Least Square* (WLS) pada *Structural Equation Modeling* menggunakan *software* Lisrel 8.8 serta menganalisis pengaruh antar variabel laten eksogen dan variabel laten endogen. Data yang digunakan adalah data primer dari hasil survei kepuasan pelanggan di Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepuasan pelanggan dipengaruhi oleh kualitas pelayanan sebesar 43%, kualitas makanan sebesar 19%, dan kualitas harga sebesar 27%.

Kata kunci: Metode pendugaan, *Weighted Least Square*, *Structural Equation Modeling*.

**PENERAPAN METODE PENDUGAAN *WEIGHTED LEAST SQUARE*  
(WLS) PADA *STRUCTURAL EQUATION MODELING*  
(Studi Kasus : Kepuasan Pelanggan Rumah Makan Pelangi  
Bandar Lampung)**

**Oleh**

**Bella Mutiah**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA MATEMATIKA**

**pada**

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

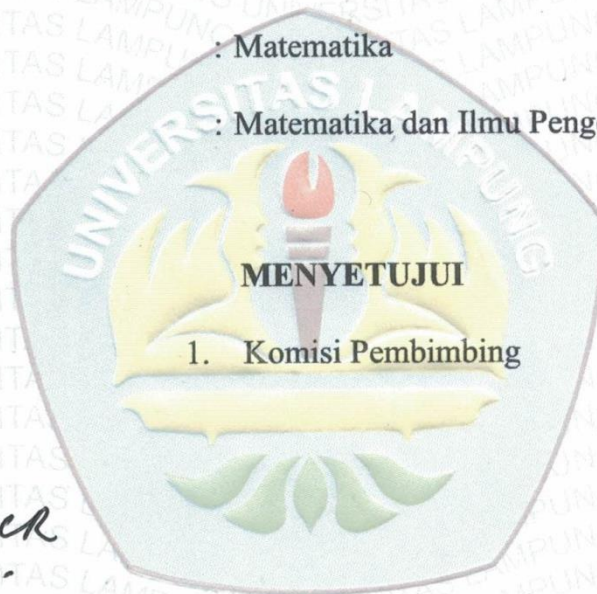
Judul Skripsi : **PENERAPAN METODE PENDUGAAN  
WEIGHTED LEAST SQUARE (WLS) PADA  
STRUCTURAL EQUATION MODELING  
(Studi Kasus : Kepuasan Pelanggan Rumah  
Makan Pelangi Bandar Lampung)**

Nama Mahasiswa : **Bella Mutiah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1717031060**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. **Komisi Pembimbing**

**Drs. Eri Setiawan M.Si.**  
NIP 19581101 198803 1002

**Dr. Fitriani S.Si. M.Sc.**  
NIP 19840627 200604 2001

2. **Ketua Jurusan Matematika**

**Dr. Aang Nuryaman S.Si. M.Si.**  
NIP 19740316 200501 1001



**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : **Dr. Fitriani S.Si. M.Sc.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Widiarti S.Si. M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Satripto Dwi Yuwono, M.T.**  
NIP 19740705 300003 1001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **11 Agustus 2021**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Bella Mutiah**

Nomor pokok mahasiswa : **1717031060**

Jurusan : **Matematika**

Judul skripsi : **Penerapan Metode Pendugaan *Weighted Least Square* (WLS) pada *Structural Equation Modeling* (Studi Kasus : Kepuasan Pelanggan Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung)**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 11 Agustus 2021



**Bella Mutiah**  
**NPM. 1717031060**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Bella Mutiah, anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir di Masgar pada tanggal 27 Maret 1999 dari pasangan Bapak Sunardi dan Ibu Sarjiyem.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Darsa Bakti pada tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 3 Margomulyo pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Natar pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Natar pada tahun 2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Pada awal tahun 2020, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Rejo Binangun, Kecamatan Raman Utara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Kemudian pada pertengahan tahun 2020, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Pengelolaan Pajak dan Retribusi Daerah (BPPRD) Kota Metro.



## **KATA INSPIRASI**

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”*

*(QS. Al-Mujadalah: 11)*

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”*

*(QS. Al-Baqarah:286)*

*“Dan Allah bersama orang-orang yang sabar.”*

*(QS. Al-Anfal: 66)*

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”*

*(QS. Al-Insyirah: 5)*

*“Menuntut ilmu itu wajib atas setiap muslim.”*

*(HR. Ibnu Majah)*

*“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.”*

*(HR. Muslim)*

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'alamin,  
Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya,  
sholawat serta salam selalu tercurah kepada Rasul Allah Muhammad SAW yang  
telah membawa kabar gembira kepada umat manusia.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Orang tua tercinta dan kedua adikku yang senantiasa mendoakan, mendukung  
setiap langkahku, memberi motivasi, semangat dan cinta serta kasih sayang yang  
tiada henti.

Dosen pembimbing dan pembahas yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan  
saran terbaiknya dalam penyelesaian skripsi ini.

Sahabat dan teman-temanku yang senantiasa mendoakan, membantu, mendukung,  
dan memberi semangat selama ini, terimakasih untuk semua kebersamaan dalam  
kebaikan dan cerita indah yang tidak terlupakan.

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Metode Pendugaan *Weighted Least Square* (WLS) pada *Structural Equation Modeling* (Studi Kasus: Kepuasan Pelanggan Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung)”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat yang syafaatnya selalu dinantikan oleh seluruh umat Islam dihari akhir nanti. Dalam proses penyusunan skripsi, banyak pihak yang telah membantu memberikan dukungan, bimbingan, motivasi, dan saran kepada penulis. Oleh karena itu, dengan ketulusan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Eri Setiawan M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi bimbingan, arahan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Fitriani S.Si. M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi bimbingan, arahan, dan saran dalam proses penyusunan skripsi.
3. Ibu Widiarti S.Si. M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberi evaluasi dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Drs. Eri Setiawan M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman S.Si. M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

8. Bapak, mama, nenek, dan adik-adikku tercinta yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, nasihat, serta dukungan kepada penulis.
9. Widi, Diah, Simun, Devi, Naura, Anggi, Valen, dan Istiqomah yang selalu mendengarkan keluh kesah dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
10. Krisdiana, Desy, Fatma sahabat seperjuangan yang selalu ada setiap waktu dan selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman Matematika angkatan 2017, HIMATIKA, ROIS FMIPA, DPM FMIPA, dan semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada skripsi ini, oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun. Besar harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 11 Agustus 2021  
Penulis,

**Bella Mutiah**

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                 | <b>v</b>       |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                 | <b>vi</b>      |
| <b>I. PENDAHULUAN</b>                                     |                |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah .....                      | 1              |
| 1.2 Tujuan .....  | 3              |
| 1.3 Manfaat.....  | 3              |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>                               |                |
| 2.1 Uji Validitas .....                                   | 4              |
| 2.2 Uji Reliabilitas .....                                | 5              |
| 2.3 <i>Structural Equation Modeling</i> (SEM).....        | 5              |
| 2.4 Variabel dalam SEM .....                              | 7              |
| 2.4.1 Variabel Laten (Konstruk) .....                     | 7              |
| 2.4.2 Variabel Teramati (Indikator) .....                 | 8              |
| 2.5 Model Dalam SEM .....                                 | 8              |
| 2.5.1 Model Struktural .....                              | 8              |
| 2.5.2 Model Pengukuran .....                              | 9              |
| 2.6 Galat dalam SEM .....                                 | 10             |
| 2.6.1 Galat Struktural ( <i>Structural Error</i> ) .....  | 10             |
| 2.6.2 Galat Pengukuran ( <i>Measurement Error</i> ) ..... | 11             |
| 2.7 Metode Estimasi .....                                 | 11             |
| 2.8 Metode <i>Weighted Least Square</i> (WLS).....        | 12             |
| 2.9 Uji Kecocokan Keseluruhan Model .....                 | 16             |
| 2.9.1 Uji Kecocokan Absolut .....                         | 17             |
| 2.9.2 Uji Kecocokan Inkremental .....                     | 20             |
| 2.9.3 Uji Kecocokan Parsimoni .....                       | 21             |
| 2.10 Pengaruh Langsung dan Pengaruh Tidak Langsung .....  | 23             |
| 2.11 Kepuasan Pelanggan .....                             | 24             |
| <b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>                         |                |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....                      | 25             |
| 3.2 Data Penelitian .....                                 | 25             |
| 3.3 Metode Penelitian .....                               | 27             |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>   |           |
| 4.1 Uji Validitas.....  | 29        |
| 4.2 Uji Reliabilitas .....  | 30        |
| 4.3 Kontruksi Diagram Jalur.....  | 31        |
| 4.4 Spesifikasi Model .....   | 31        |
| 4.4.1 Spesifikasi Model Struktural .....  | 32        |
| 4.4.2 Spesifikasi Model Pengukuran.....   | 32        |
| 4.5 Estimasi Parameter Metode <i>Weighted Least Square</i> (WLS) .....  | 34        |
| 4.6 Estimasi Nilai Parameter Metode <i>Weighted Least Square</i><br>menggunakan <i>Software</i> LISREL 8.8..... | 38        |
| 4.7 Uji Kecocokan Keseluruhan Model.....  | 40        |
| 4.8 Pengaruh Langsung .....   | 42        |
| <b>V. KESIMPULAN</b>  |           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>45</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>47</b> |



## DAFTAR TABEL

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Variabel Penelitian .....                          | 26      |
| 2. Uji Validitas .....                                | 29      |
| 3. Uji Reliabilitas .....                             | 30      |
| 4. Nilai Dugaan Parameter Menggunakan Metode WLS..... | 39      |
| 5. Nilai Galat Menggunakan Metode WLS .....           | 39      |
| 6. Uji Kecocokan Keseluruhan Model .....              | 41      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Variabel Laten Eksogen dan Variabel Laten Endogen .....            | 7       |
| 2. Variabel Indikator .....   | 7       |
| 3. Model Persamaan Struktural. ....                                   | 23      |
| 4. Model Konseptual Diagram Jalur.....                                | 27      |
| 5. Diagram Jalur.....   | 31      |
| 6. Diagram Jalur Model Struktural .....                               | 32      |
| 7. Path Diagram dengan Metode <i>Weighted Least Square</i> (WLS)..... | 40      |
| 8. Pengaruh Langsung.....   | 42      |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

SEM pertama kali dikenalkan oleh ilmuwan bernama Joreskog pada tahun 1970. Menurut Hair dkk. (1998), *Structural Equation Modeling* (SEM) merupakan teknik dengan kombinasi dari analisis jalur (*path*) dan analisis regresi yang memungkinkan peneliti menguji secara simultan rangkaian hubungan yang saling terkait antara variabel terukur (*measured variables*) dan konstruk laten (*latent constructs*). SEM merupakan metode statistika yang mampu menganalisis pola hubungan antara variabel laten dan indikatornya, variabel laten yang satu dengan yang lainnya, serta kesalahan pengukuran secara langsung (Wijanto, 2008).

Pada umumnya terdapat dua jenis SEM, yaitu *Covariance Based Structural Equation Modeling* (CB-SEM) dan *Partial Least Square Structural Equation Modeling* (PLS-SEM). Kedua jenis SEM tersebut mempunyai asumsi yang mendasari penggunaannya. Beberapa metode estimasi yang dapat digunakan pun beragam, seperti *Maximum Likelihood* (MLE), *Weighted Least Square* (WLS), *Unweighted Least Square* (ULS) dan *Diagonally Weighted Least Square* (DWLS). Metode MLE bergantung pada distribusi data normal, mempunyai sifat penduga tak bias dan ragam minimum. Meskipun MLE populer penggunaannya dalam SEM, terdapat kekurangan terdapat pada metode MLE yaitu ketika terdapat ketidaknormalan pada data. Metode pendugaan WLS dapat menjadi alternatif untuk mengatasi masalah tersebut, metode WLS dapat menerima ketidaknormalan pada data, mempunyai sifat penduga tak bias dan statistika

cukup, sehingga sangat tepat digunakan dalam penelitian ini. *Weighted Least Square* (WLS) juga merupakan fungsi tertentu yang berfungsi sebagai pembobot dari suatu model regresi linear (Wijanto, 2008).

Pada penelitian kali ini akan dilakukan penelitian mengenai penerapan metode pendugaan *Weighted Least Square* (WLS) pada *Structural Equation Modeling* (SEM) menggunakan *software* Lisrel 8.8. Data dalam penelitian ini menggunakan data primer melalui survei kepuasan pelanggan Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu teknik sampling sistematis, sampling sistematis ialah teknik penarikan sampel dengan hanya mengambil satu angka random saja dan lainnya mengikuti dengan menghitung intervalnya.

Populasi pelanggan rumah makan pelangi ditetapkan sebanyak 450 pelanggan, dari populasi tersebut dilakukan penarikan sampel sebanyak 150 sampel. Selanjutnya dilakukan penomoran populasi secara berurutan dari 1 hingga 450. Penarikan sampel dilakukan dengan memilih 3 sampel secara sistematis, kemudian menentukan angka random pertama yang kurang atau sama dengan 3, maka dipilih angka 3 sebagai angka random. Penentuan sampel selanjutnya dengan menghitung menggunakan angka 3 sebagai interval pada penomoran yang telah dilakukan hingga mendapatkan sebanyak 150 sampel dari jumlah populasi. Pada penelitian ini sebanyak 17 variabel teramati (indikator) dengan 4 variabel laten yaitu 3 variabel laten eksogen dan 1 variabel laten endogen telah diuji validitas dan reliabilitas pada 75 sampel pertama, didapatkan 3 variabel yang tidak valid dan tidak reliabel, maka 3 variabel tersebut dihapuskan dan tersisa 14 variabel teramati (indikator). Oleh karena itu, dalam penelitian ini menggunakan 14 variabel indikator tersebut dengan ukuran sampel sebanyak 150 sampel.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai estimasi parameter metode *Weighted Least Square* (WLS) pada *Structural Equation Modeling* menggunakan *software* Lisrel 8.8 serta menganalisis pengaruh antara variabel laten eksogen dan variabel laten endogen.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan mengenai *Structural Equation Modeling* dengan menggunakan *software* Lisrel 8.8,
2. Mengetahui estimasi parameter dan pengaruh antar variabel dengan menggunakan metode *Weighted Least Square* pada *Structural Equation Modeling*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Uji Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan suatu item pertanyaan. Suatu item pertanyaan yang kurang valid berarti validitasnya rendah. Rumus yang digunakan adalah yang dikemukakan oleh Pearson yang dikenal dengan rumus korelasi *pearson* (Arikunto, 2006) sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (2.1)$$

dengan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi *pearson*.

$N$  = jumlah subjek uji coba.

$\sum X$  = jumlah skor butir.

$\sum Y$  = jumlah total.

Angka korelasi yang diperoleh dibandingkan dengan angka kritik tabel korelasi nilai  $r_{tabel}$ . Apabila  $r_{hitung}$  nilainya diatas angka taraf nyata 5% maka item pertanyaan tersebut valid dan sebaliknya jika  $r_{hitung}$  nilainya lebih kecil dari angka taraf nyata 5% maka item pertanyaan tersebut tidak valid (Arikunto, 2006).



## 2.2 Uji Reliabilitas

Menurut Arikunto (2006), reliabilitas menunjuk pada pengertian bahwa suatu kuesioner cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data tersebut sudah baik.

$$r_{xy} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2.2)$$

dengan:

$r_{xy}$  = reliabilitas kuesioner.

$k$  = banyaknya item pertanyaan.

$\sum \sigma_b^2$  = jumlah varian item pertanyaan.

$\sigma_t^2$  = varian total.

Apabila nilai  $r_{xy}$  dikonsultasikan dengan nilai  $r_{pearson}$ , maka diketahui bahwa lebih kecil dari  $r_{tabel}$  yang ada. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa item pertanyaan tidak reliabel. Dalam pengujian reliabilitas peneliti menggunakan uji *Cronbach's Alpha* dengan menggunakan *software* SPSS, jika nilai lebih dari 0,7 maka item pertanyaan dapat dikatakan reliabel atau dapat dipercaya (Arikunto, 2006).

## 2.3 *Structural Equation Modeling* (SEM)

SEM adalah salah satu teknik statistik yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap suatu model sebab akibat dengan menggunakan kombinasi teori yang ada. Menurut Bollen (1989), model persamaan struktural (*Structural Equation Modeling*) adalah salah satu teknik peubah ganda yang dapat menganalisis secara simultan beberapa peubah laten endogen dan eksogen.

Dalam bentuk umum, model persamaan struktural dimisalkan vektor acak  $\boldsymbol{\eta}^T = \boldsymbol{\eta}_1, \boldsymbol{\eta}_2, \dots, \boldsymbol{\eta}_m$  dan  $\boldsymbol{\xi}^T = \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$  berturut-turut adalah variabel laten endogen dan eksogen membentuk persamaan simultan dengan sistem hubungan persamaan linear:

$$\boldsymbol{\eta}_j = \boldsymbol{\beta}_{ji}\boldsymbol{\eta}_i + \boldsymbol{\Gamma}_{jb}\boldsymbol{\xi}_b + \boldsymbol{\zeta}_j \quad (2.3)$$

dengan:

$\boldsymbol{\beta}_{ji}$  = matriks koefisien peubah laten endogen berukuran  $m \times m$ .

$\boldsymbol{\Gamma}_{jb}$  = matriks koefisien peubah laten eksogen berukuran  $m \times n$ .

$\boldsymbol{\eta}_i$  = vektor peubah laten endogen berukuran  $m \times 1$ .

$\boldsymbol{\eta}_j$  = vektor peubah laten endogen berukuran  $m \times 1$ .

$\boldsymbol{\xi}_b$  = vektor peubah laten endogen berukuran  $n \times 1$ .

$\boldsymbol{\zeta}_j$  = vektor sisaan acak hubungan antara  $\boldsymbol{\eta}$  dan  $\boldsymbol{\xi}$  berukuran  $m \times 1$ .

Diasumsikan bahwa  $\boldsymbol{\xi}$  tidak berkorelasi dengan  $\boldsymbol{\zeta}$  dan  $\mathbf{1} - \boldsymbol{\beta}$  adalah nonsingular (Bollen, 1989).

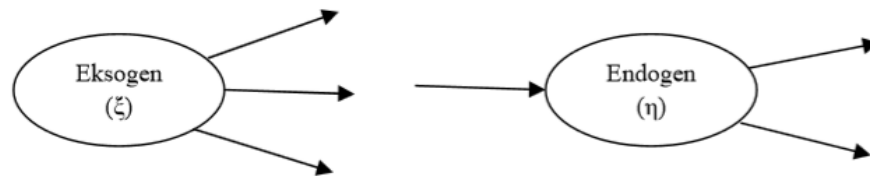
## 2.4 Variabel dalam SEM

Dalam SEM terdapat 2 jenis variabel utama yaitu variabel laten (konstruk) dan variabel teramati (indikator).

### 2.4.1 Variabel Laten (Konstruk)

Variabel laten merupakan konsep abstrak, sebagai contoh perilaku orang, sikap, perasaan, dan motivasi. Variabel laten hanya dapat diamati secara tidak sempurna melalui efeknya terhadap variabel teramati. Terdapat dua jenis variabel laten, yaitu variabel laten endogen dan variabel laten eksogen. Variabel eksogen

muncul sebagai variabel bebas dalam model, sedangkan variabel endogen merupakan variabel terikat pada paling sedikit satu persamaan model. Variabel laten eksogen dinotasikan dengan  $\xi$  dan variabel laten endogen dinotasikan dengan  $\eta$ . Simbol diagram lintasan dari variabel laten adalah lingkaran atau *elips*, sedangkan simbol untuk menunjukkan hubungan kausal adalah anak panah. Variabel laten eksogen digambarkan sebagai lingkaran dengan semua anak panah menuju keluar. Variabel laten endogen digambarkan sebagai lingkaran yang paling sedikit ada satu anak panah masuk ke lingkaran tersebut, meskipun anak panah yang lain keluar dari lingkaran (Wijanto, 2008).



Gambar 1. Variabel Laten Eksogen dan Variabel Laten Endogen

#### 2.4.2 Variabel Teramati (Indikator)

Variabel teramati (*observed variable*) atau variabel 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 ( $\xi$ ) diberi notasi matematik dengan label X, sedangkan yang berkaitan dengan variabel laten endogen ( $\eta$ ) diberi label Y. Simbol diagram lintasan dari variabel teramati adalah persegi (Wijanto, 2008).



Gambar 2. Variabel Indikator

## 2.5 Model Dalam SEM

SEM memiliki dua jenis model yaitu model struktural dan model pengukuran. Model struktural yang mengukur hubungan antara variabel laten, kemudian model pengukuran yang mengukur hubungan antara variabel indikator dengan variabel laten (Bollen, 1989).

### 2.5.1 Model Struktural

Menurut Wijanto (2008), model struktural menggambarkan hubungan yang ada diantara variabel-variabel laten. Hubungan-hubungan ini umumnya linear. Parameter yang menunjukkan variabel laten endogen pada variabel laten eksogen diberi label dengan  $\Gamma$  (gamma). Parameter yang menunjukkan regresi variabel laten endogen pada variabel laten eksogen ( $\Gamma$ ), sedangkan untuk regresi variabel laten endogen ( $\beta$ ). Persamaan simultan model struktural sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \boldsymbol{\eta} &= \boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta} \\
 \boldsymbol{\eta} - \boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\eta} &= \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta} \\
 (\mathbf{I} - \boldsymbol{\beta})\boldsymbol{\eta} &= \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta} \\
 (\mathbf{I} - \boldsymbol{\beta})^{-1}(\mathbf{I} - \boldsymbol{\beta})\boldsymbol{\eta} &= (\mathbf{I} - \boldsymbol{\beta})^{-1}(\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta}) \\
 \boldsymbol{\eta} &= (\mathbf{I} - \boldsymbol{\beta})^{-1}(\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta}) \tag{2.4}
 \end{aligned}$$

dengan,

$\boldsymbol{\beta}$  = matriks koefisien  $\boldsymbol{\eta}$  berukuran  $m \times m$ .

$\boldsymbol{\Gamma}$  = matriks koefisien  $\boldsymbol{\xi}$  berukuran  $m \times n$ .

$\boldsymbol{\eta}$  = vektor variabel laten endogen berukuran  $m \times 1$ .

$\boldsymbol{\xi}$  = vektor variabel laten eksogen berukuran  $n \times 1$ .

$\boldsymbol{\zeta}$  = vektor sisaan acak hubungan antara  $\boldsymbol{\eta}$  dan  $\boldsymbol{\xi}$  berukuran  $m \times 1$ .

### 2.5.2 Model Pengukuran

Model pengukuran digunakan untuk menduga hubungan antar variabel laten dengan variabel-variabel teramatinya. Model ini menjelaskan operasionalisasi variabel penelitian menjadi indikator-indikator terukur yang dinyatakan dalam bentuk diagram jalur atau persamaan matematik tertentu. Variabel laten dimodelkan sebagai sebuah faktor yang mendasari variabel-variabel teramati yang terkait.

Model pengukuran umum dalam aplikasi model persamaan struktural adalah model pengukuran kongenerik (*congeneric measurement model*), dimana setiap ukuran atau variabel teramati hanya berhubungan dengan satu variabel laten, dan semua kovariansi diantara variabel-variabel teramati adalah sebagai akibat dari hubungan antara variabel teramati dan variabel laten (Wijanto, 2008). Model pengukuran memodelkan hubungan antara variabel laten dengan variabel indikator (Bollen, 1989). Model pengukuran dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{X} = \lambda_x \xi + \delta \quad (2.5)$$

$$\mathbf{Y} = \lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2.6)$$

atau dalam bentuk matriks:

$$\mathbf{X} = \Lambda_x \xi + \delta \quad (2.7)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{x_1} & 0 & 0 \\ \lambda_{x_2} & 0 & 0 \\ \lambda_{x_3} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{x_4} & 0 \\ 0 & \lambda_{x_5} & 0 \\ 0 & \lambda_{x_6} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{x_7} \\ 0 & 0 & \lambda_{x_8} \\ 0 & 0 & \lambda_{x_9} \\ 0 & 0 & \lambda_{x_{10}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \\ \delta_9 \\ \delta_{10} \end{bmatrix}$$

$$Y = \Lambda_y \eta + \varepsilon$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{y_1} \\ \lambda_{y_2} \\ \lambda_{y_3} \\ \lambda_{y_4} \end{bmatrix} [\eta] + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

dengan variabel:

$X$  = vektor variabel indikator untuk variabel laten eksogen berukuran  $q \times 1$

$Y$  = vektor variabel indikator untuk variabel laten endogen berukuran  $p \times 1$

$\delta$  = vektor galat pengukuran  $X$  berukuran  $q \times 1$

$\varepsilon$  = vektor galat pengukuran  $Y$  berukuran  $p \times 1$

$\eta$  = variabel laten endogen berukuran  $m \times 1$

$\xi$  = variabel laten eksogen berukuran  $n \times 1$

Konstanta:

$\Lambda_x$  = matriks koefisien dengan  $X$  dan  $\xi$  berukuran  $q \times n$

$\Lambda_y$  = matriks koefisien dengan  $Y$  dan  $\eta$  berukuran  $p \times m$

## 2.6 Galat dalam SEM

Galat adalah sumber variasi data yang tidak dapat dimasukkan ke dalam model.

Terdapat 2 jenis galat atau kesalahan dalam SEM yaitu :

### 2.6.1 Galat Struktural (*Structural Error*)

Pada umumnya pengguna SEM tidak berharap bahwa variabel bebas dapat memprediksi secara sempurna variabel terikat, sehingga dalam suatu model biasanya ditambahkan komponen kesalahan struktural atau galat struktural.



Galat struktural ini dilambangkan dengan huruf Yunani  $\zeta$  (zeta). Untuk memperoleh estimasi parameter yang konsisten, galat struktural diasumsikan tidak berkorelasi dengan variabel-variabel eksogen dari model. Meskipun demikian, galat struktural bisa dimodelkan berkorelasi dengan galat struktural yang lain (Wijanto, 2008).

### 2.6.2 Galat Pengukuran (*Measurement Error*)

Menurut Wijanto (2008), dalam SEM variabel-variabel teramati tidak dapat secara sempurna mengukur variabel laten terkait. Untuk memodelkan ketidaksempurnaan ini dilakukan penambahan komponen yang mewakili kesalahan pengukuran pada SEM. Komponen kesalahan pengukuran yang berkaitan dengan variabel teramati X diberi label  $\delta$  (delta) dan variabel teramati Y dilambangkan dengan  $\varepsilon$  (epsilon). Matriks kovarian dari  $\delta$  diberi tanda dengan huruf Yunani  $\Theta_\varepsilon$  (theta epsilon). Galat pengukuran berpengaruh pada penduga parameter dan besar kecilnya varian. Hal ini dapat diatasi oleh SEM melalui persamaan-persamaan yang ada pada model pengukuran (Wijanto, 2008).

## 2.7 Metode Estimasi

Menurut Wijanto (2008), estimasi pada 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  $S$  (matriks kovarian dari peubah teramati). Matriks kovarian sampel ( $S$ ) digunakan untuk mewakili matriks kovarian populasi ( $\Sigma$ ) karena matriks kovarian populasi tidak diketahui.

## 2.8 Metode *Weighted Least Square* (WLS)

Menurut Wijanto (2008), *Weighted Least Square* (WLS) adalah metode pendugaan yang tidak memerlukan asumsi normalitas data serta memiliki sifat penduga yang konsisten. Dalam WLS, fungsi  $\mathbf{F}(\mathbf{S}, \Sigma(\boldsymbol{\theta}))$  yang diminimumkan maka persamaannya sebagai berikut:

$$\mathbf{F}_{\text{WLS}}(\boldsymbol{\theta}) = (\mathbf{s} - \boldsymbol{\sigma})^T \mathbf{W}^{-1}(\mathbf{s} - \boldsymbol{\sigma}) \quad (2.9)$$

dengan :

$\mathbf{s} = (s_{11}, s_{21}, s_{22}, s_{31}, \dots, s_{kk})$  adalah suatu vektor dari elemen-elemen pada separuh bagian bawah, termasuk diagonal matriks kovarian  $\mathbf{S}$  yang berdimensi  $k \times k$ , yang digunakan untuk mencocokkan model dengan data.

$\boldsymbol{\sigma} = (\sigma_{11}, \sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{31}, \dots, \sigma_{kk})$  adalah suatu vektor dari elemen-elemen yang berkaitan pada  $\Sigma(\boldsymbol{\theta})$  yang dihasilkan kembali dari parameter-parameter model  $\boldsymbol{\theta}$ .

$\mathbf{W}^{-1}$  = suatu matriks definit positif berdimensi  $u \times u$ , dimana  $u = k(k + 1)/2$ .

Fungsi  $\mathbf{F}_{\text{WLS}}$  meminimumkan jumlah kuadrat dari masing-masing unsur matriks sisaan  $(\mathbf{s} - \boldsymbol{\sigma})$ . Metode *Weighted Least Square* (WLS) merupakan pendugaan yang tak bias dan statistik cukup, sehingga pada ukuran sampel yang bertambah besar, maka umumnya konvergen ke  $\boldsymbol{\theta}$ . Untuk memperoleh penduga kuadrat terkecil terboboti dari  $\boldsymbol{\theta}$ , mula-mula model regresi dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.10)$$

Dengan sejumlah  $n$  data observasi maka model tersebut ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Gauss telah membuat asumsi mengenai variabel  $\boldsymbol{\varepsilon}$  berdasarkan model regresi yang telah dikemukakan di atas yaitu:

1. Nilai rata-rata atau harapan variabel  $\boldsymbol{\varepsilon}$  sama dengan nol.

$$\mathbf{E}(\boldsymbol{\varepsilon}) = \mathbf{0} \quad (2.12)$$

yang berarti nilai bersyarat sama dengan nol, dimana syarat yang dimaksud tergantung pada nilai  $\mathbf{X}$ .

2. Tidak terdapat autokorelasi antar variabel untuk setiap observasi  
Tidak terdapat hubungan yang positif atau negatif antara  $\varepsilon_i$  dan  $\varepsilon_j$ . Tidak terdapat heteroskedastisitas antara variabel untuk setiap observasi atau dikatakan setiap variabel memenuhi syarat homoskedastisitas, artinya variabel  $\varepsilon$  mempunyai varian yang positif dan konstan yang nilainya  $\sigma^2$ .

$$\text{Var}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \begin{cases} \sigma^2, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases} \quad (2.13)$$

atau dalam bentuk matriks

$$\begin{bmatrix} \text{Var}(\varepsilon_1) & \text{Cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) & \cdots & \text{Cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_n) \\ \text{Cov}(\varepsilon_2, \varepsilon_1) & \text{Var}(\varepsilon_2) & \cdots & \text{Cov}(\varepsilon_2, \varepsilon_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Cov}(\varepsilon_n, \varepsilon_1) & \text{Cov}(\varepsilon_n, \varepsilon_2) & \cdots & \text{Var}(\varepsilon_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma^2 \end{bmatrix}$$

Kedua asumsi di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Var}(\boldsymbol{\varepsilon}) &= E \left[ (\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)) (\varepsilon_j - E(\varepsilon_j)) \right] \\ &= E[\varepsilon_i \varepsilon_j] - E(\varepsilon_i) \varepsilon_j - \varepsilon_i E(\varepsilon_j) + E(\varepsilon_i) E(\varepsilon_j) \\ &= E[\varepsilon_i \varepsilon_j] - E[E(\varepsilon_i) \varepsilon_j] - E[\varepsilon_i E(\varepsilon_j)] + E[(\varepsilon_i) E(\varepsilon_j)] \\ &= E[\varepsilon_i \varepsilon_j] - E(\varepsilon_i) E(\varepsilon_j) - E(\varepsilon_i) E(\varepsilon_j) + E(\varepsilon_i) E(\varepsilon_j) \\ &= E(\varepsilon_i \varepsilon_j) \\ &= \sigma_i \sigma_j \end{aligned} \quad (2.14)$$

3. Variabel  $X$  dan  $\varepsilon$  tidak saling tergantung untuk setiap observasi sehingga

$$\begin{aligned}
 \text{Cov}(X_i, \varepsilon_i) &= E(X_i - E(X_i))(\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)) \\
 &= E[(X_i - \bar{X})(\varepsilon_i - 0)] \\
 &= E[(X_i - \bar{X})(\varepsilon_i)] \\
 &= E(X_i - \bar{X})E(\varepsilon_i) \\
 &= 0
 \end{aligned} \tag{2.15}$$

Pada saat melakukan estimasi dengan *Ordinary Least Square* (OLS) dan terdapat salah satu atau lebih asumsi yang tidak terpenuhi, maka hasil estimasi yang diperoleh tidak memenuhi sifat BLUE (*Best linear unbiased estimator*). Sehingga diperlukan metode alternatif lain dalam melakukan estimasi parameter yaitu menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) dengan memberikan pembobot pada model regresi tersebut, misalkan bahwa:

$$V^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sigma_1^2} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sigma_2^2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{\sigma_n^2} \end{bmatrix} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \tag{2.16}$$

Matriks  $V^{-1}$  merupakan pemisalan dari matriks  $W^{-1}$  berupa matriks yang berelemenkan nilai-nilai pembobot yaitu  $\frac{1}{\sigma_i^2} = w_i$ , matriks ini disebut matriks pembobot, dari Persamaan (2.10) diberikan pembobot Persamaan (2.16) sehingga diperoleh model regresi terboboti yaitu:

$$V^{-1}Y = V^{-1}X\beta + V^{-1}\varepsilon \tag{2.17}$$

Dimisalkan:

$$\begin{aligned}
 V^{-1}Y &= Z \\
 V^{-1}X &= Q \\
 V^{-1}\varepsilon &= f
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh,

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Q}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{f} \quad (2.18)$$

Dari persamaan  $\mathbf{Z} = \mathbf{Q}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{f}$  diperoleh galat:

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

Substitusikan galat pada Persamaan (2.18) ke Persamaan (2.9), sehingga didapat jumlah kuadrat sisa sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_{\text{WLS}} &= (\mathbf{s} - \boldsymbol{\sigma})^T \mathbf{W}^{-1} (\mathbf{s} - \boldsymbol{\sigma}) \\ &= \mathbf{f}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{f} \\ &= (\mathbf{Z} - \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}})^T \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Z} - \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= (\mathbf{Z} - \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}})^T (\mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} - \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= (\mathbf{Z}^T - \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{Q}^T) (\mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} - \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= \mathbf{Z}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} - \mathbf{Z}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} - \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} + \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \mathbf{Z}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} - 2\hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} + \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Karena  $\hat{\boldsymbol{\beta}}^T \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z}$  adalah skalar. Bentuk tersebut akan sama dengan transposenya yaitu  $\mathbf{Z}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}}$ . Oleh karena itu, untuk memperoleh penduga jumlah kuadrat sisa sekecil mungkin, diferensialkan  $\mathbf{F}_{\text{WLS}}$  terhadap  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\partial \mathbf{F}_{\text{WLS}}}{\partial \hat{\boldsymbol{\beta}}} = -2\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} + 2\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.20)$$

Dengan meminimumkan  $\frac{\partial \mathbf{F}_{\text{WLS}}}{\partial \hat{\boldsymbol{\beta}}} = 0$ , maka diperoleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned} 2\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= 2\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} \\ \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} \\ (\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q})^{-1} \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q})^{-1} \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Q})^{-1} \mathbf{Q}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z}. \end{aligned} \quad (2.21)$$

Terbukti bahwa  $\hat{\beta}$  memiliki sifat penduga statistik cukup, dimana didalam parameter penduga tidak terdapat parameter lainnya, yang ada hanya  $Z$  dan  $Q$  serta pembobotnya.

$\hat{\beta}$  adalah penduga tak bias dari  $\beta$ , dengan  $E(\varepsilon) = \mathbf{0}$

$$\begin{aligned} E(\hat{\beta}) &= (Q^T V^{-1} Q)^{-1} Q^T V^{-1} Z \\ E(\hat{\beta}) &= (Q^T V^{-1} Q)^{-1} Q^T V^{-1} (Q\beta + f) \\ E(\hat{\beta}) &= (Q^T V^{-1} Q)^{-1} Q^T V^{-1} Q\beta \\ E(\hat{\beta}) &= \beta. \end{aligned} \tag{2.22}$$

## 2.9 Uji Kecocokan Keseluruhan Model

Dalam tahap ini akan diperiksa tingkat kecocokan antar data dengan model, validitas dan reabilitas model pengukuran, signifikansi koefisien-koefisien dari model struktural. Uji kecocokan bertujuan untuk mengevaluasi secara umum derajat kecocokan antara data dengan model. Menilai apakah data yang dikumpulkan konsisten serta cocok dengan model maka dilakukan uji kecocokan model. Jika model tidak cocok dengan data maka perlu cari penyebab pada model dan mencari cara untuk memodifikasi model tersebut agar diperoleh kecocokan data yang lebih baik. Jika model sudah cocok dengan data, berarti model tersebut sudah benar dan baik berdasarkan uji *goodness of fit*. *Goodness of fit index* atau sering disebut dengan Indeks Kecocokan Model merupakan tahap dalam menentukan derajat kecocokan diterima atau tidak diterimanya suatu model (Wijanto, 2008). Secara keseluruhan terdapat kriteria dalam menguji suatu model yaitu ukuran kecocokan absolut, kecocokan inkremental dan kecocokan parsimoni.

### 2.9.1 Ukuran Kecocokan Absolut

Menurut Wijanto (2008), ukuran kecocokan absolut menentukan derajat prediksi model keseluruhan (model struktural dan model pengukuran) terhadap matriks korelasi dan kovarian. Ukuran-ukuran kecocokan absolut yang digunakan untuk mengevaluasi model persamaan struktural ialah:

#### a. Statistik *Chi-Square* ( $\chi^2$ )

Menurut Wijanto (2008), *Chi-Square* statistik merupakan alat ukur yang paling penting dalam menguji model keseluruhan. Nilai *Chi-Square* yang besar (sifatnya relatif terhadap derajat kebebasan) menunjukkan adanya perbedaan antara matrik input terhadap matrik hasil estimasi (matrik input bisa korelasi atau kovarian). Bahwa semakin kecil nilai  $\chi^2$  semakin baik model itu karena dalam uji beda *chi square*,  $\chi^2 = 0$ , berarti tidak ada perbedaan ( $H_0$  diterima) berdasarkan probabilitas dengan nilai p-value sebesar p-value  $> 0.05$ . Rumus uji statistik *chi square* ( $\chi^2$ ) adalah sebagai berikut :

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

#### b. *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA)

Menurut Wijanto (2008), RMSEA adalah derajat kecocokan yang mengukur kedekatan suatu model dengan populasinya. RMSEA merupakan alternatif ukuran kesesuaian model yang diperlukan untuk mengurangi kesensitifan  $\chi^2$  terhadap ukuran sampel. Nilai  $RMSEA \leq 0.05$  menandakan *close fit*, sedangkan  $0.05 < RMSEA \leq 0.08$  menunjukkan *good fit* (Brownie dan Cudeck, 1993).

Rumus perhitungan RMSEA adalah sebagai berikut :

$$\text{RMSEA} = \sqrt{\frac{\hat{F}_0}{df}} \quad (2.24)$$

didapatkan

$$\hat{F}_0 = \text{Max} \left\{ \hat{F} \frac{df}{n-1}, 0 \right\}$$

dengan,

$df$  = nilai derajat bebas dari model.

### c. *Non-Centrality Parameter (NCP)*

NCP merupakan ukuran perbedaan antara  $\Sigma$  dengan  $\Sigma(\theta)$  yang bisa dihitung dengan rumus :

$$\text{NCP} = \chi^2 - df \quad (2.25)$$

dengan:

$\chi^2$  = nilai minimum dari F untuk model yang dihipotesiskan.

$df$  = nilai derajat bebas dari model.

$\Sigma$  = matriks kovarian populasi.

$\Sigma(\theta)$  = matriks kovarian sampel.

Seperti  $\chi^2$ , NCP juga merupakan ukuran *goodness of fit* dimana semakin besar perbedaan antara  $\Sigma$  dengan  $\Sigma(\theta)$  semakin besar nilai NCP. Jadi, kita perlu mencari NCP yang nilainya kecil atau rendah (Wijanto, 2008).

### d. *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 ( $\Sigma(\mathbf{0})$ ).



Rumus perhitungan GFI adalah sebagai berikut :

$$GFI = 1 - \frac{\hat{F}}{F_0} \quad (2.26)$$

dengan:

$\hat{F}$  = 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 sampai 1 dan nilai  $GFI \geq 0.90$  merupakan *good fit* (kecocokan yang baik), sedangkan  $0.80 \leq GFI < 0.90$  sering disebut sebagai *marginal fit* (Wijanto, 2008).

#### e. *Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)*

AGFI adalah perluasan dari GFI yang disesuaikan dengan rasio antara *degree of freedom* dari *independence* model dengan *degree of freedom* dari model yang dihipotesiskan atau diestimasi (Joreskog dkk, 1989).

AGFI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} AGFI &= 1 - \frac{df_0}{df_h} (1 - GFI) \\ &= 1 - \frac{p}{df_h} (1 - GFI) \end{aligned} \quad (2.27)$$

dengan,

$df_0$  = *degree of freedom*.

$df_h$  = *degree of freedom* dari model yang dihipotesiskan.

$p$  = jumlah varian dan kovarian dari variabel teramati.

Nilai  $AGFI \geq 0,90$  menunjukkan *good fit*, sedangkan  $0,80 \leq AGFI < 0,90$  disebut *marginal fit*.

### 2.9.2 Ukuran Kecocokan Inkremental

Ukuran kecocokan inkremental membandingkan model yang diusulkan dengan model dasar yang sering disebut dengan *null model* atau *independence model*. Model dasar ini adalah model dimana semua variabel di dalam model bebas satu sama lain (atau semua korelasi di antara variabel adalah nol) dan paling dibatasi (Byrne, 1998). Ukuran-ukuran kecocokan inkremental yang digunakan untuk mengevaluasi model persamaan struktural ialah:

#### a. *Normed Fit Index (NFI)*

NFI mempunyai nilai berkisar dari 0 sampai 1. Nilai  $NFI \geq 0,90$  menunjukkan *good fit*, sedangkan  $0,80 \leq NFI < 0,90$  disebut sebagai *marginal fit*. Untuk memperoleh nilai NFI dapat digunakan rumus sebagai berikut (Bentler dan Bonnet, 1980):

$$NFI = \frac{(\chi_i^2 - \chi_h^2)}{\chi_i^2} \quad (2.28)$$

dengan,

$\chi_i^2 =$  *chi square* dari *independence model*.

$\chi_h^2 =$  *chi square* dari model yang dihipotesiskan.

#### b. *Non Normed Fit Index (NNFI)*

*Non Normed Fit Index (NNFI)* yang juga dikenal dengan *Tucker-Lewis Index* diperoleh dengan rumus sebagai berikut (Bentler dan Bonnet, 1980):

$$NNFI = \frac{(\chi_i^2/df_i) - (\chi_h^2/df_h)}{(\chi_i^2/df_i) - 1} \quad (2.29)$$

dengan,

$\chi_i^2$  = *chi square* dari *independence model*.

$\chi_h^2$  = *chi square* dari model yang dihipotesiskan.

$df_i$  = *degree of freedom* dari *independence model*.

$df_h$  = *degree of freedom* dari model yang dihipotesiskan.

NNFI mempunyai nilai berkisar dari 0 sampai 1, dengan nilai  $NNFI \geq 0,90$  menunjukkan *good fit*, sedangkan  $0,80 \leq NNFI < 0,90$  disebut *marginal fit*.

### c. *Incremental Fit Index (IFI)*

Menurut Wijanto (2008), IFI merupakan indeks kecocokan suatu model yang berguna untuk mengatasi ukuran sampel dan terkait dengan NFI. Nilai IFI berkisar antara 0 sampai 1. Nilai  $IFI \geq 0,90$  dapat dikatakan *good fit*. Sedangkan  $0,80 \leq IFI < 0,90$  disebut *marginal fit*.

Rumus perhitungan IFI adalah sebagai berikut:

$$IFI = \frac{nF_i - nF_h}{nF_i - df_h} \quad (2.30)$$

dengan :

$n$  = ukuran sampel.

$F_i$  = nilai minimum F dari *independence model*.

$F_h$  = nilai minimum F dari model yang dihipotesiskan.

$df_h$  = derajat bebas dari model yang dihipotesiskan.

### 2.9.3 Ukuran 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 memperoleh *deegree of fit* (derajat kecocokan) setinggi-tingginya untuk setiap *deegree of freedom*. Dengan

demikian, parsimoni yang tinggi yang lebih baik. Ukuran-ukuran kecocokan inkremental yang digunakan untuk mengevaluasi SEM ialah:

**a. Parsimonious Normed Fit Index (PNFI)**

Menurut James dkk (1982), PNFI merupakan modifikasi dari NFI. PNFI memperhitungkan banyaknya derajat bebas untuk mencapai suatu tingkat kecocokan.

Rumus perhitungan PNFI adalah sebagai berikut :

$$PNFI = \frac{df_h}{df_i} \times NFI \quad (2.31)$$

dengan,

$df_h$  = derajat kebebasan dari model yang dihipotesiskan.

$df_i$  = derajat bebas dari model awal.

$$NFI = \text{Normal Fit Index, } NFI = \frac{(x_i^2 - x_h^2)}{x_i^2}$$

Nilai PNFI yang lebih tinggi yang lebih baik. Penggunaan PNFI terutama untuk perbandingan dua atau lebih model yang mempunyai derajat bebas berbeda. 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 dkk, 1998).

**b. Parsimonius Goodness of Fit Index (PGFI)**

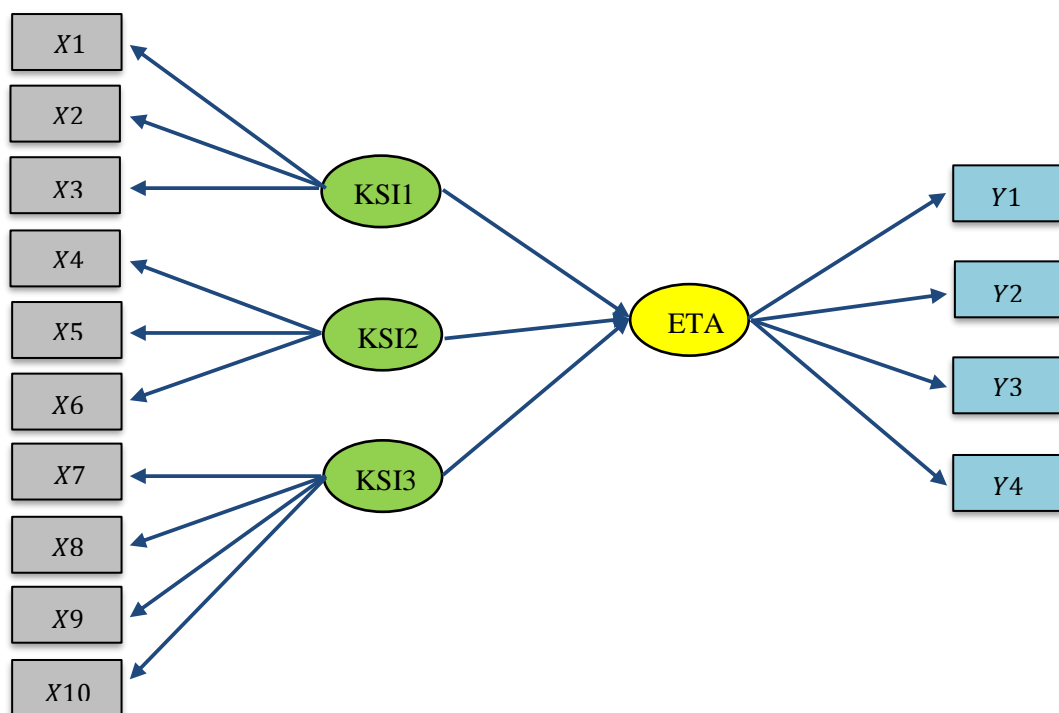
Berbeda dengan AGFI yang memodifikasi GFI berdasarkan *degree of freedom*, PGFI berdasarkan parsimoni dari model yang diestimasi. PGFI melakukan penyesuaian terhadap GFI dengan cara sebagai berikut (Mulaik dkk., 1989):

$$PGFI = \frac{df_h}{df_0} \times GFI \quad (2.32)$$

PGFI mempunyai nilai berkisar dari 0 sampai 1, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan model parsimoni yang lebih baik.

## 2.10 Pengaruh Langsung dan Pengaruh Tidak Langsung

Pengaruh langsung adalah pengaruh yang dapat dilihat dari koefisien jalur dari satu variabel ke variabel lainnya. Pengaruh tidak langsung merupakan urutan jalur melalui satu atau lebih variabel perantara (Irianto, 2004).



Gambar 3. Model Persamaan Struktural

Menurut Baron & Kenny (1986), dalam menguji pengaruh tidak langsung dikenal dengan tiga variabel, yaitu *predictor*, *mediator*, dan *criterion*. Untuk menguji pengaruh tidak langsung dapat dilakukan melalui empat tahap, yaitu :

1. Tahap pertama menguji pengaruh langsung dari *predictor* kepada *criterion*.
2. Tahap kedua melihat apakah *predictor* memiliki pengaruh terhadap *mediator*.
3. Tahap ketiga melihat apakah *mediator* memiliki pengaruh terhadap *criterion*.
4. Tahap keempat adalah melihat pengaruh *predictor* terhadap *criterion* dengan tetap memasukan pengaruh *mediator*.

## **2.11 Kepuasan Pelanggan**

Menurut Oliver dalam Tjiptono (2000), kepuasan pelanggan merupakan evaluasi purna beli, dimana persepsi terhadap kinerja alternatif produk atau jasa yang dipilih memenuhi atau melebihi harapan sebelum pembelian. Apabila persepsi terhadap kinerja tidak dapat memenuhi harapan maka yang terjadi adalah ketidakpuasan.

Menurut Angel (1994), loyalitas didefinisikan sebagai komitmen untuk membeli ulang produk atau layanan di masa yang akan datang, yang menyebabkan pembeli berulang merek yang sama. Kepuasan pelanggan mencakup perbandingan antara harapan dan hasil yang didapatkan atau diterima. Kepuasan pelanggan dianggap sebagai elemen yang diperlukan untuk sukses, pemasar biasanya berupaya menciptakan nilai dan kepuasan bagi pelanggan dan kualitas layanan merupakan faktor penentu dalam kepuasan pelanggan, hubungan kualitas layanan dan kepuasan pelanggan sangat penting untuk diselidiki dalam konteks industri restoran cepat saji (Namin, 2017).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2020/2021 bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### **3.2 Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari hasil survei mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan rumah makan Pelangi Bandar Lampung. Diambil populasi yaitu sebanyak 450, dari populasi tersebut dipilih 150 sampel secara sistematis, variabel yang digunakan yaitu 14 variabel indikator dan 4 variabel laten. Adapun dalam penelitian ini ilustrasi yang digunakan adalah faktor-faktor penentu kepuasan pelanggan dengan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

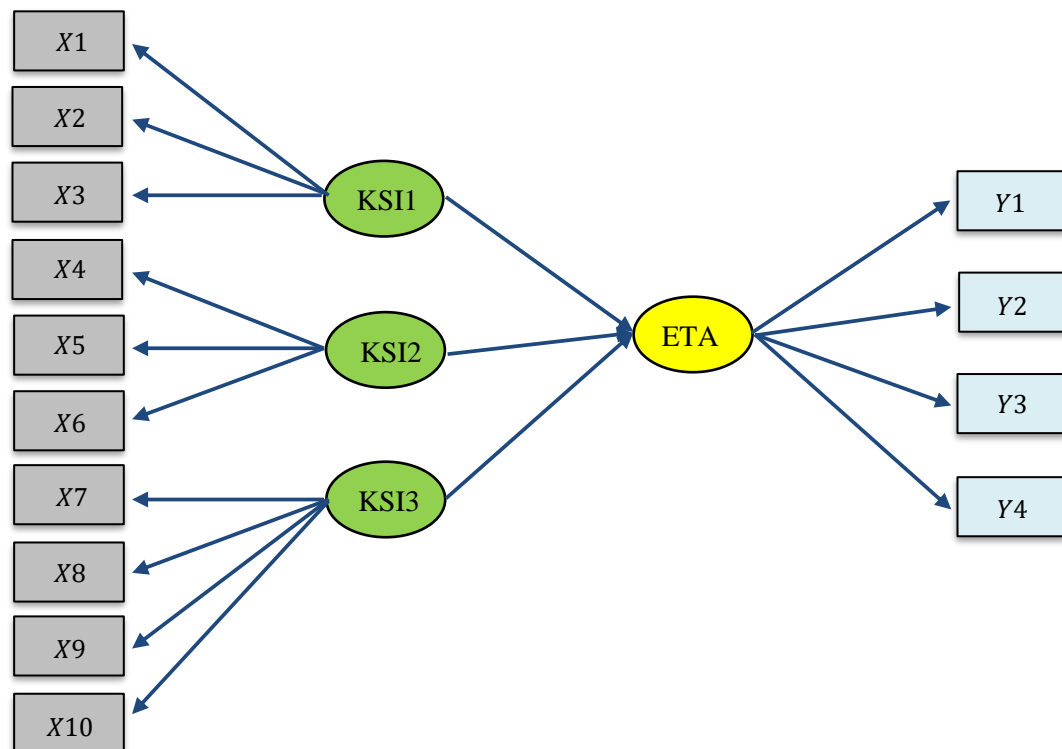
Tabel 1. Variabel Penelitian

| Varabel Laten      | Indikator   | Variabel | No Butir |
|--------------------|---|----------|----------|
| Kualitas Pelayanan | Kemudahan pemesanan dan pembayaran  | X1       | 1        |
|                    | Fasilitas rumah makan sudah memadai dan bersih                            | X2       | 2        |
|                    | Pelayanan yang cepat  | X3       | 3        |
| Kualitas Makanan   | Rumah makan pelangi menjaga cita rasa makanan dan minuman                 | X4       | 4        |
|                    | Menu yang disediakan enak, menarik dan beragam                            | X5       | 5        |
|                    | Selalu menyajikan makanan yang segar                                      | X6       | 6        |
| Kualitas Harga     | Porsi makanan di rumah makan pelangi banyak                               | X7       | 7        |
|                    | Harga sudah sesuai dengan kualitas makanan                                | X8       | 8        |
|                    | Harga makanan dan minuman di rumah makan pelangi terjangkau               | X9       | 9        |
|                    | Harganya lebih murah dari rumah makan lain                                | X10      | 10       |
| Kepuasan Pelanggan | Saya membuat pilihan yang tepat dengan makan di rumah makan pelangi       | Y1       | 11       |
|                    | Saya merekomendasikan rumah makan pelangi kepada teman dan kenalan saya   | Y2       | 12       |
|                    | Saya merasa puas dengan kualitas dan harga makanan di rumah makan pelangi | Y3       | 13       |
|                    | Saya akan berkunjung kembali ke rumah makan pelangi                       | Y4       | 14       |

Sumber: Namin (2017)



Berdasarkan variabel penelitian pada Tabel 1, terdapat hubungan langsung antar variabel laten sehingga dapat dirancang model dalam kerangka diagram jalur berikut:



Gambar 4. Model Konseptual Diagram Jalur

### 3.3 Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan survei terhadap pelanggan di Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung.
2. Menginput data survei kepuasan pelanggan di Rumah Makan Pelangi dengan ukuran sampel yang digunakan sebanyak 150 sampel.
3. Melakukan pengujian validitas dengan melihat nilai  $r$ -hitung (koefisien korelasi *pearson*)  $>$   $r$ -tabel.
4. Melakukan pengujian reliabilitas dengan uji *Cronbach's Alpha*.

5. Mengontruksi diagram jalur dengan membangun hubungan antar variabel laten.
6. Spesifikasi model dengan merancang model struktural dan model pengukuran, penelitian ini terdiri dari 4 variabel laten yaitu kualitas pelayanan ( $\xi_1$ ), kualitas makanan ( $\xi_2$ ) kualitas harga ( $\xi_3$ ) dan kepuasan pelanggan ( $\eta$ ) dengan 14 variabel indikator yaitu X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, Y1, Y2, Y3 dan Y4.
7. Estimasi parameter model persamaan struktural menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) dengan tahapan sebagai berikut:
  - a. Mensubtitusikan galat dari model persamaan struktural dan model pengukuran kedalam fungsi kesesuaian *Weighted Least Square* (WLS) sehingga diperoleh jumlah kuadrat sisaan.
  - b. Menentukan turunan jumlah kuadrat sisaan terhadap parameter yang diduga.
  - c. Menentukan nilai penduga parameter dengan membuat hasil turunan dari jumlah kuadrat sisaan bernilai sama dengan nol.
8. Mengevaluasi hasil uji kecocokan model dengan melihat *goodness of fit*.
9. Menghitung pengaruh antar variabel laten eksogen dan variabel laten endogen pada model persamaan struktural.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian, diketahui besarnya pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan Rumah Makan Pelangi Bandar Lampung, kualitas pelayanan berpengaruh sebesar 43%, kualitas makanan berpengaruh sebesar 19%, dan kualitas harga berpengaruh sebesar 27%, serta diperoleh hasil estimasi parameter pada *Structural Equation Modeling* (SEM) dengan Metode *Weighted Least Square* (WLS) pada kepuasan pelanggan menggunakan *software* Lisrel 8.8 yaitu sebagai berikut:

a. Model struktural

$$\eta = 0.43\xi_1 + 0.19\xi_2 + 0.27\xi_3 + \zeta$$

b. Model pengukuran

$$X_1 = 0.52\xi_1 + 0.73$$

$$X_2 = 0.26\xi_1 + 0.93$$

$$X_3 = 0.26\xi_1 + 0.93$$

$$X_4 = 1.04\xi_2 - 0.07$$

$$X_5 = 0.99\xi_2 + 0.02$$

$$X_6 = 0.63\xi_2 + 0.60$$

$$X_7 = 0.51\xi_3 + 0.74$$

$$X_8 = 0.68\xi_3 + 0.54$$

$$X_9 = 0.64\xi_3 + 0.59$$

$$X_{10} = 0.43\xi_3 + 0.81$$

$$Y_1 = 0.47\eta + 0.78$$

$$Y_2 = 0.64\eta + 0.59$$

$$Y_3 = 0.53\eta + 0.72$$

$$Y_4 = 0.21\eta + 0.96$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Angel, Blackwell J.F., Winiard P.W. 1994. *Perilaku Konsumen*. 1<sup>st</sup> Edition. Bina Rupa Aksara, Jakarta.
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Citra, Jakarta.
- Baron, R.M. dan Kenny, D.A. 1986. The Moderator Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Statagic, and Statistical Consideration. *Journal of Personality and Social Psychology*, **51**: 1173-1182.
- Bentler, P.M. dan Bonnet, D.G. 1980. Significant Test and Goodness of Fit in the Analysis of Covariance Structures, *Psychological Buletin*, **88**: 588-606.
- Bollen, K.A. 1989. *Stuctural Equation with Latent Variables*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Byrne, Barbara M. 1998. *Structural Equation Modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hair, J.F., R.F. Anderson, R.L. Tatham dan W.C. Black. 1998. *Multivariat Data Analysis*. 5<sup>th</sup> Edition. Prentice-Hall, New Jersey.
- Irianto, A. 2004. *Statistik Konsep Dasar & Aplikasinya*. Kencana, Jakarta.
- James, L.R., S.A. Mulaik dan J.M. Brett. 1982. *Causal Analysis : Assumption, Models and Data*. Sage, Beverly Hill, Ca.

Joreskog, Karl dan Sorbom, D. 1989. *Lisrel 7 User's Reference Guide*, Scientific Software International..

Mulaik, S.A., James L.R., Alstine J.V., Bennet N., Lind dan Stilwell D.C. 1989. An Evaluation of Goodness of Fit Indices for Structural Equation Models, *Psychological Buletin*, **103**: 430-455.

Namin, A. 2017. Revisiting Costumers' Perception of Service Quality in Fast Food Restaurants. *Journal Of Retailing and Consumer Services*, **34**: 70-81.

Tjiptono, F. 2002. *Perspektif Managemen dan Pemasaran Kontemporer*. 1<sup>st</sup> Edition. Andi, Yogyakarta.

Wijanto, S.H. 2008. *Sructural Equation Modeling dengan Lisrel 8.8*. Graha Ilmu, Yogyakarta.