

**METODE ESTIMASI *PARTIAL LEAST SQUARES* (PLS) PADA MODEL
PERSAMAAN STRUKTURAL
(Studi Kasus: Kepuasan Mahasiswa Unila Angkatan 2018 Terhadap
Kualitas *Google Classroom*)**

(Skripsi)

Oleh

KRISDIANA



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

ABSTRACT

PARTIAL LEAST SQUARES (PLS) ESTIMATION METHOD ON STRUCTURAL EQUATION MODELING (Case Study: Unila Students Satisfaction Badge 2018 on The Quality of Google Classroom)

By

KRISDIANA

PLS method is a statistical approach to maximize the variance of the endogenous latent variable that can be explained by the exogenous latent variable. PLS method is an alternative method to the covariance-based SEM method. The advantages of PLS are that it is nonparametric or doesn't need various assumptions and can work efficiently with small sample size and complex models. The purpose of this research is to estimate the model with PLS method. The results of the research show on the questionnaire data, there is one exogenous latent variable that has no significant effect on the endogenous latent variable, namely the quality of service interaction with an R^2 value in the model of 71,4%. In normal random data, there are two exogenous latent variables that have no significant effect on the endogenous latent variable, namely the quality of service interaction and the quality of the user interface with an R^2 value in the model of 70,1%.

Keywords: PLS method, structural equation modeling.

ABSTRAK

METODE ESTIMASI *PARTIAL LEAST SQUARES* (PLS) PADA MODEL PERSAMAAN STRUKTURAL (Studi Kasus: Kepuasan Mahasiswa Unila Angkatan 2018 Terhadap Kualitas *Google Classroom*)

Oleh

KRISDIANA

Metode PLS merupakan pendekatan statistik untuk memaksimalkan variansi dari variabel laten *endogen* yang dapat dijelaskan oleh variabel laten *eksogen*. Metode PLS merupakan metode alternatif dari SEM yang berbasis kovarian. Keunggulan dari PLS adalah bersifat nonparametrik atau tidak perlu berbagai asumsi dan dapat bekerja secara efisien dengan ukuran sampel yang kecil dan model kompleks. Tujuan dari penelitian ini untuk mengestimasi model dengan metode PLS. Dari hasil penelitian pada data kuisioner terdapat satu variabel laten *eksogen* yang tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel laten *endogen* yaitu kualitas interaksi layanan dengan nilai R^2 pada model sebesar 71,4%. Pada data normal acak terdapat dua variabel laten *eksogen* yang tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel laten *endogen* yaitu kualitas interaksi layanan dan kualitas antar muka pengguna dengan nilai R^2 pada model sebesar 70,1%.

Kata kunci: metode PLS, model persamaan struktural.

**METODE ESTIMASI *PARTIAL LEAST SQUARES* (PLS) PADA MODEL
PERSAMAAN STRUKTURAL
(Studi Kasus: Kepuasan Mahasiswa Unila Angkatan 2018 Terhadap
Kualitas *Google Classroom*)**

Oleh

KRISDIANA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

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



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

Judul Skripsi

:METODE ESTIMASI PARTIAL LEAST SQUARES (PLS) PADA MODEL PERSAMAAN STRUKTURAL (Studi Kasus: Kepuasan Mahasiswa Unila Angkatan 2018 Terhadap Kualitas Google Classroom)

Nama Mahasiswa

: **Krisdiana**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1717031062

Jurusan

: Matematika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Drs. Eri Setiawan, M.Si.

NIP 19581101 198803 1 002

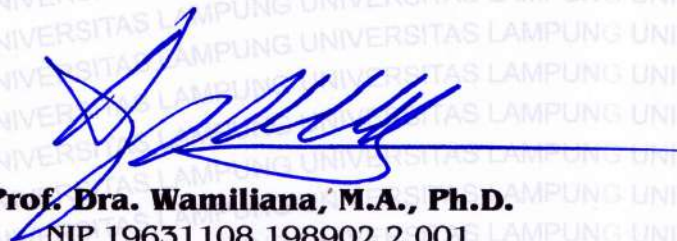


Dra. Dorrah Aziz, M.Si.

NIP 19610128 198811 2 001

A. N.

2. Ketua Jurusan Matematika



Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.

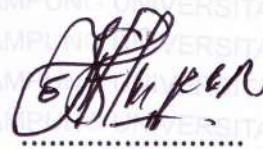
NIP 19631108 198902 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

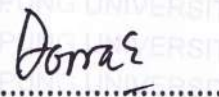
Ketua

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



Sekretaris

: **Dra. Dorrah Aziz, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **05 Juli 2021**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : **Krisdiana**
Nomor Pokok Mahasiswa : **1717031062**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **METODE ESTIMASI *PARTIAL LEAST SQUARES* (PLS) PADA MODEL PERSAMAAN STRUKTURAL (Studi Kasus: Kepuasan Mahasiswa Unila Angkatan 2018 Terhadap Kualitas *Google Classroom*)**

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

Bandar Lampung, 05 Juli 2021
menyatakan,



Krisdiana
NPM. 1717031062

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Krisdiana, lahir pada 18 September 1999 di Way Kanan, Lampung. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Karyanto dan Ibu Sumaryati.

Penulis telah menempuh pendidikan di SDN 1 Bandar Sari pada tahun 2005-2011. Kemudian melanjutkan ke sekolah menengah pertama di MTs. Miftahul Ulum pada tahun 2011-2014. Dan belajar pada jenjang SMA di SMAN 1 Way Tuba pada tahun 2014-2017.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2017.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Basungan, Kecamatan Pagar Dewa, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung pada tahun 2020 dan pada tahun yang sama penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi (BMBK) Provinsi Lampung.

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

“Life is a sculpture that you cast as you make mistakes and learn from them”

(Kim Namjoon)

“Happiness is not something that you have to achieve, you can still feel happy during the process of achieving something”

(Kim Namjoon)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah,

Puji dan syukur terpanjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya.

Dengan segala ketulusan hati penulis persembahkan sebuah karya sederhana ini kepada:

Ayah, ibu dan kakek yang selalu tulus mendoakan setiap waktu, menyayangi, mendidik dan selalu memberikan semangat untuk keberhasilan penulis serta pengorbanan yang tidak akan pernah terbayarkan oleh apapun.

Untuk diani saudariku yang selalu memberikan keceriaan, semangat, bantuan dan dukungan serta doa yang tidak pernah hentinya untukku.

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya dan yang tak ternilai kepada:

1. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si., sebagai Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahnya dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si., sebagai Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan selama proses penulisan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si., sebagai Penguji yang telah memberikan saran dan evaluasi yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si., sebagai Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan selama perkuliahan.
5. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, MA., Ph.D., sebagai Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Para Dosen dan Staf Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

8. Ayah, Ibu, Kakek dan Diani yang selalu memberikan doa, dukungan dan kasih sayang kepada penulis.
9. Sahabatku Fatma Dewi, Desy Nur Fitriana, Bella Mutiah dan Eka Nurita Sari yang selalu ada di segala kondisi, memberi semangat dan keceriaan kepada penulis.
10. Semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penelitian selanjutnya agar lebih baik.

Bandar Lampung, Juli 2021
Penulis,

Krisdiana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Structural Equation Modeling</i> (SEM).....	4
2.2 Variabel-variabel dalam SEM	5
2.2.1 Variabel Laten	5
2.2.2 Variabel Teramati	6
2.3 Model-model dalam SEM	6
2.3.1 Model Struktural.....	7
2.3.2 Model Pengukuran.....	8
2.4 Galat dalam SEM	9
2.5 Uji Validitas.....	10
2.6 Uji Reliabilitas.....	10
2.7 SEM dengan Metode PLS	11
2.7.1 Langkah-langkah Analisis SEM dengan Metode PLS	12
2.8 Model Indikator Formatif dan Model Indikator Reflektif.....	13
2.9 Kriteria-kriteria Kualitas Model Pengukuran	14
2.10 Kriteria-kriteria Kualitas Model Struktural	15
2.11 Pengujian Hipotesis	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Data Penelitian.....	18
3.3 Metode Penelitian	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Estimasi Parameter SEM dengan PLS.....	23
4.2 Uji Validitas dan Reliabilitas Data Kuisisioner dan Data Normal Acak	27

4.2.1 Uji Validitas Data Kuisisioner dan Data Normal Acak	27
4.2.2 Uji Reliabilitas Data Kuisisioner dan Data Normal Acak	29
4.3 Spesifikasi Model	29
4.3.1 Spesifikasi Model Struktural.....	30
4.3.2 Spesifikasi Model Pengukuran.....	31
4.4 Konstruksi Diagram Jalur.....	33
4.5 Estimasi Parameter SEM dengan Metode PLS	34
4.5.1 Evaluasi Model Pengukuran	35
4.5.2 Evaluasi Model Struktural.....	45
4.6 Pengujian Hipotesis	47
4.6.1 Uji Hipotesis Model Pengukuran.....	47
4.6.2 Uji Hipotesis Model Struktural	49
V. KESIMPULAN	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Variabel penelitian.....	19
2. Uji validitas 100 sampel data kuisiner.....	27
3. Uji validitas 100 sampel data normal acak.....	28
4. Uji reliabilitas data kuisiner.....	29
5. Uji reliabilitas data normal acak.....	29
6. Nilai <i>loading factor</i> data kuisiner.....	36
7. Nilai <i>loading factor</i> data normal acak.....	36
8. Nilai <i>cross loading</i> data kuisiner.....	37
9. Nilai <i>cross loading</i> data normal acak.....	38
10. Nilai <i>loading factor</i> re-estimasi data kuisiner.....	41
11. Nilai <i>loading factor</i> re-estimasi data normal acak.....	41
12. Nilai <i>cross loading</i> re-estimasi data kuisiner.....	42
13. Nilai AVE data kuisiner.....	43
14. Nilai <i>cross loading</i> re-estimasi data normal acak.....	43
15. Nilai AVE data normal acak.....	44
16. Nilai <i>composite reliability</i> data kuisiner.....	45
17. Nilai <i>composite reliability</i> data normal acak.....	45
18. <i>R-Square</i>	46
19. <i>Outer loadings</i> data kuisiner.....	48

20.	<i>Outer loadings</i> data normal acak.....	49
21.	<i>Path coefficients</i> data kuisiner.....	50
22.	<i>Path coefficients</i> data normal acak.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Variabel laten <i>eksogen</i> dan <i>endogen</i>	6
2. Simbol variabel teramati.....	6
3. <i>Path diagram</i> model struktural.....	7
4. <i>Path diagram</i> model pengukuran.....	9
5. Model persamaan struktural kepuasan mahasiswa.....	20
6. Model struktural.....	30
7. Model pengukuran.....	32
8. Diagram jalur.....	34
9. Diagram jalur estimasi parameter data kuisioner.....	34
10. Diagram jalur estimasi parameter data normal acak.....	35
11. Diagram jalur setelah re-estimasi data kuisioner.....	40
12. Diagram jalur setelah re-estimasi data normal acak.....	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Penelitian adalah proses atau kegiatan dalam penyelidikan sistematis yang bertujuan untuk memberikan informasi dalam memecahkan masalah (Cooper dan Emory, 1995). Dalam sebuah penelitian, teknik pengambilan data merupakan faktor penting dalam keberhasilan penelitian. Hal tersebut berkaitan dengan bagaimana cara mengumpulkan data, siapa sumbernya dan apa yang akan digunakan. Terdapat beberapa teknik untuk mengumpulkan data, salah satunya adalah kuisisioner. Dalam format kuisisioner, terdapat indikator yang merupakan item-item pertanyaan dari setiap variabel yang dihipotesiskan. Variabel yang diperoleh dari responden melalui pengumpulan data ini biasanya disebut variabel indikator. Variabel indikator merupakan variabel yang dapat diukur secara langsung. Untuk melihat hubungan kausal antara variabel-variabel yang dapat diukur secara langsung dan menduga hubungan lebih dari satu persamaan maka digunakan model persamaan struktural (*structural equation modelling*).

Structural Equation Modelling (SEM) pertama dikenalkan oleh seorang ilmuwan bernama Joreskog pada tahun 1970. SEM merupakan metode statistika yang mampu menganalisis pola hubungan antara variabel laten dan indikatornya. SEM pada dasarnya merupakan gabungan dari analisis regresi, analisis jalur dan

analisis faktor. Dalam SEM terdapat beberapa asumsi yang harus terpenuhi diantaranya ukuran sampel, normalitas multivariat dan multikolinieritas.

Dalam perkembangan, SEM terbagi atas dua jenis, yaitu kovarian dan varian.

Salah satu perbedaan keduanya terletak pada tujuan penggunaan. Pengujian teori lebih tepat untuk dilakukan dengan SEM berbasis kovarian, namun untuk pengembangan teori, SEM berbasis varian lebih tepat untuk dilakukan. Namun demikian, keduanya dapat dilakukan untuk melakukan pengujian kausalitas.

Salah satu metode yang menggunakan SEM berbasis varian adalah metode *Partial Least Squares* (PLS) (Hair, dkk, 2013).

Metode PLS merupakan sebuah pendekatan pemodelan kausal yang bertujuan memaksimalkan variansi dari variabel laten *endogen* yang dapat dijelaskan oleh variabel laten *eksogen*. PLS juga dapat bekerja secara efisien dengan ukuran sampel yang kecil dan model yang kompleks. Salah satu keunggulan PLS adalah bersifat nonparametrik atau tidak membutuhkan berbagai asumsi dan jumlah sampel yang digunakan dalam PLS tidak perlu besar, yaitu antara 30 sampai 100 sampel, metode PLS sudah dapat digunakan dengan ukuran sampel demikian (Abdillah dan Hartono, 2015).

Pada penelitian sebelumnya oleh Marlina (2020), dilakukan analisis pengaruh antar variabel laten dengan metode PLS yang melibatkan 25 variabel indikator dengan ukuran sampel 89. Pada penelitian kali ini penulis akan mengkaji metode PLS pada model persamaan struktural menggunakan data bangkitan berdistribusi normal dan data survei kuisioner kepuasan mahasiswa Universitas Lampung

angkatan 2018 dalam menggunakan *google classroom* yang melibatkan 18 variabel indikator dengan ukuran sampel 100.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji metode PLS pada model persamaan struktural kemudian melakukan estimasi dengan metode PLS pada model persamaan struktural.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Menambah pengetahuan mengenai metode PLS pada SEM dalam *software* SmartPLS.
2. Mengetahui hasil estimasi pada model persamaan struktural dengan metode PLS.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Structural Equation Modeling* (SEM)

Menurut Ghozali (2008), SEM merupakan gabungan dari dua metode statistik yang terpisah yaitu analisis faktor yang dikembangkan di ilmu psikologi dan psikometri serta model persamaan simultan yang dikembangkan di ekonometrika.

Menurut Hair, dkk., (2010), SEM adalah suatu teknik statistik yang mampu menganalisis pola hubungan antara variabel laten dan indikatornya, variabel laten yang satu dengan lainnya, serta kesalahan pengukuran secara langsung. SEM memungkinkan dilakukannya analisis di antara beberapa variabel dependen dan independen secara langsung.

Secara umum, model persamaan struktural didefinisikan sebagai berikut:

Misalkan vektor acak $\eta^T = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_m)$ dan $\xi^T = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ berturut-turut adalah variabel laten *endogen* dan *eksogen* yang membentuk persamaan simultan dengan sistem hubungan persamaan linier:

$$\eta = \mathbf{B}\eta + \mathbf{\Gamma}\xi + \zeta \quad (2.1)$$

dengan,

\mathbf{B} : matriks koefisien peubah laten *endogen* berukuran $m \times m$

$\mathbf{\Gamma}$: matriks koefisien peubah laten *eksogen* berukuran $m \times n$

η : vektor peubah laten *endogen* berukuran $m \times 1$

ξ : vektor peubah laten *eksogen* berukuran $n \times 1$

ζ : vektor sisaan acak hubungan antara η dan ξ berukuran $m \times 1$.

Dengan asumsi $E(\eta) = 0$, $E(\xi) = 0$, $E(\zeta) = 0$; ξ tidak berkorelasi dengan ζ .

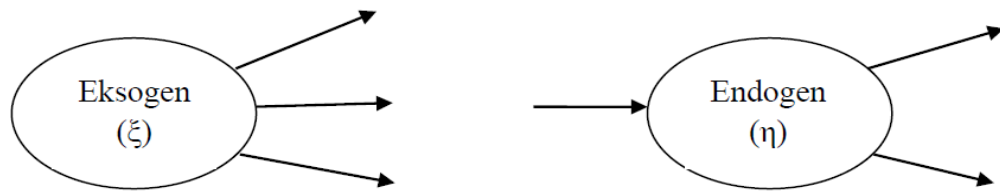
2.2 Variabel-variabel dalam SEM

Variabel-variabel dalam SEM masing-masing saling mempengaruhi. Adapun variabel dalam SEM meliputi variabel laten dan variabel teramati (indikator).

Pemberian nama variabel pada diagram jalur bisa mengikuti notasi matematiknya atau sesuai dengan nama atau kode dari variabel tersebut.

2.2.1 Variabel Laten

Variabel laten sering disebut juga variabel konstruk. Variabel laten merupakan konsep abstrak yaitu hanya dapat diamati secara tidak langsung dan tidak sempurna melalui efeknya pada variabel teramati, sebagai contoh: perilaku orang, sikap, perasaan dan motivasi. Dalam SEM, mempunyai dua jenis variabel laten yaitu *eksogen* dan *endogen*. Variabel *eksogen* merupakan 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 ξ (*ksi*) dan variabel laten *endogen* ditandai dengan huruf Yunani η (*eta*).



Gambar 1. Variabel laten *eksogen* dan *endogen*.

2.2.2 Variabel Teramati

Variabel teramati atau variabel terukur adalah variabel yang dapat diamati atau dapat diukur secara empiris dan sering disebut sebagai indikator. Variabel teramati merupakan efek atau ukuran dari variabel laten. Variabel teramati yang berkaitan atau merupakan efek dari variabel laten *eksogen* (ξ) diberi notasi matematik dengan label X, sedangkan yang berkaitan dengan variabel laten endogen (η) diberi label Y.



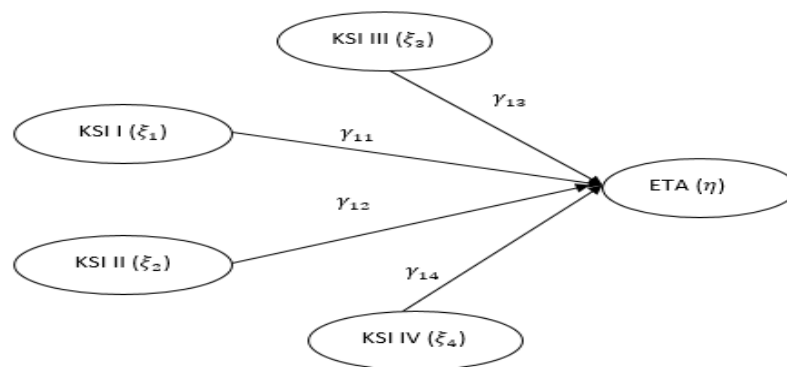
Gambar 2. Simbol variabel teramati.

2.3 Model-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).

2.3.1 Model Struktural

Menurut Chin (1998) model struktural menggambarkan hubungan antara variabel laten *eksogen* dengan variabel laten *endogen*. Parameter yang menunjukkan regresi variabel laten *endogen* pada variabel laten *eksogen* diberi label dengan huruf Yunani γ (*gamma*), sedangkan untuk regresi variabel laten *endogen* pada variabel laten *endogen* yang lain diberi label huruf Yunani β (*beta*). Dalam SEM variabel-variabel laten *eksogen* boleh ber-“*covary*” secara bebas dan matrik kovarian variabel ini diberi tanda huruf Yunani Φ (*phi*).



Gambar 3. *Path diagram* model struktural.

Notasi matematik model struktural pada Gambar 3 dapat ditulis sebagai berikut:

$$\eta = \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 + \gamma_{13}\xi_3 + \gamma_{14}\xi_4 + \zeta \quad (2.2)$$

Bentuk matriks dari persamaan (2.2) adalah

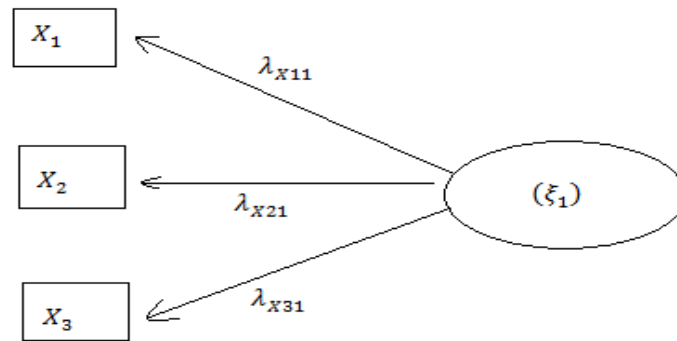
$$[\eta] = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \gamma_{14} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \\ \xi_4 \end{bmatrix} + [\zeta]$$

2.3.2 Model Pengukuran

Model pengukuran (*measurement model*) adalah bagian dari SEM yang menspesifikasikan indikator (*observed variable*) untuk setiap variabel laten (konstruk), serta menghitung nilai reabilitas untuk konstruk tersebut, atau model yang menjelaskan operasionalisasi variabel penelitian menjadi indikator-indikator terukur yang dinyatakan dalam bentuk diagram jalur dan atau persamaan matematik tertentu.

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. Dalam model ini, setiap variabel laten dimodelkan sebagai sebuah faktor yang mendasari variabel-variabel teramati yang terkait. “Muatan-muatan faktor” atau “*factor loadings*” yang menghubungkan variabel-variabel laten dengan variabel-variabel teramati diberi label dengan huruf Yunani λ (*lambda*). SEM mempunyai dua matrik *lambda* yang berbeda, yaitu satu matriks pada sisi X dan matriks lainnya pada sisi Y. Notasi λ pada sisi X adalah (*lambda X*) sedangkan pada sisi Y adalah (*lambda Y*).

Model pengukuran yang paling umum dalam aplikasi SEM ialah model pengukuran *kon-generik* (*congeneric measurement*), di mana setiap ukuran atau variabel teramati hanya berhubungan dengan satu variabel laten dan semua kovariansi di antara variabel-variabel teramati adalah sebagai akibat dari hubungan antara variabel teramati dan variabel laten.



Gambar 4. *Path diagram* model pengukuran.

Notasi matematik model struktural pada Gambar 4 dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_1 = \lambda_{x11}\xi_1 \quad (2.3)$$

$$X_2 = \lambda_{x21}\xi_1 \quad (2.4)$$

$$X_3 = \lambda_{x31}\xi_1 \quad (2.5)$$

2.4 Galat dalam SEM

Menurut Wijanto (2008), terdapat dua macam galat dalam model persamaan struktural yaitu sebagai berikut:

1. Galat struktural yang diberi label dengan huruf Yunani ζ (*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.
2. Galat pengukuran digunakan untuk memodelkan indikator-indikator atau variabel teramati yang tidak dapat secara sempurna mengukur variabel laten terkait. Galat 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*).

2.5 Uji Validitas

Menurut Arikunto (2006), validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan suatu kuisioner. Suatu kuisioner yang valid mempunyai validitas tinggi. Rumus yang digunakan untuk menunjukkan validitas adalah rumus korelasi yang dikemukakan oleh *pearson* sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}} \quad (2.6)$$

dengan,

r_{xy} : koefisien korelasi *pearson*

n : jumlah subjek uji coba

$\sum_{i=1}^n x_i$: jumlah skor butir

$\sum_{i=1}^n y_i$: jumlah skor total

Selanjutnya angka korelasi yang diperoleh dibandingkan dengan angka kritik tabel korelasi nilai r_{tabel} . 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.

2.6 Uji Reliabilitas

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

tersebut sudah baik. Dalam pengujian untuk mencari *reliabilitas instrumen* yang skornya bukan 1 dan 0. Rumus yang digunakan untuk mencari reliabilitas adalah rumus *alpha* sebagai berikut:

$$r_{11} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (2.7)$$

dengan,

r_{11} : *reliabilitas instrumen*

k : banyaknya butir pertanyaan atau banyaknya soal

$\sum \sigma_i^2$: jumlah varians butir

σ_t^2 : varians total

Apabila nilai r_{11} ini dikonsultasikan dengan *r pearson*, dapat diketahui bahwa lebih kecil dari r_{tabel} yang ada. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kuesioner tersebut reliabel. Dalam pengujian reliabilitas peneliti menggunakan *software SPSS* dengan melihat nilai *Cronbach's Alpha*.

2.7 SEM dengan Metode PLS

Menurut Abdillah dan Hartono (2015), PLS adalah analisis persamaan struktural berbasis varian yang secara simultan dapat melakukan pengujian model pengukuran sekaligus model struktural. Model pengukuran digunakan untuk uji validitas dan reliabilitas, sedangkan model struktural digunakan untuk uji kausalitas (pengujian hipotesis dengan model prediksi).

PLS memiliki asumsi data penelitian bebas distribusi, artinya data penelitian tidak mengacu pada salah satu distribusi tertentu (misalnya distribusi normal). PLS merupakan metode alternatif dari SEM yang dapat digunakan

untuk mengatasi permasalahan hubungan di antara variabel yang kompleks namun ukuran sampel datanya kecil (30 sampai 100), mengingat SEM memiliki ukuran sampel data minimal 100. Model jalur dalam PLS terdiri dari 3 set hubungan, yaitu *inner model* yang menspesifikasikan hubungan antar variabel laten, *outer model* menspesifikasikan hubungan antara variabel laten dengan variabel indikator, *weight relation* yang mengestimasi nilai dari variabel laten.

2.7.1 Langkah-langkah Analisis SEM dengan Metode PLS

Analisis data dan pemodelan persamaan struktural dengan menggunakan *software* PLS adalah sebagai berikut:

1. Merancang Model Struktural (*Inner Model*)

Model struktural menggambarkan hubungan antar variabel laten berdasarkan pada *substantive theory*.

2. Merancang Model Pengukuran (*Outer Model*)

Model pengukuran mendefinisikan bagaimana setiap blok indikator berhubungan dengan variabel latennya. Perancangan model pengukuran menentukan sifat indikator dari masing-masing variabel laten, apakah reflektif atau formatif, berdasarkan definisi operasional variabel.

3. Mengkonstruksi Diagram Jalur (*Path Diagram*)

Diagram jalur dikonstruksi menggunakan *path models* yang menjelaskan pola hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya.

4. Konversi Diagram Jalur ke Sistem Persamaan

5. Estimasi Parameter dengan metode PLS

Metode pendugaan parameter (estimasi) dalam PLS adalah metode kuadrat terkecil (*least square methods*). Proses perhitungan dilakukan dengan cara iterasi, dimana iterasi akan berhenti jika telah mencapai kondisi konvergen.

Pendugaan parameter di dalam PLS meliputi 3 hal, yaitu:

- a) Estimasi bobot (*weight estimate*) untuk membuat bobot atau menciptakan *score factor* pada variabel laten.
- b) Estimasi jalur (*path estimate*) dilakukan untuk menghubungkan antar variabel laten (koefisien jalur) dan antara variabel laten dengan indikatornya.
- c) Estimasi rata-rata (*mean*) dan parameter lokasi untuk indikator dan variabel laten.

6. Evaluasi *Goodness of Fit*

7. Pengujian Hipotesis

2.8 Model Indikator Formatif dan Model Indikator Reflektif

Menurut Hanseler, dkk., (2009), dalam PLS terdapat dua macam hubungan antara variabel indikator dan variabel laten, yaitu model indikator reflektif dan model indikator formatif. Model indikator reflektif sering disebut sebagai *principal factor model* yang berarti variabel indikator dipengaruhi oleh variabel laten. Arah sebab akibat adalah dari variabel laten ke variabel indikator dengan demikian indikator-indikator merupakan refleksi variansi dari variabel laten, sehingga perubahan pada variabel laten diharapkan akan menyebabkan perubahan pada semua indikatornya. Model indikator formatif merupakan kebalikan dari model indikator reflektif dimana model formatif mengasumsikan bahwa variabel

indikator mempengaruhi variabel laten. Arah sebab akibat yang berasal dari indikator menuju ke variabel laten. Hal ini dapat terjadi jika suatu variabel laten didefinisikan sebagai kombinasi dari indikator-indikatornya. Dengan demikian perubahan yang terjadi pada indikator-indikator akan tercermin pada perubahan variabel latennya.

2.9 Kriteria Kualitas Model Pengukuran

Menurut Hair, dkk., (2014), ada 3 kriteria yang harus dipenuhi dalam model pengukuran agar dapat dikatakan valid dan memenuhi syarat, yaitu sebagai berikut:

1. *Convergent validity* merupakan derajat kesesuaian antara atribut hasil pengukuran alat ukur dan konsep-konsep teoritis yang menjelaskan keberadaan atribut-atribut dari variabel tersebut. Parameter yang digunakan untuk melihat *convergent validity* adalah *loading factor* dan *Average Variance Extracted* (AVE).

$$AVE = \frac{\sum \lambda_i^2}{\sum \lambda_i^2 + \sum Var(\varepsilon_i)}, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.8)$$

dimana, $\sum \lambda_i^2$ adalah jumlah kuadrat komponen *loading factor* pada variabel laten ke- i dan $Var(\varepsilon_i) = 1 - \sum \lambda_i^2$. Nilai AVE minimal 0,5 untuk menunjukkan ukuran validitas konvergen yang baik (Vinzi, dkk., 2010).

2. *Discriminant validity* merujuk pada derajat ketidaksesuaian antara atribut-atribut yang seharusnya tidak diukur oleh alat ukur dan konsep-konsep teoritis tentang variabel tersebut. *Discriminant validity* dari model pengukuran reflektif dapat dihitung berdasarkan nilai *cross loading* dari variabel *manifest*

terhadap masing-masing variabel laten. Jika korelasi antara variabel laten dengan setiap indikatornya (variabel *manifest*) lebih besar daripada dengan korelasi antara variabel laten lainnya, maka variabel laten tersebut dapat dikatakan memprediksi indikatornya lebih baik daripada variabel laten lainnya.

3. Reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya untuk diandalkan. Nilai reliabilitas dari peubah laten adalah nilai yang mengukur kestabilan dan konsistenan dari pengukuran reliabilitas gabungan. *Composite reliability* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$CR = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum Var(\varepsilon_i)} \quad (2.9)$$

Reliabilitas juga dapat dilihat dari nilai *cronbach alpha*. Data yang memiliki nilai *Composite reliability* dan *cronbach alpha* > 0,7 mempunyai reliabilitas yang tinggi.

2.10 Kriteria Kualitas Model Struktural

Menurut Hair, dkk., (2013), untuk mengevaluasi model struktural dapat menggunakan kriteria *r-squared* dan *q-squared*. Nilai *r-squared* digunakan untuk menyatakan persentase varian yang dapat dijelaskan oleh variabel laten *endogen*. Secara matematis rumus *r-squared* adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (2.10)$$

Nilai *q-squared* menunjukkan kapabilitas prediksi model. Secara matematis, rumus *q-squared* adalah sebagai berikut:

$$Q^2 = 1 - \left((1 - R_1^2)(1 - R_2^2) \dots (1 - R_i^2) \right), i = 1, \dots, n \quad (2.11)$$

Karakteristik penilaian yang digunakan dalam *q-squared* ini adalah apabila hasilnya menunjukkan nilai lebih dari nol, maka dikatakan bahwa model struktural memiliki kemampuan prediksi yang relevan.

2.11 Pengujian Hipotesis

Menurut Hair, dkk., (2011), pengujian hipotesis dilakukan menggunakan metode *resampling bootstrap* yang dikembangkan oleh Geisser dan Stone dengan banyaknya *bootstrap* 5000. Setiap ukuran *bootstrap* harus memiliki jumlah kasus yang sama dengan jumlah ukuran pengamatan yang asli.

Menurut Kastanja (2014), pada metode *bootstrap* dilakukan pengambilan *sampel* dengan pengembalian dari *sampel* data (*resampling with replacement*). Statistik uji yang digunakan adalah uji *t* untuk mengukur signifikan dari hubungan model jalur. Penerapan metode *resampling* memungkinkan berlakunya data berdistribusi bebas tidak memerlukan asumsi distribusi normal, serta tidak memerlukan asumsi sampel yang besar. Adapun rumus uji *t* sebagai berikut:

$$t = \frac{\hat{\gamma}}{SE(\hat{\gamma})} \quad (\text{inner model}) \text{ atau} \quad (2.12)$$

$$t = \frac{\hat{\lambda}}{SE(\hat{\lambda})} \quad (\text{outer model}) \quad (2.13)$$

dengan,

$\hat{\gamma}, \hat{\lambda}$: nilai estimasi parameter dari *inner model* dan *outer model*

$SE(\hat{\gamma}), SE(\hat{\lambda})$: standar error yang diperoleh dari *bootstrapp*

Uji *t* dengan $H_0 : \mu = \mu_0$ dan $H_1 : \mu \neq \mu_0$, memiliki aturan keputusan tolak H_0

jika $t > -t_{\alpha/2}$.

Menurut Saefuddin (2009), Apabila hasil pengujian pada *outer model* signifikan, maka indikator dapat digunakan sebagai instrumen pengukur variabel laten.

Sedangkan apabila hasil pengujian pada *inner model* adalah signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna antara variabel laten terhadap variabel laten lainnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada semester ganjil tahun akademik 2020/2021.

3.2 Data Penelitian

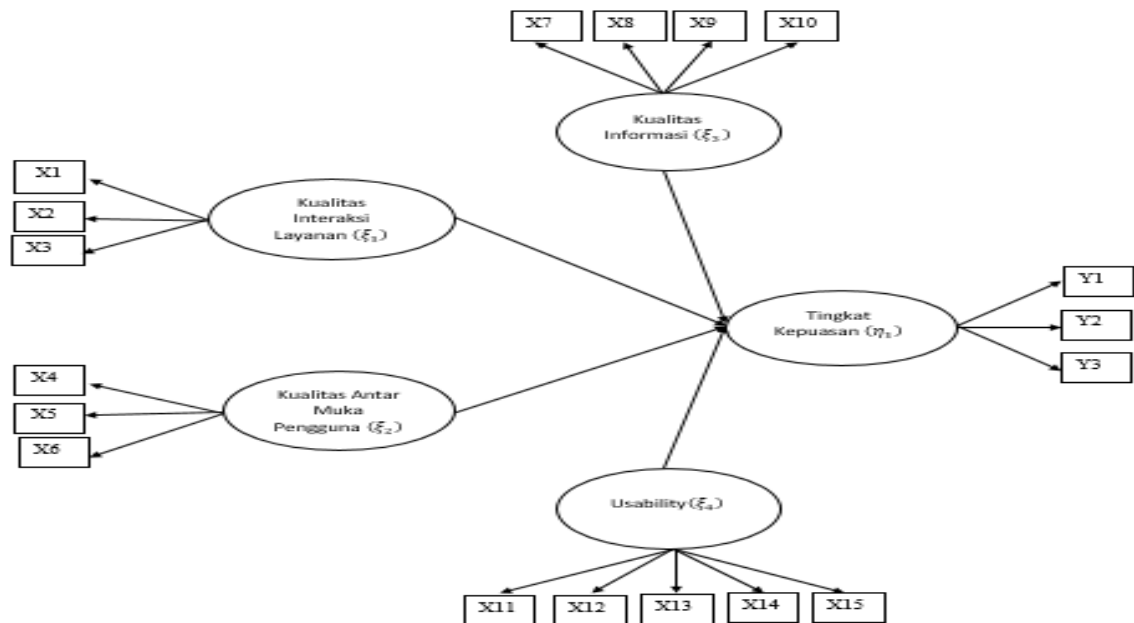
Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data bangkitan berdistribusi normal dan data dari hasil survei kuisioner pada mahasiswa angkatan 2018 Unila mengenai kepuasan mahasiswa menggunakan *google classroom* dalam pembelajaran secara *online*. Sampel yang digunakan sebanyak 100 dengan 5 variabel laten dan 18 variabel indikator.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel Laten	Variabel Indikator	Variabel	No. Butir
Kualitas Interaksi Layanan	<i>Google classroom</i> memudahkan untuk berkomunikasi dengan dosen	X1	1
	Mahasiswa merasa aman terhadap informasi pribadi	X2	2
	<i>Google classroom</i> memberikan ruang untuk personalisasi	X3	3
Kualitas Antar Muka Pengguna	<i>Google Classroom</i> menggunakan desain halaman yang sesuai	X4	4
	Kecepatan <i>download</i> pada <i>google classroom</i> baik	X5	5
	<i>Google classroom</i> memiliki tata letak yang terstruktur dan konsisten	X6	6
Kualitas Informasi	<i>Google classroom</i> menyediakan informasi yang akurat	X7	7
	<i>Google classroom</i> memberikan informasi tepat waktu	X8	8
	<i>Google classroom</i> memberikan informasi yang mudah dipahami	X9	9
	<i>Google classroom</i> memberikan informasi secara detail	X10	10
Usability	<i>Google classroom</i> mudah untuk digunakan	X11	11
	Interaksi mahasiswa dengan <i>google classroom</i> jelas dan dapat dimengerti	X12	12
	Menggunakan <i>google classroom</i> dapat meningkatkan produktivitas mahasiswa	X13	13
	Mahasiswa dengan mudah dapat belajar melalui <i>google classroom</i>	X14	14
	<i>Google classroom</i> menciptakan pengalaman positif bagi mahasiswa	X15	15
Tingkat Kepuasan	Mahasiswa nyaman menggunakan <i>google classroom</i>	Y1	16
	Mahasiswa puas menggunakan <i>google classroom</i> dalam pembelajaran	Y2	17
	Cara kerja <i>google classroom</i> sudah seperti yang mahasiswa inginkan	Y3	18

Sumber: Marlina (2020)

Terdapat hubungan langsung antar sesama variabel laten sehingga dapat dirancang kerangka pemikiran seperti terlihat dalam *path diagram* pada konseptual di bawah ini.



Gambar 5. Model persamaan struktural kepuasan mahasiswa.

3.3 Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji estimasi parameter SEM dengan metode PLS
2. Menerapkan metode PLS dalam SEM pada data bangkitan berdistribusi normal dan data survei kuisioner dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 1. Menginput data kuisioner dan data normal acak dengan ukuran sampel 100.
 2. Pengujian validitas dan reliabilitas masing-masing data kuisioner dan data normal acak dengan menggunakan SPSS

3. Spesifikasi model dengan merancang model struktural dan model pengukuran
4. Membuat diagram jalur dengan membangun hubungan-hubungan antara variabel laten. Diagram jalur dibentuk berdasarkan hipotesis penelitian.
5. Estimasi parameter menggunakan *SmartPLS*
6. Evaluasi model pengukuran (*outer model*) diukur menggunakan *Discriminant validity* dan *composite reliability*.
7. Evaluasi model struktural (*inner model*) dengan melihat nilai koefisien determinasi (*R-squared*) dan *Q-squared*.
8. Uji hipotesis menggunakan uji *t*.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model persamaan struktural setelah hasil re-estimasi pada data kuisisioner adalah

$$\hat{\eta} = 0,048\xi_1 + 0,197\xi_2 + 0,293\xi_3 + 0,453\xi_4$$

2. Model persamaan struktural setelah re-estimasi pada data normal acak dengan $n = 100$ adalah

$$\hat{\eta} = 0,140\xi_1 + 0,105\xi_2 + 0,223\xi_3 + 0,460\xi_4$$

3. Pada data kuisisioner memiliki nilai *r-square* 0,714 yang berarti tingkat kepuasan mahasiswa (η) dapat dijelaskan oleh kualitas interaksi layanan (ξ_1), kualitas antar muka pengguna (ξ_2), kualitas informasi (ξ_3) dan *usability* (ξ_4) sebesar 71,4%.
4. Pada data normal acak dengan $n = 100$ memiliki nilai *r-square* 0,701 yang berarti tingkat kepuasan mahasiswa (η) dapat dijelaskan oleh kualitas interaksi layanan (ξ_1), kualitas antar muka pengguna (ξ_2), kualitas informasi (ξ_3) dan *usability* (ξ_4) sebesar 70,1%.

5.2 Saran

Bagi para peneliti berikutnya agar dapat mengembangkan model dengan menambah variabel laten dan variabel indikator.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, W. & Hartono, J. 2015. *Partial Least Square (PLS)-Alternatif Structural Equation Modeling (SEM) Dalam Penelitian Bisnis*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Citra, Jakarta.
- Bollen, K.A. 1989. *Structural Equation Model with Latent Variable*. John Wiley & Sons, New York.
- Chin, W.W. 1998. The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. *Modern Methods for Business Research*. **295**(2): 295-336.
- Cooper, D.R.C. & Emory, W. 1995. *Metode Penelitian Bisnis*. Erlangga, Jakarta.
- Ghozali, I. 2008. *Structural Equation Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square(PLS)*. Ed ke-2. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hair, J.F., et al. 2010. *Multivariate Data Analysis*. 7th Edition. Prentice Hall, New Jersey.
- Hair, J.F., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. 2011. PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*. **19**(2): 139-152.
- Hair, J.F., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. 2013. Editorial-Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Rigorous Applications, Better Results and Higher Acceptance. *Long Range Planning*. **46**(2): 1-12.

- Hair, J.F., et al. 2014. *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Sage, Thousand Oaks California.
- Hanseler, J., Ringle, C.M., & Sinkovics, R. 2009. The Use of Partial Least Square Path Modeling in International Marketing. *New Challenges to International Marketing Advances in International Marketing*. **20**: 277-319.
- Kastanja, L.I. 2014. Structural Equation Modeling Berbasis Varian (SEM-PLS Spesial) untuk Pemodelan Status Resiko Kerawanan Pangan di Provinsi Papua dan Papua Barat. Tesis. Jurusan Statistika FMIPA ITS, Surabaya.
- Marliana, R.R. 2020. Partial Least Squares-Structural Equation Modeling pada Hubungan Antara Tingkat Kepuasan Mahasiswa dan Kualitas Google Classroom Berdasarkan Metode Webqual 4.0. *Jurnal Matematika, Statistik dan Komputasi*. **16**(2): 174-186.
- Saefuddin, A. 2009. *Statistika Dasar*. PT. Grasindo, Jakarta.
- Sanchez, G. 2013. *PLS Path Modeling with R*. Trowchez Editions. Berkeley.
- Setiawan, D. & Asnawi, N. 2017. Lectures Informatics Eigneering Study Program. *Icons*. **2**(2): 1168-1173.
- Sugiyono. 2008. *Statistika Untuk Penelitian*. CV. Alfabeta, Bandung.
- Vinzi, V.E., et al. 2010. *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Applications*. Springer, Berlin.
- Wijanto, S.H. 2008. *Structural Equation Modeling dengan LISREL 8.8*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wold, H. 1985. *Partial Least Square, Encyclopedia of Statistical Sciences*. Willey, New York.