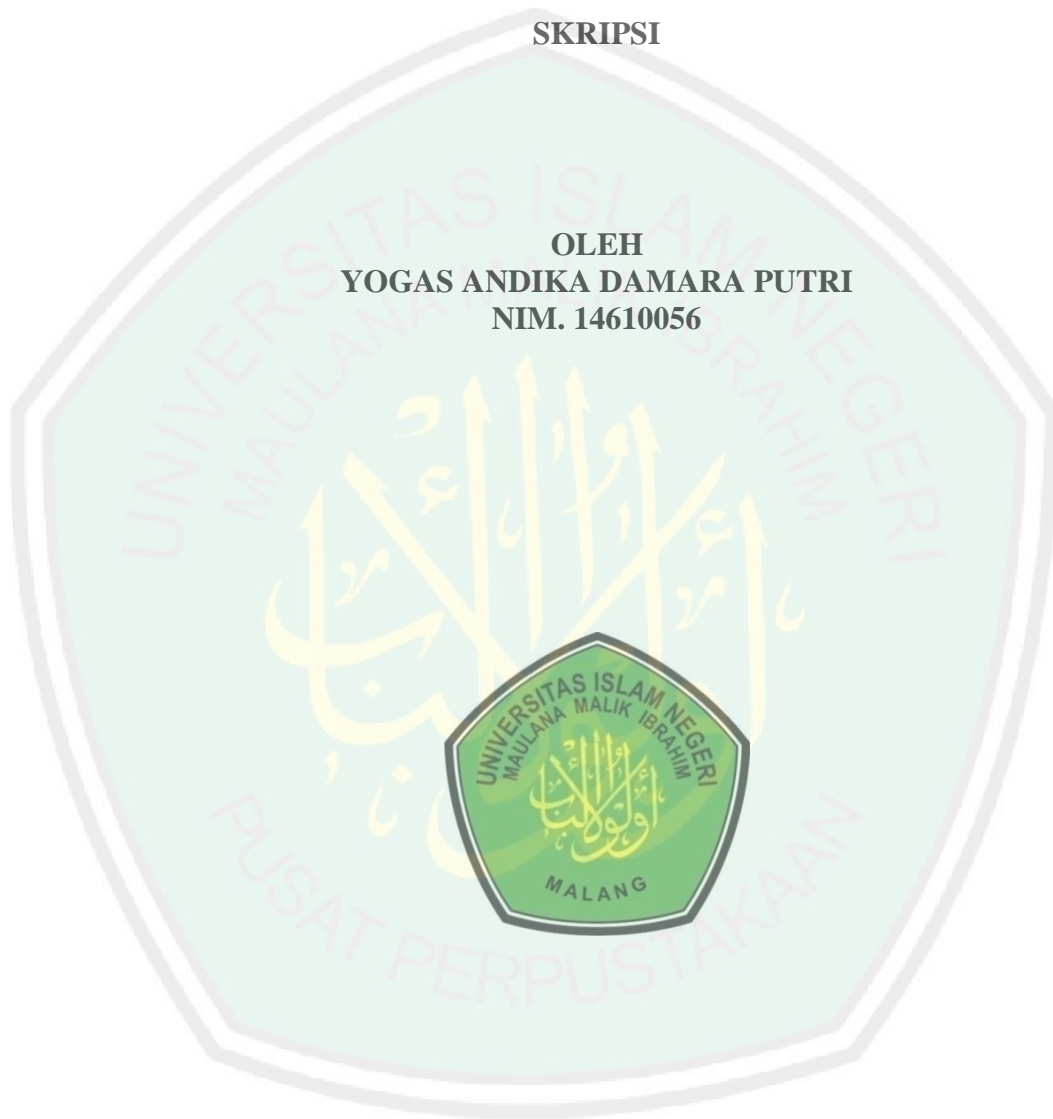


**PENDEKATAN *PARTIAL LEAST SQUARE CORRELATION*  
PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL**

**SKRIPSI**

**OLEH  
YOGAS ANDIKA DAMARA PUTRI  
NIM. 14610056**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**PENDEKATAN *PARTIAL LEAST SQUARE CORRELATION*  
PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh  
Yogas Andika Damara Putri  
NIM. 14610056**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**PENDEKATAN *PARTIAL LEAST SQUARE CORRELATION*  
PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL**

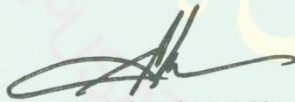
**SKRIPSI**


Oleh  
**Yogas Andika Damara Putri**  
**NIM. 14610056**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal 06 Juli 2018

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
Abdul Aziz, M.Si  
NIP. 19760318 200604 1 002

  
H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd  
NIP. 19710420 200003 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si  
NIP. 19650414 200312 1 001

**PENDEKATAN *PARTIAL LEAST SQUARE CORRELATION*  
PADA PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL**

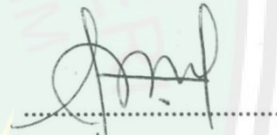
**SKRIPSI**

Oleh  
**Yogas Andika Damara Putri**  
NIM. 14610056

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 17 Juli 2018

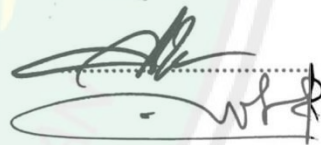
Penguji Utama : Anwar Fitrianto, M.Sc, Ph.D



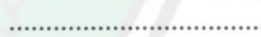
Ketua Penguji : Dr. Sri Harini, M.Si



Sekretaris Penguji : Abdul Aziz, M.Si



Anggota Penguji : H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si  
NIP. 19650414200312 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogas Andika Damara Putri  
NIM : 14610056  
Jurusan : Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan  
Persamaan Struktural

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Malang, 06 Juli 2018

Yang membuat pernyataan,



Yogas Andika Damara Putri  
NIM. 14610056

## MOTO

“Saya tidak bangga dengan keberhasilan yang saya tidak rencanakan  
sebagaimana saya tidak menyesal atas kegagalan  
yang terjadi di ujung usaha maksimal”

(Harun Al Rasyid)



## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tuaku Kushoyin dan Bibit Sutarmi yang doanya tak pernah putus untukku dan yang telah merawatku serta membimbingku sehingga aku bisa menjalani kehidupanku saat ini dengan penuh syukur. Dan kepada kakakku Diki Purgas Adiyaksa dan adikku Adis Wira Adya Garini yang selalu menjadi warna dan teman untuk berjuang.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh*

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan Persamaan Struktural”. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia ke jalan keselamatan.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penyelesaian dalam penulisan skripsi ini, yakni kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen wali yang telah membimbing serta senantiasa memberikan doa, arahan, nasihat, dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.



5. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan berbagai ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Segenap Dosen Jurusan Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mendidik, membimbing, mengajarkan dan mencurahkan ilmu-ilmunya.
7. Kedua orang tua penulis dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan perhatian, dukungan, materi, doa, semangat, kasih sayang, serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman jurusan matematika, kamar ABA 38, KKM kelompok 135, serta PKL Lapan 2017 yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
9. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung telah ikut memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis hanya bisa berdoa semoga semua bantuan, dukungan, semangat, dan motivasi dicatat sebagai amal ibadah disisi Allah SWT Demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, 06 Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b>	
<b>HALAMAN MOTO</b>	
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvi
<b>ABSTRAK</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>ملخص</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Korelasi .....	9
2.2 <i>Structural Equation Modeling</i> .....	10
2.2.1 Istilah dan Notasi dalam SEM .....	11
2.2.2 Variabel-variabel pada SEM .....	12
2.2.4 Model-model pada SEM.....	14
2.2.5 Kesalahan-Kesalahan dalam SEM.....	17
2.2.6 Bentuk Umum SEM .....	19
2.3 <i>Partial Least Square</i> .....	24
2.3.1 Pengertian PLS .....	25
2.3.2 Keunggulan dan Kelemahan PLS .....	25

2.3.3	Konstruk Reflektif dan Konstruk Formatif .....	26
2.3.4	Evaluasi Model dalam PLS .....	29
2.4	Singular Value Decomposition .....	34
2.5	Kinerja Dosen .....	35
2.6	Kepuasan Mahasiswa.....	36
2.7	Hasil Penelitian Sebelumnya .....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Pendekatan Penelitian .....	39
3.2	Sumber Data.....	39
3.3	Variabel Penelitian.....	39
3.4	Analisis Data .....	40
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pendekatan PLSC pada Pemodelan Persamaan Struktural dengan Metode SVD .....	42
4.1.1	Penentuan Model Struktural dengan Indikator Reflektif.....	42
4.1.2	Penentuan Model Struktural dengan Indikator Formatif.....	47
4.1.3	Pemusatan dan Penormalan Matriks.....	50
4.1.4	Penentuan Matriks Korelasi.....	53
4.1.5	Estimasi Variabel Laten dengan Metode SVD.....	54
4.2	Implementasi PLSC pada Pemodelan Persamaan Struktural.....	66
4.2.1	Analisis Deskriptif.....	66
4.2.2	Penentuan Model SEM.....	67
4.2.3	Estimasi Variabel Laten pada PLSC-SEM dengan Metode SVD .....	71
4.2.4	Validitas Model .....	74
4.3	Kajian Keagamaan Mengenai Korelasi .....	76
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran .....	80
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>		<b>82</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>		
<b>RIWAYAT HIDUP</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat Hubungan.....	9
---------------------------------	---

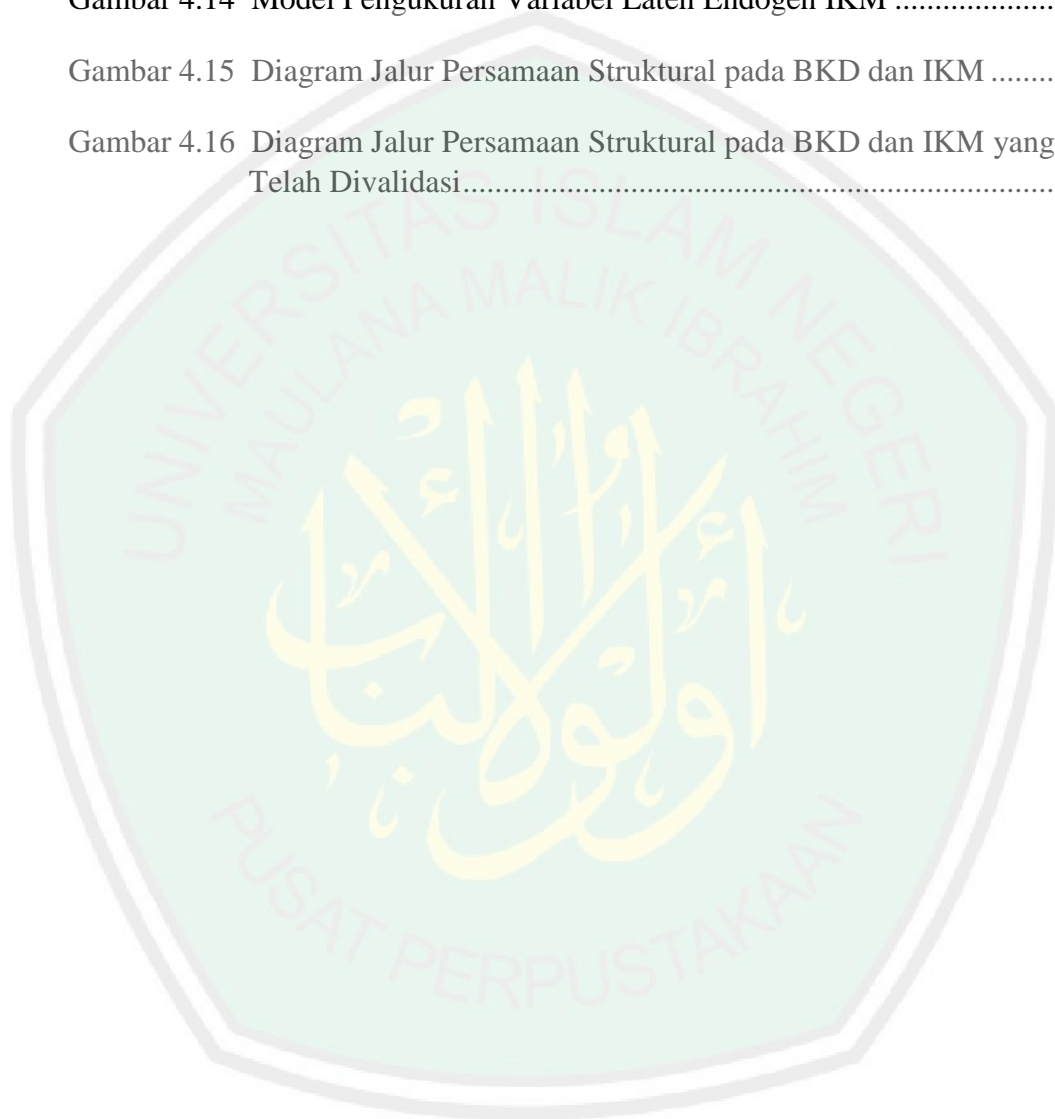


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Simbol Variabel Laten .....	13
Gambar 2.2	Variabel Laten Eksogen dan Endogen .....	13
Gambar 2.3	Simbol Variabel Teramati .....	14
Gambar 2.4	Model Struktural .....	15
Gambar 2.5	Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen.....	16
Gambar 2.6	Model Pengukuran Variabel Laten Endogen .....	16
Gambar 2.7	Kesalahan Struktural .....	18
Gambar 2.8	Kesalahan Pengukuran Variabel Laten Eksogen .....	18
Gambar 2.9	Kesalahan Pengukuran Variabel Laten Endogen.....	19
Gambar 2.10	Bentuk Umum SEM.....	19
Gambar 2.11	Konstruk Reflektif dan Konstruk Formatif .....	27
Gambar 2.12	Contoh Pengukuran Konstruk Konstruk Reflektif.....	28
Gambar 2.13	Contoh Pengukuran Konstruk Konstruk Formatif .....	28
Gambar 4.1	Diagram Lintasan <i>Full</i> dengan Indikator Reflektif.....	42
Gambar 4.2	Model Struktural/Variabel Laten dengan Indikator Reflektif.....	42
Gambar 4.3	Model Pengukuran pada Variabel Laten Eksogen dengan Indikator Reflektif .....	43
Gambar 4.4	Model Pengukuran pada Variabel Laten Endogen dengan Indikator Reflektif .....	45
Gambar 4.5	Diagram Lintasan <i>Full</i> dengan Indikator Formatif .....	47
Gambar 4.6	Model Struktural dengan Indikator Formatif .....	47
Gambar 4.7	Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen dengan Indikator Formatif .....	48
Gambar 4.8	Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen dengan Indikator Formatif .....	49
Gambar 4.9	Statistik Deskriptif Data BKD dan IKM.....	66



Gambar 4.10	Grafik Deskriptif Data BKD dan IKM.....	66
Gambar 4.11	Diagram Lintasan <i>Full</i> pada BKD dan IKM.....	68
Gambar 4.12	Model Struktural pada Pengaruh BKD terhadap IKM.....	69
Gambar 4.13	Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen BKD .....	69
Gambar 4.14	Model Pengukuran Variabel Laten Endogen IKM .....	70
Gambar 4.15	Diagram Jalur Persamaan Struktural pada BKD dan IKM .....	75
Gambar 4.16	Diagram Jalur Persamaan Struktural pada BKD dan IKM yang Telah Divalidasi.....	76



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Beban Kinerja Dosen (BKD) Semester Ganjil 2016/2017 Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.....	85
Lampiran 2	Data Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM) Semester Ganjil 2016/ 2017 Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.....	88
Lampiran 3	Normalisasi Data BKD dan IKM Dosen Semester Ganjil 2016/ 2017 Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.....	91
Lampiran 4	Variabel Laten BKD .....	98
Lampiran 5	Variabel Laten IKM.....	101
Lampiran 6	Hasil dengan Software SPSS 20.....	104
Lampiran 7	Skrip SEM-PLSC Menggunakan Metode SVD .....	106

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Nama	Ukuran	Keterangan
$\eta$	<i>Eta</i>	$m \times 1$	Variabel laten endogen
$\xi$	<i>Ksi</i>	$n \times 1$	Variabel laten eksogen
$\zeta$	<i>Zeta</i>	$m \times 1$	Kesalahan struktural
$\Gamma$	<i>Gamma</i>	$m \times n$	Matriks koefisien variabel laten eksogen
$B$	<i>Beta</i>	$m \times n$	Matriks koefisien variabel laten endogen
$Y$		$p \times 1$	Indikator $\eta$ yang diamati
$X$		$q \times 1$	Indikator $\xi$ yang diamati
$\varepsilon$	<i>Epsilon</i>	$q \times 1$	Kesalahan pengukuran untuk $Y$
$\delta$	<i>Delta</i>	$q \times 1$	Kesalahan pengukuran untuk $X$
$\Lambda_Y$	<i>Lambda Y</i>	$p \times m$	Matriks koefisien yang berkaitan $Y$ untuk $\eta$
$\Lambda_X$	<i>Lambda X</i>	$q \times n$	Matriks koefisien yang berkaitan $X$ untuk $\xi$
$\Theta_\delta$	<i>Theta-Delta</i>	$q \times q$	Matriks kovarian dari $\delta$
$\Theta_\varepsilon$	<i>Theta-Epsilon</i>	$p \times p$	Matriks kovarian dari $\varepsilon$
$\Psi$	<i>Psi</i>	$m \times m$	Matriks kovarian dari kesalahan struktural $\xi$
$\Phi$	<i>Phi</i>	$n \times n$	Matriks kovarian dari $\xi$
$L_X$		$p \times q$	Variabel laten $X$
$L_Y$		$p \times q$	Variabel laten $Y$
$Z_Y$		$p \times 1$	Indikator $\eta$ yang telah dipusatkan dan dinormalkan
$Z_X$		$q \times 1$	Indikator $\xi$ yang telah dipusatkan dan dinormalkan
$U$		$q \times r$	Nilai singular kiri
$V$		$q \times r$	Nilai singular kanan
$\Delta$		$r \times r$	Nilai singular berupa matriks diagonal

## ABSTRAK

Putri, Yogas Andika Damara. 2018. **Pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan Persamaan Struktural**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd.

**Kata Kunci:** SEM, PLSC, SVD, IKM, BKD

Pemodelan persamaan struktural (SEM) merupakan pemodelan yang bertujuan mengukur atau menganalisis hubungan antarbeberapa variabel laten serta variabel laten dengan indikator-indikatornya secara simultan. Sering dijumpai pada beberapa penelitian bahwa data yang digunakan tidak berdistribusi tertentu, oleh karena itu SEM berbasis varians atau sering disebut dengan SEM *Partial Least Square* (SEM-PLS) tidak mensyaratkan distribusi tertentu maupun jumlah sampel yang besar. Terdapat tiga pendekatan pada PLS, namun jika tujuannya adalah untuk mencari informasi bersama antara variabel laten dengan indikator-indikatornya, maka pendekatannya setara dengan masalah korelasi sehingga teknik ini disebut dengan *Partial Least Square Correlation* (PLSC). Variabel laten diestimasi dengan menggunakan metode *Singular Value Decomposition* (SVD). SVD merupakan metode yang mendekomposisikan suatu matriks kedalam beberapa komponen yang berkaitan erat dengan nilai-nilai singularnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder hasil survei pada Aziz (2017) yang terdiri dari 78 responden, dimana responden tersebut adalah populasi dosen tetap (PNS dan Non PNS) Fakultas Sains dan Teknologi semester ganjil 2016/2017 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Hasil penelitian diperoleh bahwa variabel laten merupakan kombinasi linier dari indikator-indikatornya dengan persamaan  $L_X = Z_X^T V^T$  dan  $L_Y = Z_Y^T U^T$ , sehingga didapatkan model pengukuran  $X = \Lambda_X \xi + \delta$  dan  $Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon$ . Hasil analisis pada data diperoleh bahwa aspek beban penelitian, aspek beban pengabdian, dan aspek beban penunjang lainnya tidak valid dan harus dihilangkan dari model karena mengindikasikan bahwa indikator-indikator tersebut tidak cukup baik digunakan untuk mengukur beban kerja dosen. Sedangkan aspek beban pengajaran sangat baik dan valid digunakan untuk mengukur beban kerja dosen. Untuk indeks kepuasan mahasiswa, semua indikator-indikatornya yaitu kompetensi pedagogik, kompetensi profesional, kompetensi kepribadian, dan kompetensi sosial dikatakan sangat baik dan valid untuk mengukur indeks kepuasan mahasiswa.

## ABSTRACT

Putri, Yogas Andika Damara. 2018. **Partial Least Square Correlation Approach to Structural Equation Modeling**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd.

**Keywords:** SEM, PLSC, SVD, IKM, BKD

Structural equation modeling (SEM) is a model that aims to measure or analyze the relationship between several latent variables and latent variables with the indicators simultaneously. Often found in several studies that the data used is not a particular distribution, therefore variance-based SEM or often referred to as SEM Partial Least Square (SEM-PLS) does not require a particular distribution or large sample size. There are three approaches to the PLS, but if the goal is to seek information together between the latent variables and their indicators, then the approach is equivalent to the correlation problem so that the technique is called the Partial Least Square Correlation (PLSC). Latent variables are estimated using the Singular Value Decomposition (SVD) method. SVD is a method that decomposes a matrix into several components that are closely related to its singular values. The data used in this research are secondary data from the survey results on (Aziz, 2017) which consist of 78 respondents, where the respondents are permanent lecturers (PNS and Non PNS) Faculty of Science and Technology odd semester 2016/2017 Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. The results showed that the latent variable is a linear combination of the indicators with the equation  $L_X = Z_X^T V^T$  and  $L_Y = Z_Y^T U^T$ , so that the measurement model  $X = \Lambda_X \xi + \delta$  and  $Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon$  are obtained. The results of the analysis on the data show that the aspects of the research load, the aspect of service load, and other aspects of supporting load are invalid and must be omitted from the model because indicating that the indicators are not good enough to measure lecturer workload. While the load aspect of teaching is very good and valid is used to measure the workload of lecturers. For student satisfaction index, all the indicators are pedagogic competence, professional competence, personality competence, and social competence are said to be very good and valid to measure student satisfaction index.



## ملخص

فوتري ، يوغاس أنديكا دامارا. ٢٠١٨. نهج الارتباط الجزئي الأقل ارتباطاً بنمذجة المعادلات الهيكلية. بحث جامعي. شعبة الرياضيات. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) عبد العزيز الماجستير، (٢) واهيو هينكي إيراوان، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: IKM, BKD, SVD, PLSC, SEM

نمذجة المعادلة الهيكلية (SEM) هو هدف النمذجة في قياس أو تحليل العلاقات بين المتغيرات الكامنة، فضلاً عن بعض المتغيرات الكامنة مع المؤشرات مؤشر المسؤول في وقت واحد. كثيراً ما وجدت في العديد من الدراسات إلى أن البيانات المستخدمة ليست توزيع معين، ولذلك أساس الفرق SEM أو غالباً ما تسمى SEM الجزئي أقل ساحة (SEM-PLS) لا يتطلب التوزيع المحددة أو عدد العينات وهو عظيم. هناك ثلاثة أساليب في الثابتة والمتنقلة، ولكن إذا كان الهدف هو البحث عن المعلومات المشتركة بين المتغيرات الكامنة مع المؤشرات مؤشر المسؤول سوف، ثم نهجه المكافئ لمشكلة العلاقة حتى يتم استدعاء هذا الأسلوب مع ساحة أقل الجزئية الارتباط (PLSC). الكامنة متغير يجري تقديرها باستخدام الأسلوب لتحلل قيمة المفرد (SVD). SVD هو أسلوب تفكك مصفوفة في بعض المكونات التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً مع القيم المنفردة. البيانات المستخدمة في هذا النوع من البيانات الثانوية التي كانت نتائج الدراسة الاستقصائية المتعلقة (عزيز، ٢٠١٧) أن الذي يتكون على من ٧٨ المجيبين، حيث يكون المدعي عليه سكان محاضر دائم (PNS و Non PNS) من كلية العلوم والتكنولوجيا في الفصل الدراسي الغريب ٢٠١٦/٢٠١٧ UIN مولانا مالك إبراهيم مالانج. نتائج البحث التي تم الحصول عليها أن المتغير الكامن تركيبة خطية من المؤشرات مؤشر المسؤول سيقوم بالمعادلة  $L_Y = Z_Y^T U^T$  و  $L_X = Z_X^T V^T$  وبالتالي فإن نموذج القياس التي تم الحصول عليها  $Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon$  و  $X = \Lambda_X \xi + \delta$ . استرداد نتائج تحليل البيانات أن جانبا من عبء البحث وجوانب من عبء الإخلاص، والجوانب الأخرى لتحميل دعم غير صالح ويجب إزالة من النموذج الواجب للإشارة إلى أن المؤشرات ليست جيدة بما يكفي لاستخدام قياس عبء العمل للمحاضرين. في حين أن جوانب عبء التدريس جيدة جداً وصالحة ويستخدم لقياس عبء العمل للمحاضرين. مؤشر رضا الطلاب، كل اختصاص المؤشرات التربوية

وسوف أي المؤشرات التي تهمّة، يقال الكفاءات المهنية والكفاءات، والشخصية والكفاءة الاجتماعية أن تكون جيدة جداً وصالحة لقياس مؤشر رضا الطالب.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Al-Qur'an merupakan kitabullah yang di dalamnya terkandung ilmu-ilmu Allah yang sangat menyeluruh dan berlaku sepanjang masa bagi seluruh umat manusia. Al-Qur'an tidak hanya membahas tentang halal-haram ataupun surga dan neraka, lebih dari itu di dalamnya terdapat banyak hal yang berkaitan dengan masalah keduniawian, mulai masalah sosial hingga ekonomi. Matematika merupakan salah-satu ilmu Allah yang membahas segala sesuatu tentang perhitungan sampai perkiraan. Perkiraan atau yang biasa disebut dengan estimasi telah disinggung dalam Al-Qur'an surat Ash-Shaffat ayat 147, yaitu:

وَأَرْسَلْنَاهُ إِلَى مِائَةِ أَلْفٍ أَوْ يَزِيدُونَ

Artinya: “dan Kami utus Dia kepada seratus ribu orang atau lebih” (QS. Ash-Shaffat/37:147).

Pada surat Ash-Shaffat ayat 147 tersebut menjelaskan bahwa Nabi Yunus diutus kepada umatnya yang jumlahnya 100.000 orang atau lebih. Jika membaca ayat tersebut secara seksama, maka terdapat rasa atau kesan ketidakpastian dalam menentukan jumlah umat Nabi Yunus. Mengapa harus menyatakan 100.000 atau lebih? Mengapa tidak menyatakan dengan jumlah yang sebenarnya? Bukankah Allah SWT mengetahui yang gaib dan yang nyata? Bukankah Allah SWT maha mengetahui segala sesuatu, termasuk jumlah umat nabi Yunus? Jawaban terhadap pertanyaan tersebut adalah contoh estimasi. Estimasi adalah keterampilan untuk

menentukan sesuatu tanpa melakukan proses perhitungan secara eksak (Abdussakir, 2007).

Matematika merupakan ilmu yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, matematika merupakan disiplin ilmu yang berdiri sendiri atau tidak membutuhkan ilmu lain, namun ilmu lain membutuhkan matematika sebagai alat dalam menyelesaikan permasalahan. Matematika tidak hanya membahas tentang rumus-rumus atau perhitungan, namun sebenarnya matematika sangat erat hubungannya dengan rasa. Susanto, H (2015) menyatakan bahwa untuk bisa menikmati matematika, tidak hanya diperlukan logika, tetapi juga perasaan, seperti halnya seni dan sastra. Kepuasan ketika dapat memahami dan menyelesaikan perhitungan atau pembuktian merupakan salah satu alasan mengapa matematika itu indah. Dengan matematika berbagai ilmu akan lebih sederhana, jelas, dan mudah untuk dikembangkan. Salah satu disiplin ilmu yang membutuhkan matematika dalam menyelesaikan masalah-masalahnya adalah ilmu ekonomi yang disebut dengan ekonometri.

Ilmu ekonometri yaitu suatu ilmu yang memanfaatkan matematika dan teori statistik dalam mencari parameter dari pada hubungan ekonomi sebagaimana didalilkan oleh teori ekonomi. Matematika dalam ekonomi digunakan sebagai media atau alat untuk menyederhanakan penyajian dan pemahaman masalah. Model-model dalam matematika digabungkan dengan konsep-konsep ekonomi sehingga penerapan model-model matematika dapat menerangkan konsep ekonomi (Aziz, 2010).

Dalam beberapa bidang, salah satunya ekonometri, banyak peneliti lebih tertarik pada penelitian yang rumit. Akibatnya, teori dan model umumnya

diformulasikan menggunakan konsep-konsep atau faktor-faktor yang tidak dapat diukur langsung atau diamati secara langsung. Meskipun demikian, peneliti masih bisa menemukan beberapa indikator yang mempengaruhi atau dipengaruhi oleh faktor tersebut. Variabel manifes atau indikator merupakan variabel yang dapat diukur secara langsung. Sedangkan variabel yang tidak dapat diukur secara langsung disebut dengan variabel laten atau konstruk yang dapat diukur dengan indikator.

Dalam bidang ilmu statistik telah dikembangkan pemodelan yang bertujuan untuk mengukur hubungan antara beberapa variabel laten dengan beberapa indikator yang mempengaruhinya secara simultan yang dikenal dengan model persamaan struktural (*Structural Equation Modeling*). *Structural Equation Modeling* (SEM) memiliki kemampuan lebih dalam menyelesaikan permasalahan yang melibatkan banyak persamaan linier dengan menghasilkan model pengukuran dan sekaligus model struktural. Berbeda dengan regresi berganda, dimana pada umumnya model regresi merupakan hubungan sebab-akibat antarvariabel-variabel yang teramati, sedangkan pada SEM hubungan sebab-akibat yang dispesifikasikan terjadi antarvariabel-variabel laten.

Sholihin & Ratmono (2013) mengungkapkan bahwa dalam satu dekade terakhir, penggunaan SEM semakin meningkat. Sebagai contoh, sebelum tahun 1990, dalam bidang pemasaran (*marketing*), hanya sekitar sepuluh artikel penelitian yang menggunakan SEM. Namun, pada periode 1995-2007, lebih dari dua pertiga atau lebih dari 67% dari keseluruhan artikel yang dipublikasikan dalam jurnal *marketing* ternama menggunakan SEM. Perkembangan signifikan



dalam SEM juga terdapat pada bidang lain seperti psikologi, sosiologi, dan akuntansi.

Analisis SEM memerlukan landasan teori yang kuat dan terdefinisi dengan jelas, metode SEM yang berbasis kovarians lebih tepat diterapkan, namun metode ini mensyaratkan sampel besar, dengan asumsi bahwa data harus berdistribusi normal *multivariate*. Data di lapangan seringkali menunjukkan pola data yang tersebar tidak normal, sehingga diperlukan suatu metode yang bebas distribusi (*free distribution*) dan fleksibel. Metode SEM alternatif yang dimaksud adalah SEM berbasis varians atau sering disebut dengan *Partial Least Square* (PLS), asumsi dasarnya untuk tujuan prediksi dan eksplorasi model namun lebih diutamakan sebagai eksplorasi (Vinzi, dkk, 2010).

PLS (terkadang disebut juga sebagai proyeksi ke struktur laten) menghubungkan informasi yang ada dalam dua tabel data dengan beberapa pengukuran pada suatu observasi. Metode ini pertama kali dikembangkan pada akhir 1960an sampai 1980an oleh ekonom Herman Wold, namun area awal pengembangan utamanya adalah *chemometrics* (diprakarsai oleh anak laki-laki Herman Svante) dan evaluasi sensorik. Pendekatan asli Herman Wold adalah pengembangan algoritma kuadrat terkecil yang disebut *Nonlinear Iterative Partial Least Squares* (NIPALS), digunakan untuk memperkirakan parameter dalam model analisis jalur (bukan pendekatan *maximum likelihood* yang digunakan untuk pemodelan persamaan struktural seperti, misalnya LISREL). Pendekatan pertama ini menghasilkan *Partial Least Square Path Modeling* (PLS-PM) yang masih digunakan sampai sekarang dan dapat dilihat sebagai alternatif kuadrat terkecil untuk pemodelan persamaan struktural. Namun, dari sudut pandang

analisis deskriptif multivariat, sebagian besar perkembangan awal PLS berkaitan dengan penentuan pendekatan variabel laten terhadap analisis dua tabel data yang menggambarkan satu rangkaian pengamatan. Ketika tujuannya adalah untuk menemukan informasi bersama antara kedua variabel laten, pendekatannya setara dengan masalah korelasi dan teknik ini kemudian disebut *Partial Least Square Correlation* (PLSC). Dalam kasus ini variabel laten ini wajib memiliki kovarian maksimal (Abdi & Williams, 2013).

Berbagai penelitian terkait dengan SEM-PLS *correlation* telah banyak dilakukan, diantaranya dilakukan oleh Ziegler, dkk (2013) menggunakan pendekatan multivariat untuk menganalisis kovarian antara ruang dimensi rendah dari kemampuan kognitif dan ruang dimensi tinggi dari materi abu-abu lokal yang diperoleh dari morfometri berbasis *voxel*. PLS diidentifikasi memiliki kovarian yang maksimum antara kedua ruang dalam hal pemodelan variabel laten sehingga didapatkan variabel laten ortogonal yang mewakili kesamaan dalam sistem perilaku otak, yang menekankan jaringan neuron tertentu yang terlibat dalam perbedaan kemampuan kognitif. Variabel laten yang dominan menunjukkan bobot positif di seluruh wilayah materi abu-abu yang meluas (dalam domain otak) dan bobot terkuat untuk penilaian orang tua terhadap fungsi eksekutif anak-anak (dalam domain kognitif). Variabel laten yang didapat untuk kemampuan otak dan kognitif menunjukkan korelasi moderat 0,46-0,6.

Oleh karena itu peneliti ingin menganalisis hubungan pada Pemodelan Persamaan Struktural dengan menggunakan pendekatan *Partial Least Square Correlation*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan Persamaan Struktural?
2. Bagaimana implementasi pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan Persamaan Struktural pada pengaruh Beban Kinerja Dosen (BKD) terhadap Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya dengan menggunakan analisis korelasi.
2. Untuk mengimplementasikan pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan Persamaan Struktural pada pengaruh Beban Kinerja Dosen (BKD) terhadap Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM).

## 1.4 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi kerancuan terhadap maksud dan isi dari penelitian ini, maka perlu adanya pembatasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Metode yang digunakan adalah *Singular Value Decomposition* (SVD).
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu hasil atau laporan beban kinerja dosen (BKD) dan Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM) di

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada semester Ganjil 2016/2017.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka manfaat penelitian ini dibedakan berdasarkan kepentingan beberapa pihak yaitu:

1. Menambah wawasan keilmuan dalam pengembangan Pemodelan Persamaan Struktural dengan pendekatan *Partial Least Square Correlation*.
2. Memberikan bahan masukan atau landasan pertimbangan bagi para pengambil kebijakan pimpinan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dalam menyelenggarakan program dan pengembangan pendidikan tinggi serta kinerja dosen sehingga dapat meningkatkan kualitas pendidikan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah pembaca memahami tulisan ini, peneliti membagi tulisan ini kedalam lima bab, yaitu:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan masalah, batasan masalah, manfaat masalah, metode penelitian dan sistematika.

#### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Dalam bab ini dijelaskan tentang masalah yang akan dikaji oleh peneliti antara lain adalah tentang *Structural Equation Modeling*, *Partial Least Square* (PLS), *Singular Value Decomposition*, kinerja dosen, dan kepuasan mahasiswa.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini dijelaskan tentang masalah yang akan dikaji oleh peneliti antara lain adalah tentang sumber data, populasi dan sampel, variabel penelitian dan tahap analisis.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Dalam bab ini dijelaskan tentang hasil dan analisis dari permasalahan yang sudah diangkat, yaitu pendekatan *partial least square correlation* pada pemodelan persamaan struktural dan implementasi pada Beban Kinerja Dosen terhadap Indeks Kepuasan Mahasiswa.

### **BAB V PENUTUP**

Dalam bab ini dijelaskan tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan.





## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Korelasi

Analisis hubungan (korelasi) adalah suatu bentuk analisis data dalam penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau bentuk arah hubungan di antara dua variabel dan besarnya pengaruh yang disebabkan oleh variabel yang satu (variabel bebas) terhadap variabel lainnya (variabel terikat). Koefisien korelasi merupakan angka yang menunjukkan tinggi atau rendahnya hubungan antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara  $-1$  dan  $1$ . Semakin mendekati  $+1$ , koefisien korelasi menunjukkan adanya hubungan positif dan kuat. Koefisien korelasi yang mendekati  $-1$  menunjukkan hubungan yang negatif dan kuat. Jika koefisien korelasi mendekati  $0$ , memberikan indikasi bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan (Setia, 2009).

Tabel 2.1 Tingkat Hubungan

No.	Nilai Korelasi ( $r$ )	Tingkat Hubungan
1	$ r  = 0$	Tidak ada hubungan
2	$0 <  r  \leq 0.2$	Sangat rendah/lemah sekali
3	$0.2 <  r  \leq 0.4$	Rendah/lemah
4	$0.4 <  r  \leq 0.7$	Cukup
5	$0.7 <  r  \leq 0.9$	Kuat
6	$0.9 <  r  < 1$	Sangat kuat
7	$ r  = 1$	Korelasi sempurna

## 2.2 Structural Equation Modeling

Dalam Al-Qur'an telah disinggung terkait dengan permasalahan SEM yaitu terdapat pada surat Al-Insyirah ayat 5:

فِيكَ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Artinya: “karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.” (Qs Al-Insyirah:5).

Setiap manusia selalu mengalami kesulitan dalam hidupnya. Disaat kita mendapatkan kesulitan, sebagai muslim kita tidak sepatutnya untuk mudah berkeluh kesah dan berputus asa, dan berjuang untuk terlepas dari kesulitan itu. Allah telah menjanjikan kepada kita bahwa dalam setiap masalah yang kita hadapi, Allah selalu menyertakan dengan cara mengatasinya.

*Structural Equation Modeling* (SEM) merupakan teknik analisis multivariat yang dikembangkan guna menutupi keterbatasan yang dimiliki oleh model-model analisis sebelumnya yang telah digunakan secara luas dalam penelitian statistik. Model-model yang dimaksud di antaranya adalah analisis regresi, analisis jalur dan analisis faktor konfirmatori (Hox & Bechger, 1998).

SEM merupakan salah satu analisis multivariat yang dapat menganalisis hubungan antarvariabel secara lebih kompleks teknik ini memungkinkan peneliti untuk menguji hubungan di antara variabel laten dengan variabel manifes (model pengukuran), hubungan antara variabel laten yang satu dengan variabel laten yang lain (model struktural), serta memaparkan kesalahan pengukuran. Variabel laten merupakan variabel yang tidak dapat diukur secara langsung dan memerlukan beberapa indikator sebagai proksi (Ghozali & Fuad, 2008), sedangkan variabel manifes merupakan indikator yang digunakan dalam pengukuran tersebut.

### 2.2.1 Istilah dan Notasi dalam SEM

Terdapat beberapa istilah dan notasi yang sering digunakan pada SEM, penjelasan singkat mengenai istilah-istilah dalam SEM menurut Ghozali (2011) adalah sebagai berikut:

- a. variabel laten atau *construct* atau *unobserved variables* merupakan variabel yang tidak dapat diukur melalui pengamatan secara langsung, akan tetapi memerlukan beberapa indikator untuk dapat mengukurnya,
- b. indikator atau *manifest variables* atau *observed variable* adalah variabel yang dapat diukur dan diamati secara langsung, variabel indikator digunakan untuk mengukur suatu variabel laten,
- c. variabel laten eksogen adalah variabel laten yang tidak dipengaruhi variabel laten lain (*independent variable*), ditunjukkan dengan tidak ada tanda panah variabel laten lainnya yang mengarah pada variabel tersebut,
- d. variabel laten endogen adalah variabel laten yang dipengaruhi oleh variabel laten lainnya (*dependent variable*) dalam suatu model penelitian, ditunjukkan dengan adanya tanda panah variabel laten lainnya yang mengarah pada variabel tersebut,
- e. model struktural atau disebut juga dengan *inner model* adalah model yang menggambarkan hubungan-hubungan antara variabel laten yang serupa dengan sebuah persamaan regresi linier diantara variabel laten tersebut,
- f. model pengukuran (*measurement model*) atau *outer model* adalah model yang menggambarkan hubungan-hubungan antara variabel indikator dengan variabel laten,

- g. *loading factor* dinotasikan dengan simbol  $\lambda$  (“*lambda*”) adalah nilai yang menyatakan hubungan-hubungan antara variabel laten dengan indikatornya dan memiliki nilai diantara -1 sampai dengan 1,
- h. indikator reflektif adalah indikator yang menjelaskan bahwa variabel laten merupakan pencerminan dari indikator-indikatornya, dan
- i. indikator formatif adalah indikator yang menjelaskan bahwa variabel laten dibentuk atau disusun oleh indikatornya. Sehingga seolah-olah variabel laten dipengaruhi oleh indikator-indikatornya. Pada indikator formatif galat pengukuran berada pada tingkat variabel laten dan dinotasikan oleh  $\zeta$  (“*zeta*”).

### 2.2.2 Variabel-variabel pada SEM

Variabel-variabel yang terdapat dalam SEM menurut Wijanto (2008) adalah sebagai berikut:

#### 1. Variabel Laten

Dalam SEM, variabel yang menjadi perharian adalah variabel laten (*Latent Variables*, sering disingkat LV) atau konstruk laten. Variabel laten merupakan konsep abstrak, sebagai contoh: perilaku orang, sikap, perasaan dan motivasi. Variabel laten ini hanya dapat diamati secara tidak langsung dan tidak sempurna melalui efeknya pada variabel teramati. SEM mempunyai 2 jenis variabel laten yaitu eksogen dan endogen.

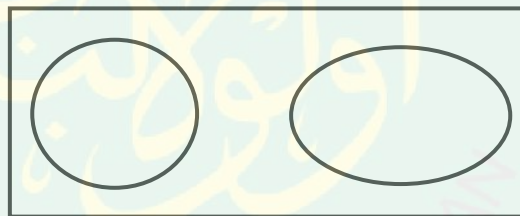
#### a. Eksogen

Variabel laten eksogen adalah semua variabel bebas yang tidak dapat diobservasi langsung. Variabel laten eksogen selalu muncul sebagai variabel bebas pada semua persamaan yang ada dalam model struktural. Notasi matematik dari variabel laten eksogen adalah huruf Yunani  $\xi$  (“*ksi*”).

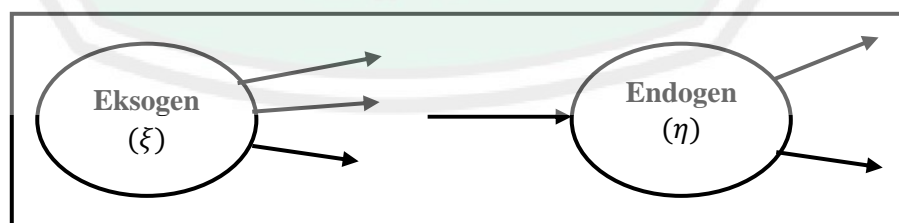
## b. Endogen

Variabel laten endogen adalah variabel akibat yang tidak dapat diobservasi/diukur secara langsung. Variabel laten endogen merupakan variabel terikat pada paling sedikit satu persamaan dalam model, meskipun di semua persamaan sisanya variabel tersebut adalah variabel bebas. Notasi matematik dari variabel laten endogen adalah huruf Yunani  $\eta$  (“eta”).

Simbol diagram lintasan dari variabel laten adalah lingkaran atau *elips* seperti pada Gambar 2.1, 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 dengan paling sedikit ada satu anak panah masuk ke lingkaran tersebut, meskipun anak panah yang lain menuju ke luar dari lingkaran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Simbol Variabel Laten



Gambar 2.2 Variabel Laten Eksogen dan Endogen



## 2. Variabel teramati

Variabel teramati atau variabel terukur (*measured variable*, disingkat MV) 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 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 bujur sangkar/kotak atau persegi panjang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pemberian nama variabel teramati pada diagram lintasan bisa mengikuti notasi matematikanya ( $X$  atau  $Y$ ) atau nama/kode dari pertanyaan-pertanyaan pada kuisisioner.



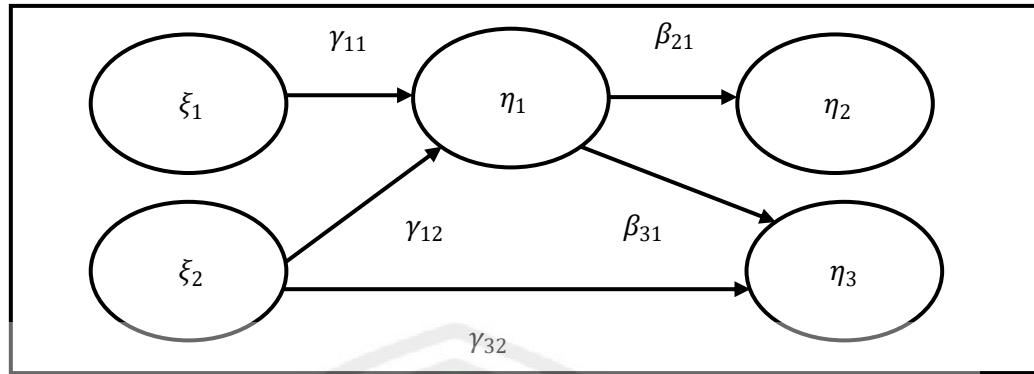
Gambar 2.3 Simbol Variabel Teramati

### 2.2.4 Model-model pada SEM

Model umum persamaan struktural dan pengukuran dalam SEM secara matematis dituliskan menurut Timm (2002) adalah sebagai berikut:

#### 1. Model Struktural

Model Struktural atau *inner model* adalah model yang menggambarkan hubungan antarvariabel laten eksogen dan atau variabel laten endogen. Model persamaan struktural ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Model Struktural

Secara matematis model persamaan struktural berdasarkan Gambar 2.4 sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \eta_1 &= \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 \\ \eta_2 &= \beta_{21}\eta_1 \\ \eta_3 &= \beta_{31}\eta_1 + \gamma_{32}\xi_2 \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

Persamaan (2.1) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

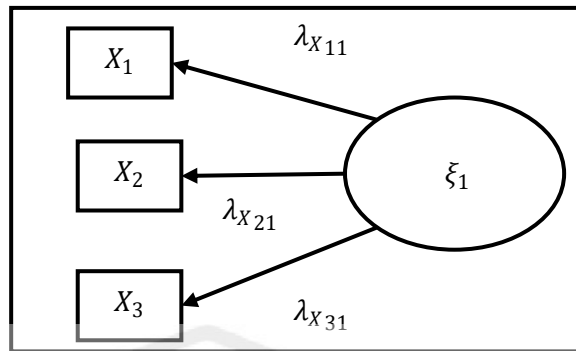
$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 & 0 \\ \beta_{31} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix}, \quad (2.2)$$

dan persamaan (2.2) disimbolkan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\eta}_{(3 \times 1)} = \mathbf{B}_{(3 \times 3)}\boldsymbol{\eta}_{(3 \times 1)} + \boldsymbol{\Gamma}_{(3 \times 2)}\boldsymbol{\xi}_{(2 \times 1)}.$$

## 2. Model Pengukuran

Model Pengukuran atau *outer model* adalah model yang menggambarkan hubungan antara variabel laten dengan variabel manifes atau indikatornya. *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) merupakan metode yang digunakan untuk menguji model pengukuran yang menggambarkan hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya. Pada model pengukuran dilakukan pengujian model yang terdiri dari satu variabel laten dengan 3 indikator yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6.



Gambar 2.5 Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen

Secara matematis Gambar 2.5 dijelaskan dengan persamaan berikut:

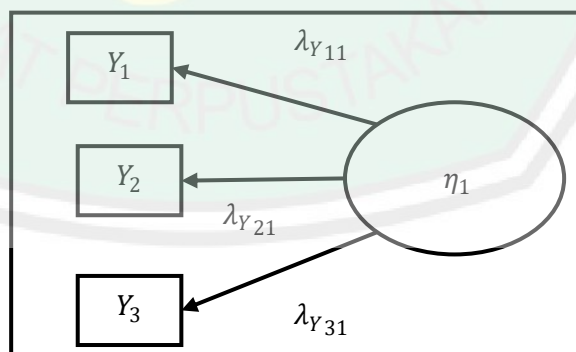
$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \lambda_{X_{11}} \xi_1 \\ X_2 &= \lambda_{X_{21}} \xi_1 \\ X_3 &= \lambda_{X_{31}} \xi_1 \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{X_{11}} \\ \lambda_{X_{21}} \\ \lambda_{X_{31}} \end{bmatrix} [\xi_1],$$

dan disimbolkan sebagai berikut:

$$\mathbf{X}_{(3 \times 1)} = \mathbf{\Lambda}_{\mathbf{X}_{(3 \times 1)}} \boldsymbol{\xi}_{(1 \times 1)}.$$



Gambar 2.6 Model Pengukuran Variabel Laten Endogen

Secara matematis Gambar 2.6 dijelaskan dengan persamaan berikut:

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= \lambda_{Y_{11}}\eta_1 \\ Y_2 &= \lambda_{Y_{21}}\eta_1 \\ Y_3 &= \lambda_{Y_{31}}\eta_1 \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{Y_{11}} \\ \lambda_{Y_{21}} \\ \lambda_{Y_{31}} \end{bmatrix} [\eta_1],$$

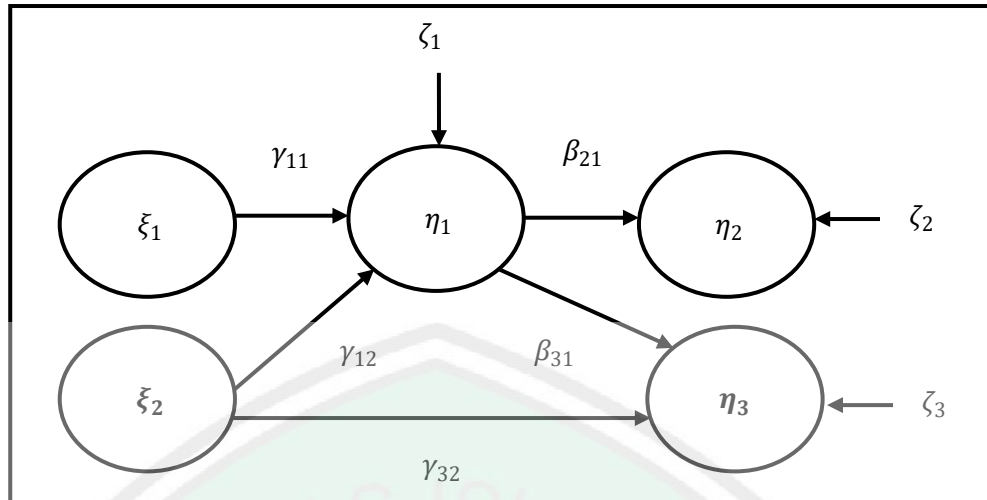
dan disimbolkan sebagai berikut:

$$\mathbf{Y}_{(3 \times 1)} = \mathbf{\Lambda}_{\mathbf{Y}_{(3 \times 1)}} \boldsymbol{\eta}_{(1 \times 1)}.$$

### 2.2.5 Kesalahan-Kesalahan dalam SEM

#### 1. Kesalahan Struktural

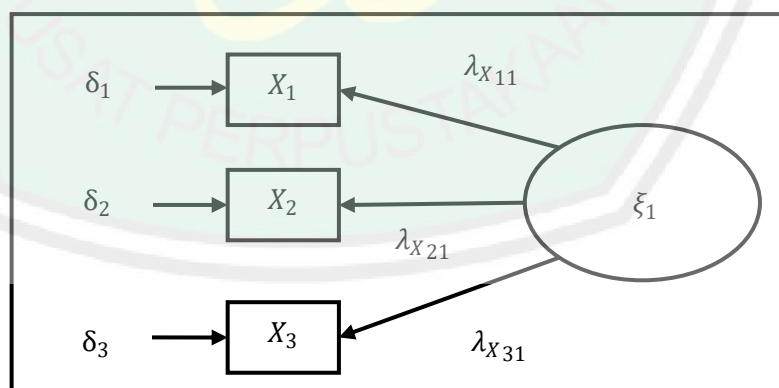
Pada umumnya penggunaan SEM tidak berharap bahwa variabel bebas dapat diprediksi secara sempurna dengan variabel terikat, sehingga dalam suatu model biasanya ditambahkan komponen kesalahan struktural. Kesalahan struktural ini diberi label dengan huruf Yunani  $\zeta$  (“zeta”). Untuk memperoleh estimasi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



Gambar 2.7 Kesalahan Struktural

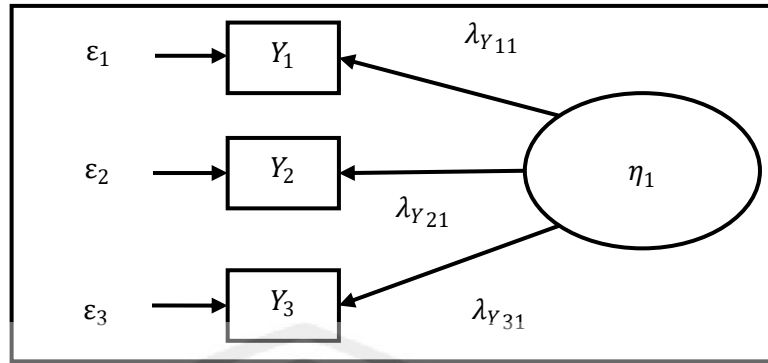
## 2. Kesalahan Pengukuran

Kesalahan-kesalahan pengukuran disebabkan oleh variabel-variabel manifes yang tidak dapat secara sempurna dalam memprediksi variabel laten. Komponen kesalahan pengukuran yang terkait dengan variabel manifes (variabel manifes yang terkait dengan variabel laten eksogen) diberi label  $\delta$  (“delta”), sementara komponen kesalahan pengukuran yang terkait dengan variabel dengan variabel (variabel manifes yang terkait dengan variabel laten endogen) diberi label  $\varepsilon$  (“epsilon”) (Sarjono & Julianita, 2015).



Gambar 2.8 Kesalahan Pengukuran Variabel Laten Eksogen

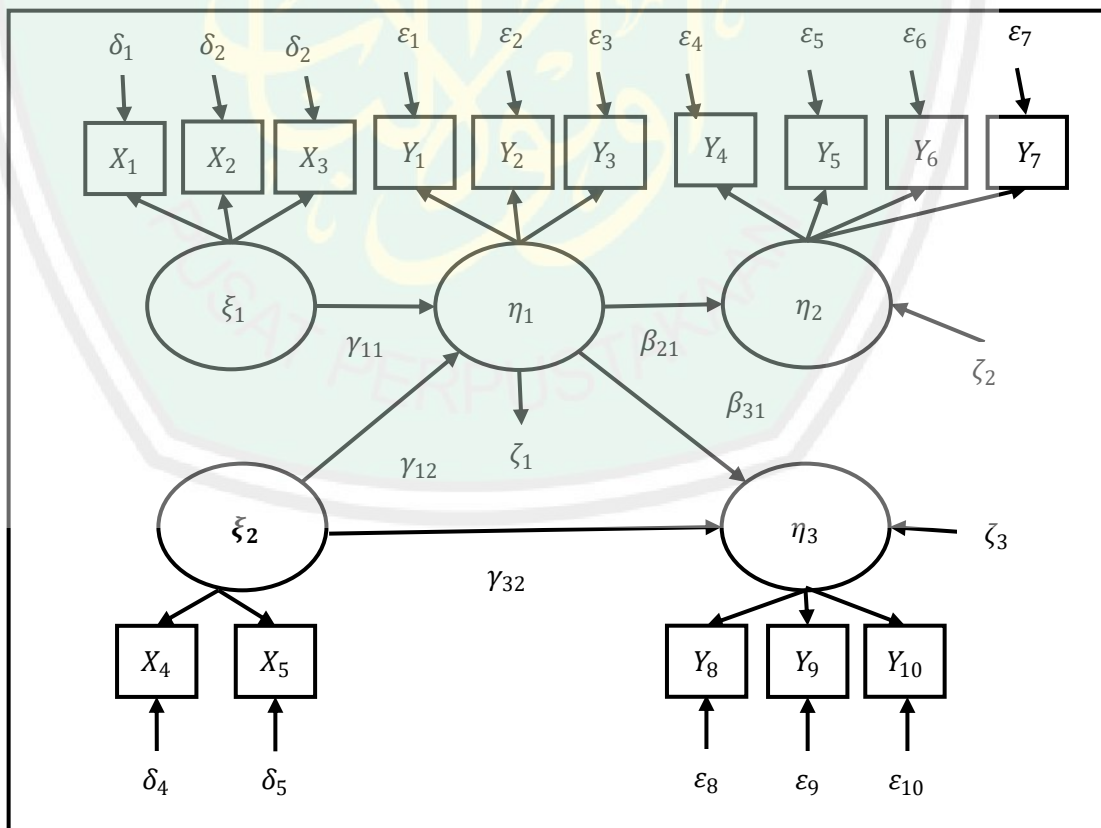




Gambar 2.9 Kesalahan Pengukuran Variabel Laten Endogen

### 2.2.6 Bentuk Umum SEM

Dari pembahasan berbagai komponen SEM sebelumnya, kita dapat menggabungkan mereka menjadi suatu model yang lengkap yang dikenal sebagai *full* atau *hybrid model*, yang juga merupakan bentuk umum dari SEM. Contoh sebuah *hybrid model* ditunjukkan melalui diagram lintasan sebuah model pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Bentuk Umum SEM

Dari *hybrid model* pada Gambar 2.10, kita dapat menurunkan persamaan matematikanya. Selanjutnya diubah kedalam bentuk matriks. Selain matriks-matriks yang merupakan hasil transformasi dari bentuk persamaan matematika, didapatkan juga 4 buah matriks baru yaitu  $\Theta_\delta$ ,  $\Theta_\varepsilon$ ,  $\Psi$ , dan  $\Phi$ . Matriks  $\Theta_\delta$  merupakan matriks kovarian dari kesalahan pengukuran  $\delta$ , matriks  $\Theta_\varepsilon$  merupakan matriks kovarian dari kesalahan pengukuran  $\varepsilon$ , matriks  $\Psi$  merupakan matriks kovarian dari kesalahan struktural  $\zeta$ , dan matriks  $\Phi$  merupakan matriks kovarian dari variabel laten eksogen  $\xi$ .

### 1. Model Pengukuran

Secara matematis model persamaan pengukuran variabel laten eksogen berdasarkan Gambar 2.10 sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \lambda_{x_{11}}\xi_1 + \delta_1 \\ X_2 &= \lambda_{x_{21}}\xi_1 + \delta_2 \\ X_3 &= \lambda_{x_{31}}\xi_1 + \delta_3 \\ X_4 &= \lambda_{x_{42}}\xi_2 + \delta_4 \\ X_5 &= \lambda_{x_{52}}\xi_2 + \delta_5 \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

dimana,

$X_i$  : variabel manifes  $X$ , ke- $i$  yang terikat dengan variabel laten eksogen,

$\lambda_{x_{ij}}$  : koefisien pengukuran variabel laten eksogen ke- $ij$ ,

$\xi_i$  : variabel laten eksogen ke- $i$ , dan

$\delta_i$  : galat pengukuran eksogen ke- $i$ .

Persamaan (2.5) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{X_{11}} & 0 \\ \lambda_{X_{21}} & 0 \\ \lambda_{X_{31}} & 0 \\ 0 & \lambda_{X_{42}} \\ 0 & \lambda_{X_{52}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \end{bmatrix}, \quad (2.6)$$

dan persamaan (2.6) disimbolkan sebagai berikut:

$$\mathbf{X}_{(5 \times 1)} = \mathbf{\Lambda}_{\mathbf{X}_{(5 \times 2)}} \boldsymbol{\xi}_{(2 \times 1)} + \boldsymbol{\delta}_{(5 \times 1)}.$$

Berikut ini matriks kovarian dari kesalahan pengukuran  $\delta$ :

$$\mathbf{\Theta}_{\delta} = \begin{bmatrix} \sigma_{\delta_1}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\delta_2}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\delta_3}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{\delta_4}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\delta_5}^2 \end{bmatrix}.$$

Secara matematis model persamaan pengukuran variabel laten endogen berdasarkan Gambar 2.10 sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= \lambda_{Y_{11}}\eta_1 + \varepsilon_1 \\ Y_2 &= \lambda_{Y_{21}}\eta_1 + \varepsilon_2 \\ Y_3 &= \lambda_{Y_{31}}\eta_1 + \varepsilon_3 \\ Y_4 &= \lambda_{Y_{42}}\eta_2 + \varepsilon_4 \\ Y_5 &= \lambda_{Y_{52}}\eta_2 + \varepsilon_5 \\ Y_6 &= \lambda_{Y_{62}}\eta_2 + \varepsilon_6 \\ Y_7 &= \lambda_{Y_{72}}\eta_2 + \varepsilon_7 \\ Y_8 &= \lambda_{Y_{83}}\eta_3 + \varepsilon_8 \\ Y_9 &= \lambda_{Y_{93}}\eta_3 + \varepsilon_9 \\ Y_{10} &= \lambda_{Y_{103}}\eta_3 + \varepsilon_{10} \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

dimana,

$Y_i$  : variabel manifes  $Y$ , ke- $i$  yang terikat dengan variabel laten endogen,

$\lambda_{Y_{ij}}$  : koefisien pengukuran variabel laten endogen ke- $ij$ ,

$\eta_i$  : variabel laten endogen ke- $i$ , dan

$\varepsilon_i$  : komponen galat pengukuran endogen ke- $i$ .

Persamaan (2.7) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \\ Y_7 \\ Y_8 \\ Y_9 \\ Y_{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{Y_{11}} & 0 & 0 \\ \lambda_{Y_{21}} & 0 & 0 \\ \lambda_{Y_{31}} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{Y_{42}} & 0 \\ 0 & \lambda_{Y_{52}} & 0 \\ 0 & \lambda_{Y_{62}} & 0 \\ 0 & \lambda_{Y_{72}} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{Y_{83}} \\ 0 & 0 & \lambda_{Y_{93}} \\ 0 & 0 & \lambda_{Y_{103}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \\ \varepsilon_7 \\ \varepsilon_8 \\ \varepsilon_9 \\ \varepsilon_{10} \end{bmatrix}, \quad (2.8)$$

dan persamaan (2.8) disimbolkan sebagai berikut:

$$Y_{(10 \times 1)} = \Lambda_{Y_{(10 \times 3)}} \eta_{(3 \times 1)} + \varepsilon_{(10 \times 1)}.$$

Berikut ini matriks kovarian dari kesalahan pengukuran  $\varepsilon$ :

$$\Theta_{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \sigma_{\varepsilon_1}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\varepsilon_2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_3}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_4}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_5}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_6}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_7}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_8}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_9}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varepsilon_{10}}^2 & 0 \end{bmatrix}.$$

## 2. Model Struktural

Secara matematis model persamaan struktural pada Gambar 2.10 sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \eta_1 &= \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 + \zeta_1 \\ \eta_2 &= \beta_{21}\eta_1 + \zeta_2 \\ \eta_3 &= \beta_{31}\eta_1 + \gamma_{32}\xi_2 + \zeta_3 \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

dimana,

$\eta_1$  : variabel laten endogen pertama,

$\eta_2$  : variabel laten endogen kedua,

$\eta_3$  : variabel laten endogen ketiga,

$\xi_1$  : variabel laten eksogen pertama,

$\xi_2$  : variabel laten eksogen kedua,

$\gamma_{11}$  : koefisien struktural  $\eta_1$  pada  $\xi_1$ ,

$\gamma_{12}$  : koefisien struktural  $\eta_1$  pada  $\xi_2$ ,

$\gamma_{32}$  : koefisien struktural  $\eta_3$  pada  $\xi_2$ ,

$\beta_{21}$  : koefisien struktural  $\eta_2$  pada  $\eta_1$ ,

$\beta_{31}$  : koefisien struktural  $\eta_3$  pada  $\eta_1$ ,

$\zeta_1$  : galat struktural 1,

$\zeta_2$  : galat struktural 2, dan

$\zeta_3$  : galat struktural 3.

Persamaan (2.9) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \beta_{21}\eta_1 & 0 & 0 \\ \beta_{31}\eta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{21} \\ 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix},$$

dan dapat disimbolkan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\eta}_{(3 \times 1)} = \mathbf{B}_{(3 \times 3)} \boldsymbol{\eta}_{(3 \times 1)} + \boldsymbol{\Gamma}_{(3 \times 2)} \boldsymbol{\xi}_{(2 \times 1)} + \boldsymbol{\zeta}_{(3 \times 1)}.$$

Berikut ini matriks kovarian dari variabel laten eksogen  $\xi$ :



$$\Phi = \begin{bmatrix} \sigma_{\xi_1}^2 & 0 \\ \sigma_{\xi_1\xi_2} & \sigma_{\xi_2}^2 \end{bmatrix},$$

dan matriks kovarian dari kesalahan struktural  $\zeta$ :

$$\Psi = \begin{bmatrix} \sigma_{\zeta_1}^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\zeta_2}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\zeta_3}^2 \end{bmatrix}.$$

### 2.3 Partial Least Square

*Partial Least Square* (PLS) menghubungkan informasi yang ada dalam dua variabel. Pertama kali dikembangkan pada akhir 1960-an sampai 1980-an oleh ekonom, Herman Wold. Namun, awal pengembangan utamanya adalah ekonometrika yang diprakarsai oleh anak laki-laki Herman Wold, Herman Svante, dan evaluasi sensorik (Abdi & Williams, 2013).

Pendekatan asli Herman Wold adalah pengembangan algoritma *least square* yang disebut NIPALS, digunakan untuk memperkirakan parameter dalam model analisis jalur. Pendekatan pertama ini menghasilkan PLS *Path Modeling* (PLS-PM) yang masih digunakan sampai sekarang dan sebagai alternatif dari pemodelan persamaan struktural berbasis kovarian. Dari sudut pandang analisis deskriptif multivariat, sebagian besar perkembangan awal PLS berkaitan dengan penentuan pendekatan variabel laten terhadap analisis indikator-indikatornya yang menggambarkan satu rangkaian pengamatan. Variabel laten adalah variabel baru yang diperoleh sebagai kombinasi linier dari variabel asli (indikator). Jika tujuannya yaitu mencari informasi bersama antara dua variabel, maka teknik yang digunakan adalah PLS *Correlation* (PLSC). Terdapat dua variabel laten dan memiliki kovarian yang maksimal. Jika tujuannya adalah memprediksi suatu

variabel berdasarkan variabel lain maka teknik yang digunakan adalah PLS *Regression* (PLSR) (Abdi & Williams, 2013).

### 2.3.1 Pengertian PLS

PLS adalah analisis SEM berbasis varian yang secara simultan dapat melakukan pengujian model pengukuran sekaligus pengujian model struktural. Model pengukuran digunakan untuk uji validitas dan reliabilitas, sedangkan model struktural digunakan untuk uji kausalitas (pengujian hipotesis dengan model prediksi). Perbedaan mendasar PLS yang merupakan SEM berbasis varian dengan LISREL atau AMOS yang berbasis kovarian adalah tujuan penggunaannya. SEM berbasis kovarian bertujuan untuk mengestimasi model untuk pengujian atau konfirmasi teori, sedangkan SEM varian bertujuan untuk memprediksi model untuk pengembangan teori. Karena itu, PLS merupakan alat prediksi kausalitas yang digunakan untuk pengembangan teori (Jogiyanto & Abdillah, 2009).

### 2.3.2 Keunggulan dan Kelemahan PLS

PLS mempunyai keunggulan-keunggulan dan kelemahan-kelemahan. Keunggulan-keunggulan dari PLS menurut Jogiyanto & Abdillah (2009) adalah sebagai berikut:

1. mampu memodelkan banyak variabel terikat dan variabel bebas (model kompleks),
2. mampu mengelola masalah multikolinearitas antarvariabel bebas,
3. hasil tetap kokoh (*robust*) walaupun terdapat data yang tidak normal dan hilang (*missing value*),
4. menghasilkan variabel laten eksogen secara langsung berbasis *cross-product* yang melibatkan variabel laten endogen sebagai kekuatan prediksi,

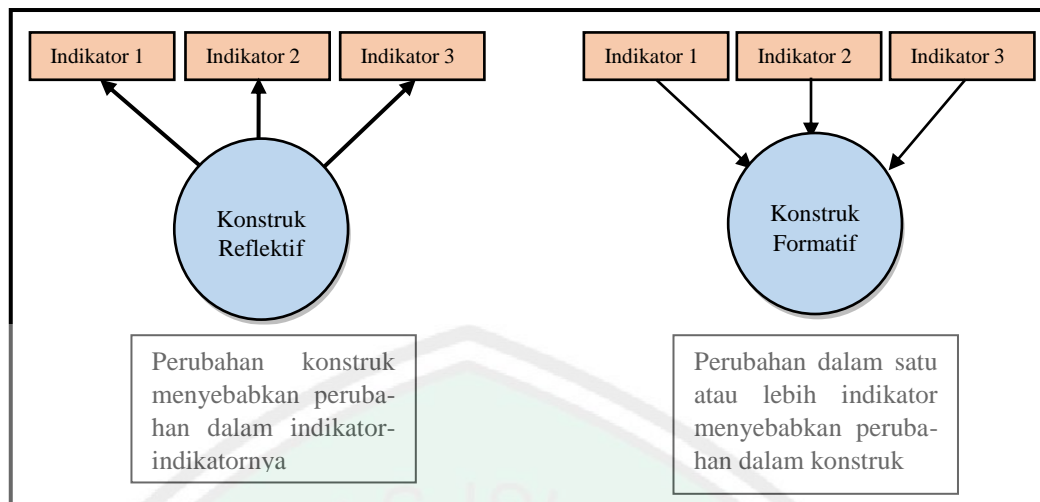
5. dapat digunakan pada konstruk reflektif dan formatif,
6. dapat digunakan pada sampel kecil,
7. tidak menyaratkan data berdistribusi normal, dan
8. dapat digunakan pada data dengan tipe skala berbeda, yaitu nominal, ordinal dan kontinu.

Disamping kelebihan-kelebihannya. PLS memiliki kelemahan-kelemahan menurut Jogiyanto & Abdillah (2009) adalah sebagai berikut:

1. sulit menginterpretasi *loading* variabel laten eksogen jika berdasarkan pada hubungan *cross-product* yang tidak ada,
2. properti distribusi estimasi yang tidak diketahui menyebabkan tidak diperolehnya nilai signifikan kecuali melakukan proses *bootstrap*, dan
3. terbatas pada pengujian model estimasi statistika.

### **2.3.3 Konstruk Reflektif dan Konstruk Formatif**

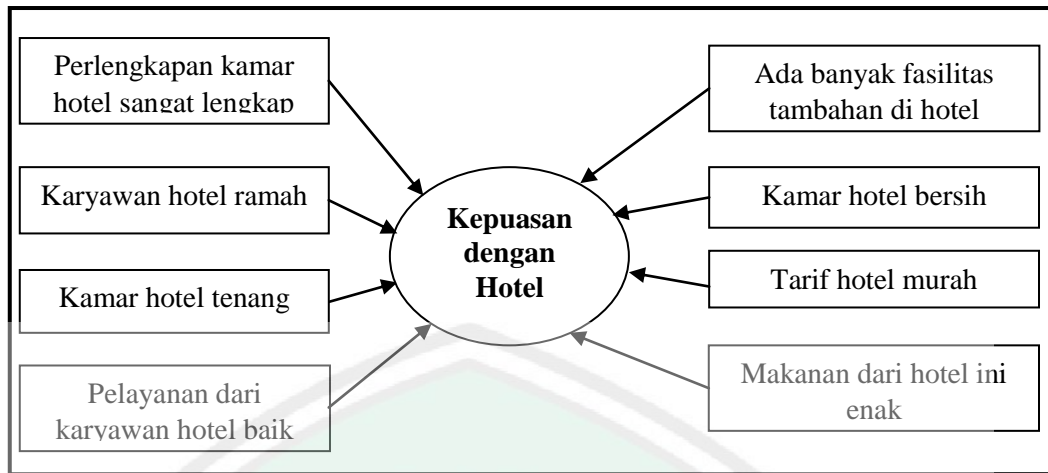
Masalah mengukur variabel laten atau konstruk saat ini menjadi perdebatan utama dalam penelitian sosial seperti bidang pemasaran, sistem informasi, akuntansi, dan sebagainya. Pertanyaan utamanya adalah apakah indikator menjadi penyebab dari atau disebabkan oleh konstruk atau variabel laten yang diukur. Terdapat dua tipe operasionalisasi atau pengukuran konstruk seperti terlihat pada Gambar 2.11 (Sholihin & Ratmono, 2013).



Gambar 2.11 Konstruk Reflektif dan Konstruk Formatif

Gambar 2.11 mengilustrasikan bahwa peneliti sering menghadapi kebingungan dalam operasional variabel laten penelitiannya. Dalam hal ini, peneliti harus mendasarkan pada definisi variabel laten dalam menentukan metode pengukuran (reflektif atau formatif). Secara umum karakteristik dari konstruk formatif adalah perubahan dalam konstruk tersebut akan menyebabkan perubahan-perubahan dalam indikator-indikatornya. Disebut reflektif (kadang disebut *manifest*) karena indikator merupakan perwujudan atau refleksi dari konstruknya.

Terdapat pertanyaan bahwa kapan kita mengukur konstruk secara reflektif atau formatif. Hair dkk (2013) dalam Sholihin & Ratmono (2013) menyatakan bahwa tidak ada jawaban yang definitif untuk pertanyaan tersebut karena konstruk tidak secara bawaannya (*inherent*) reflektif atau formatif. Metode pengukuran konstruk tergantung pada konseptualisasi konstruk dan tujuan penelitian. Pada berikut disajikan ilustrasi bahwa satu konstruk (misalnya kepuasan menginap di suatu hotel) dapat diukur secara reflektif atau maupun formatif.



Gambar 2.12 Contoh Pengukuran Konstruk Konstruk Reflektif



Gambar 2.13 Contoh Pengukuran Konstruk Konstruk Formatif

Berdasarkan Gambar 2.12 dan Gambar 2.13 dapat diketahui bahwa kepuasan dengan hotel merupakan variabel laten, sementara kamar hotel bersih, saya akan menyarankan teman saya untuk memilih hotel ini, tarif hotel murah, saya akan menginap lagi di hotel ini, makanan dari hotel ini enak, pelayanan dari karyawan hotel baik, saya merasa nyaman menginap di hotel ini, kamar hotel tenang, karyawan hotel ramah, secara keseluruhan, saya puas dengan hotel ini, perlengkapan kamar hotel sangat lengkap, ada banyak fasilitas tambahan di hotel merupakan indikator (variabel teramati) dari variabel laten kepuasan dengan hotel. Indikator tersebut merupakan jenis indikator reflektif (dipengaruhi oleh variabel laten dengan arah panah bersumber dari variabel laten menuju ke indikator) atau



maupun formatif (variabel laten dipengaruhi oleh indikator dengan arah panah bersumber dari indikator menuju ke variabel laten).

### 2.3.4 Evaluasi Model dalam PLS

Evaluasi model dalam PLS meliputi dua tahap, yaitu evaluasi *outer model* atau model pengukuran dan evaluasi *inner model* atau model struktural. Sedangkan evaluasi model pengukuran sendiri dikelompokkan menjadi evaluasi model reflektif dan evaluasi model formatif (Yamin & Kurniawan, 2011).

#### 1. Evaluasi Model Pengukuran

##### a. Evaluasi Model Reflektif

Evaluasi model reflektif meliputi pemeriksaan *individual item reliability*, *internal consistency* atau *construct reliability*, *average variance extracted*, dan *discriminant validity*. Ketiga pengukuran pertama dikelompokkan dalam *convergent validity*. *Convergent validity* mengukur besarnya korelasi antara indikator dengan variabel laten. Dalam evaluasi *convergent validity* dari pemeriksaan *individual item reliability*, dapat dilihat dari nilai *standardized loading factor*. *Standardized loading factor* menggambarkan besarnya korelasi antara indikator dengan variabel laten. Nilai *loading factor* di atas 0.7 dapat dikatakan ideal, artinya indikator tersebut dikatakan valid sebagai indikator yang mengukur variabel laten. Meskipun demikian, nilai *loading factor* di atas 0.5 dapat diterima, sedangkan jika nilai *loading factor* di bawah 0.5 maka indikator dapat dikeluarkan dari model. Kuadrat dari nilai *loading factor* disebut *communalities*. Nilai ini menunjukkan presentase variabel laten mampu menerangkan variasi yang ada dalam indikator (Yamin & Kurniawan, 2011).

Setelah mengevaluasi *individual item reability*, selanjutnya adalah melihat, *internal consistency reliability* dari nilai *cronbach's alpha* dan *composite reliability*. *Composite reliability* lebih baik dalam mengukur *internal consistency* dibandingkan *cronbach's alpha* dalam model SEM dikarenakan *composite reability* tidak mengasumsikan kesamaan bobot dari setiap indikator. *Cronbach's alpha* cenderung menaksir lebih rendah *construct reliability* dibandingkan *composite reability*. Formula untuk *Composite Reability* (CR) (Yamin & Kurniawan, 2011):

$$CR = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum \varepsilon_i} \quad (2.10)$$

Intrepretasi CR sama dengan *cronbach's alpha*. Nilai batas 0.7 ke atas berarti dapat diterima dan di atas 0.8 berarti sangat memuaskan. Ukuran lainnya dari *convergent validity* adalah nilai *Average Variance Extracted* (AVE). Nilai ini menggambarkan besarnya varian atau keragaman indikator yang dapat dikandung oleh variabel laten. Dengan demikian, semakin besar varian indikator, maka semakin besar representasi variabel indikator terhadap variabel laten. Nilai AVE minimal 0.5 menunjukkan ukuran *convergent validaty* yang baik. Artinya, variabel laten dapan menjelaskan rata-rata lebih dari 0.5 varian dari indikator-indikatornya. Nilai ini diperoleh dari penjumlahan kuadrat *loading factor* dibagi dengan *error*, dengan formula sebagai berikut (Yamin & Kurniawan, 2011):

$$AVE = \frac{\sum \lambda_i^2}{\sum \lambda_i^2 + \sum \varepsilon_i} \quad (2.11)$$

*Discriminant validity* dari model reflektif dievaluasi melalui *cross loading*, kemudian membandingkan nilai AVE dengan kuadrat nilai korelasi antarvariabel

laten (atau membandingkan nilai AVE dengan korelasi antarvariabel laten). Ukuran *cross loading* adalah membandingkan korelasi indikator dengan variabel latennya dan variabel laten dari blok lainnya. Bila korelasi antarindikator dengan variabel latennya lebih tinggi dari korelasi dengan variabel laten dari blok lainnya, maka hal ini menunjukkan variabel laten tersebut memprediksi ukuran pada blok mereka dengan lebih baik dari blok lainnya. Ukuran *discriminant validity* lainnya adalah nilai akar AVE harus lebih tinggi dari pada korelasi antara variabel laten dengan variabel laten lainnya atau nilai AVE lebih tinggi dari kuadrat korelasi antara variabel laten (Yamin & Kurniawan, 2011).

b. Evaluasi Model Formatif

Hubungan model pengukuran yang bersifat formatif, konsep reliabilitas dan *construct validity* (seperti *convergent validity* dan *discriminant validity*) tidak relevan lagi dalam menguji kualitas pengukuran. Ada lima isu krisis untuk menentukan kualitas model formatif yaitu *content specification*, *specification indicator*, *reliability indicator*, *collinierity indicator*, dan *external validity*. Pertama, *content specification* yang berhubungan dengan cakupan variabel laten yang akan diukur. Artinya, ketika akan meneliti, peneliti harus seringkali mendiskusikan dan menjamin dengan benar spesifikasi isi dari variabel laten tersebut. Kedua, *specification indicator* yaitu harus jelas mengidentifikasi dan mendefinisikan indikator tersebut. Pendefinisian indikator tersebut harus diperoleh melalui literatur yang jelas serta telah didiskusikan dengan para ahli dan divalidasi dengan beberapa *pre-test*. Ketiga, *reability indicator* berhubungan dengan skala kepentingan indikator yang merubah variabel laten. Dua rekomendasi untuk menilai *reability indicator* adalah melihat tanda insikatornya

sesuai dengan hipotesis dan bobot indikatornya minimal 0.2 atau signifikan. Keempat, *collinierity indicator* yang menyatakan antara indikator yang dibentuk tidak saling berhubungan (sangat tinggi) atau tidak terdapat masalah multikolinier antara indikator. Untuk mengevaluasi apakah terdapat masalah multikolinier dapat diukur dengan *Variance Inflated Factor* (VIF). Nilai VIF di atas 10 maka terdapat masalah multikolinier. Kelima, *external validity* yang bertujuan untuk menjamin bahwa semua indikator yang dibentuk dimasukkan ke dalam model (Yamin & Kurniawan, 2011).

## 2. Evaluasi Model Struktural

Setelah mengevaluasi model pengukuran, maka langkah selanjutnya adalah mengevaluasi *outer model* atau model struktural. Ada beberapa tahap untuk mengevaluasi model struktural. Pertama adalah melihat signifikansi hubungan antara variabel laten. Hal ini dapat dilihat dari koefisien jalur (*path coefficient*) yang menggambarkan kekuatan hubungan antara variabel laten. Untuk menilai signifikansi *path coefficient* dapat dilihat dari nilai uji t (*critical ratio*) yang diperoleh dari proses *bootstrapping* (*resampling method*) (Yamin & Kurniawan, 2011).

Langkah selanjutnya mengevaluasi nilai  $R^2$ . Penjelasan nilai  $R^2$  sama halnya dengan nilai  $R^2$  dalam regresi linier yaitu besarnya *variability* variabel endogen yang mampu dijelaskan oleh variabel eksogen. Kriteria batasan nilai  $R^2$  ini dalam tiga klasifikasi, yaitu 0.67 (substansial), 0.33 (moderat), 0.19 (lemah). Perubahan nilai  $R^2$  dapat digunakan untuk melihat apakah pengaruh variabel laten eksogen terhadap variabel laten endogen memiliki pengaruh yang substansif. Hal



ini dapat diukur dengan *effect size*  $f^2$  sebagai berikut (Yamin & Kurniawan, 2011):

$$effect\ size\ f^2 = \frac{R_{included}^2 - R_{excluded}^2}{1 - R_{included}^2}, \quad (2.12)$$

dimana  $R_{included}$  dan  $R_{excluded}$  adalah nilai  $R^2$  dari variabel laten endogen yang diperoleh ketika variabel eksogen tersebut masuk atau dikeluarkan dalam model. Interpretasi  $f^2$  mengikuti terminologi yang disarankan Cohen yaitu 0.02 yaitu variabel eksogen memiliki pengaruh kecil, 0.15 yaitu variabel eksogen memiliki pengaruh moderat, dan 0.35 yaitu variabel eksogen memiliki pengaruh besar pada level struktural (Yamin & Kurniawan, 2011).

Untuk memvalidasi model secara keseluruhan, maka digunakan *Goodness of Fit* (GoF) yang diperkenalkan oleh Tenenhaus. GoF *index* ini merupakan ukuran tunggal yang digunakan untuk memvalidasi performa gabungan antara model pengukuran dan model struktural. Nilai GoF *index* diperoleh dari *average communalities index* dikalikan dengan nilai  $R^2$  model, dengan formula sebagai berikut (Yamin & Kurniawan, 2011):

$$GoF = \sqrt{\overline{Com} - \overline{R^2}}, \quad (2.13)$$

dengan  $\overline{Com}$  adalah *average communalities* dan  $\overline{R^2}$  adalah rata-rata model  $R^2$ . Nilai GoF memiliki *range* 0-1 dengan interpretasi 0.1 (GoF kecil), 0.25 (GoF moderat), dan 0,36 (GoF besar) (Yamin & Kurniawan, 2011).

Pengujian lainnya adalah  $Q^2$  *predictive relevance* yang berfungsi untuk memvalidasi kemampuan prediksi model. Model ini hanya cocok bila variabel laten endogen memiliki model pengukuran reflektif. Interpretasi hasil  $Q^2$  adalah



jika nilai ini lebih besar dari 0 menunjukkan variabel laten eksogen baik (sesuai) sebagai variabel penjelas yang mampu memprediksi variabel endogennya (Yamin & Kurniawan, 2011).

## 2.4 Singular Value Decomposition

**Teorema 2.1:** Misalkan diberikan matriks  $A$  dengan ukuran  $n \times m$  dengan *rank*  $r$  dapat diuraikan menurut Yanai, dkk (2011) adalah sebagai berikut:

$$A = \mu_1 \mathbf{u}_1 \mathbf{v}_1^T + \mu_2 \mathbf{u}_2 \mathbf{v}_2^T + \dots + \mu_r \mathbf{u}_r \mathbf{v}_r^T, \quad (2.14)$$

dimana  $\lambda_j = \mu_j^2 (j = 1, \dots, r)$  adalah nilai Eigen tak nol dari  $A^T A$  dengan asumsi bahwa tidak terdapat nilai Eigen yang sama. Persamaan (2.14) disebut sebagai *Singular Value Decomposition* (SVD) dari matriks  $A$ . Bentuk dari SVD dapat dinyatakan sebagai berikut

$$A = U \Delta V^T \quad (2.15)$$

dimana

$$U^T U = U U^T = I \quad (2.16)$$

$$V^T V = V V^T = I, \quad (2.17)$$

dan

$$\Delta = \begin{bmatrix} \mu_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mu_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \mu_r \end{bmatrix}.$$

Selanjutnya kalikan persamaan (2.15) dengan  $U^T$ , sehingga didapatkan

$$U^T A = U^T U \Delta V^T$$

$$U^T A = \Delta V^T$$

atau

$$A^T U = V \Delta$$

dan kalikan persamaan (2.15) dengan  $V$ , sehingga didapatkan

$$AV = U\Delta$$

$$U^T AV = \Delta.$$

Dengan transformasi linier  $Y = AX$ . Dari (2.15) (2.16), dan (2.17), kita dapatkan

$$Y = U\Delta V^T X \text{ atau } U^T Y = \Delta V^T X. \quad (2.18)$$

Diberikan  $\tilde{Y} = U^T Y$  dan  $\tilde{X} = V^T X$ . Maka

$$\tilde{Y} = \Delta \tilde{X}. \quad (2.19)$$

Menurut Yanai, dkk (2011), ini menunjukkan bahwa transformasi linear  $Y = AX$  dalam SVD adalah tiga transformasi linear berurutan sebagai berikut:

$$X \xrightarrow{V^T} \tilde{X} \xrightarrow{\Delta} \tilde{Y} \xrightarrow{U} Y. \quad (2.19)$$

## 2.5 Kinerja Dosen

Menurut Arwildayanto (2012), kinerja dosen merupakan faktor yang sangat menentukan bagi keberhasilan suatu perguruan tinggi dalam melaksanakan misinya, dan merupakan penggerak bagi keberhasilan tujuan yang hendak dicapai oleh lembaga perguruan tinggi. Kinerja dosen yang berkualitas sangat dibutuhkan

oleh Lembaga perguruan tinggi dalam rangka meningkatkan kuliatas perguruan tinggi. Kinerja dosen diukur berdasarkan beban kinerja dosen mencakup kegiatan pokok yaitu merencanakan pembelajaran, melaksanakan proses pembelajaran, melakukan evaluasi pembelajaran, membimbing dan melatih, melakukan penelitian, melakukan pengabdian pada masyarakat dan melakukan tugas tambahan.

UU Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen Bab IV Pasal 20 menjelaskan, bahwa dalam melaksanakan tugas yang profesional, dosen berkewajiban:

1. merencanakan pembelajaran, melaksanakan proses pembelajaran yang bermutu, serta menilai dan mengevaluasi hasil pembelajaran,
2. meningkatkan dan mengembangkan kualifikasi akademik dan kompetensi secara berkelanjutan sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni,
3. bertindak objektif dan tidak diskriminatif atas dasar pertimbangan jenis kelamin, agama, suku, ras, dan kondisi fisik tertentu, atau latar belakang keluarga, dan status sosial ekonomi peserta didik dalam pembelajaran,
4. menjunjung tinggi peraturan perundang-undangan, hukum, dan kode etik dosen, serta nilai-nilai agama dan etika, dan
5. memelihara dan memupuk persatuan dan kesatuan bangsa.

## **2.6 Kepuasan Mahasiswa**

Kata *satisfaction* (kepuasan) berasal dari bahasa latin “*satis*” (artinya cukup baik/memadai) dan “*facio*” (melakukan/membuat). Secara sederhana

kepuasan dapat diartikan sebagai upaya pemenuhan sesuatu atau membuat sesuatu memadai. Konsep kepuasan pelanggan masih bersifat abstrak, meski demikian kepuasan pelanggan menjadi konsep sentral dalam teori dan praktik pemasaran, serta merupakan salah satu tujuan esensial bagi aktivitas bisnis. Dapat dikatakan bahwa kepuasan adalah kesesuaian harapan atau hal yang dirasakan oleh pelanggan dengan perlakuan yang diterimanya ketika meminta layanan dari suatu lembaga. Ini berarti kepuasan pelanggan dipengaruhi oleh kinerja pegawai dalam memberikan layanan. Hal ini tentu berpengaruh terhadap eksistensi lembaga tersebut di mata pelanggannya (Alfiani, 2006).

Mahasiswa yang masuk sebuah perguruan tinggi tentu mempunyai banyak harapan seperti adanya kesempatan lapangan kerja, pengembangan karir, dan adanya kepuasan, kesenangan, dan kebanggaan sebagai mahasiswa di perguruan tinggi tersebut. Pengorbanan yang dikeluarkan oleh mahasiswa berupa uang untuk membayar segala biaya pendidikan, waktu yang dihabiskan yang dapat dihitung sebagai *opportunity cost*, dan jerih payah mereka mengikuti perkuliahan yang harus diimbangi oleh layanan yang diberikan perguruan tinggi. Semua rantai nilai yang ada dalam lembaga pendidikan, harus menciptakan nilai tambah bagi mahasiswa. Semua personil, serta proses pendidikan sebagai rantai nilai utama harus dapat memberikan kepuasan dalam layanan kepada para mahasiswa (Alma, 2005).

## **2.7 Hasil Penelitian Sebelumnya**

Kecerdasan pada manusia bukanlah fenomena satu dimensi. Perbedaan individu dalam kemampuan kognitif dapat digambarkan dengan *cognitive*

*manifold* dari tes interkorelasi antara domain independen parsial dari kecerdasan umum dan fungsi eksekutif. Namun, hubungan antara perbedaan individu dan morfologi otak ini belum sepenuhnya dipahami. Dengan menggunakan pendekatan multivariat untuk menganalisis kovarian di antara individu-individu di dua ruang yaitu ruang dimensi rendah dari kemampuan kognitif dan ruang dimensi tinggi dari materi abu-abu lokal yang diperoleh dari morfometri berbasis *voxel*. Dengan memanfaatkan kerangka *partial least squares correlation* dengan sampel 286 anak dan remaja yang sehat, mengidentifikasi memiliki kovariansi maksimum antara kedua ruang dalam hal pemodelan variabel laten. Selanjutnya diperoleh variabel laten mewakili kesamaan dalam sistem perilaku otak, yang menekankan jaringan neuron tertentu yang terlibat dalam perbedaan kemampuan kognitif. Variabel laten menunjukkan bobot positif di seluruh wilayah materi abu-abu yang meluas (dalam domain otak) dan bobot terkuat untuk penilaian orang tua terhadap fungsi eksekutif anak-anak (dalam domain kognitif). Variabel laten yang didapat untuk kemampuan otak dan kognitif memiliki korelasi 0,46-0,6. Selain itu, pemodelan multivariat menunjukkan indikasi pembentukan *heterochronic* dari asosiasi tersebut sebagai proses pematangan otak di berbagai kelompok usia (Ziegler, dkk, 2013).



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan bantuan studi literatur, dimana data atau informasi yang dihasilkan diwujudkan dalam bentuk angka-angka atau data *numeric* dengan menggunakan analisis statistik.

#### **3.2 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder hasil survei pada Aziz (2017). Data terdiri dari 78 responden, dimana responden tersebut adalah populasi Dosen Tetap (PNS dan Non PNS) Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel laten dan variabel manifes/indikator. Variabel laten dibagi menjadi dua yaitu variabel laten eksogen dan variabel laten endogen. Adapun keterangan variabel-variabel sebagai berikut:

1. variabel laten eksogen merupakan variabel yang menyatakan Beban Kinerja Dosen ( $\xi_1$ ),
2. variabel laten endogen merupakan variabel yang menyatakan Indeks Kepuasan Mahasiswa ( $\eta_1$ ),

3. indikator-indikator dalam variabel laten eksogen disimbolkan dengan  $X$  yang terdiri dari aspek beban pengajaran ( $X_1$ ), aspek beban penelitian ( $X_2$ ), aspek beban pengabdian ( $X_3$ ), dan aspek beban penunjang lainnya ( $X_4$ ),
4. indikator-indikator dalam variabel laten endogen disimbolkan dengan  $Y$  yang terdiri dari kompetensi pedagogik ( $Y_1$ ), kompetensi profesional ( $Y_2$ ), kompetensi kepribadian ( $Y_3$ ), dan kompetensi sosial ( $Y_4$ ).

### 3.4 Analisis Data

#### 3.4.1 Pendekatan PLSC pada Pemodelan Persamaan Struktural dengan Metode SVD

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. menentukan model struktural dengan indikator reflektif,
2. menentukan model struktural dengan indikator formatif,
3. memusatkan dan menormalkan matriks,
4. menentukan matriks korelasi, dan
5. mengestimasi variabel laten dengan metode SVD.

#### 3.4.2 Implementasi PLSC pada Pemodelan Persamaan Struktural

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. mengembangkan model berbasis teori,
2. mencari statistik deskriptif,
3. mencari korelasi antarvariabel indikator,
4. mencari matriks-matriks singular yang bersesuaian dengan matriks korelasi,
5. mengestimasi nilai variabel laten dengan metode SVD, dan

6. mengevaluasi model.



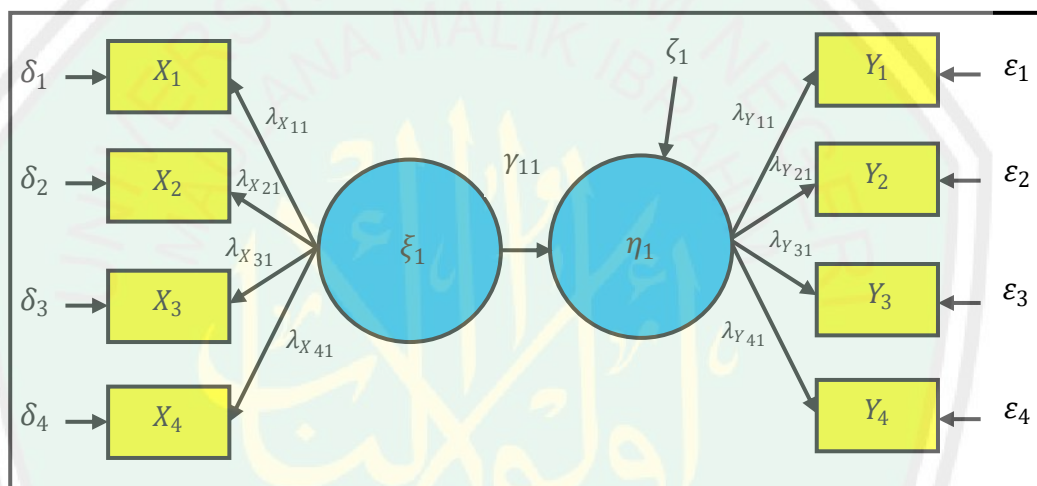
## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Pendekatan PLSC pada Pemodelan Persamaan Struktural dengan Metode SVD

##### 4.1.1 Penentuan Model Struktural dengan Indikator Reflektif

*Full* atau *hybrid model* merupakan sebutan dari bentuk umum SEM. Berikut contoh diagram jalur *full* atau *hybrid model* yang diperlihatkan pada Gambar 4.1 dengan indikator reflektif.

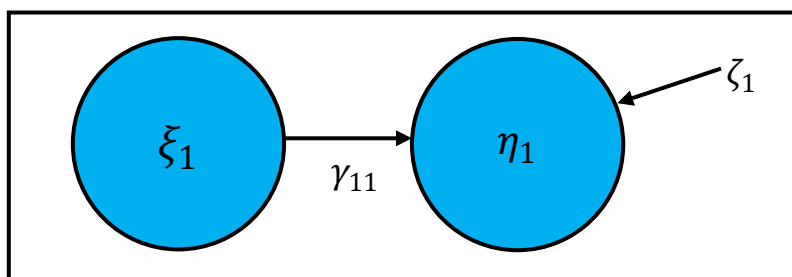


Gambar 4.1 Diagram Lintasan *Full* dengan Indikator Reflektif

Dari Gambar 4.1 dapat dipecah menjadi 3 bagian, sebagai berikut:

a. Model Struktural

Model struktural dapat digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Model Struktural/Variabel Laten dengan Indikator Reflektif

Dimana  $\eta_1$  adalah variabel laten endogen dengan data sebanyak  $n$ ,  $\xi_1$  adalah variabel laten eksogen dengan data sebanyak  $n$ ,  $\gamma_{11}$  adalah koefisien regresi, dan  $\zeta_1$  adalah galat. Adapun notasi matematikanya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \eta_{11} &= \gamma_{11}\xi_{11} + \zeta_{11} \\ \eta_{12} &= \gamma_{11}\xi_{12} + \zeta_{12} \\ &\vdots \\ \eta_{1n} &= \gamma_{11}\xi_{1n} + \zeta_{1n} \end{aligned} \right\} \quad (4.1)$$

Persamaan (4.1) dapat dinyatakan dalam notasi matrik:

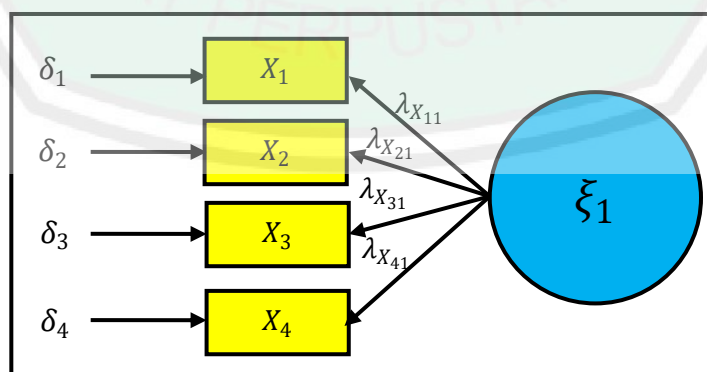
$$[\eta_{11} \ \eta_{12} \ \dots \ \eta_{1n}] = [\gamma_{11}][\xi_{11} \ \xi_{12} \ \dots \ \xi_{1n}] + [\zeta_{11} \ \zeta_{12} \ \dots \ \zeta_{1n}], \quad (4.2)$$

dan secara umum dinyatakan dalam bentuk berikut ini:

$$\boldsymbol{\eta}_{(1 \times n)} = \Gamma_{(1 \times 1)} \boldsymbol{\xi}_{(1 \times n)} + \boldsymbol{\zeta}_{(1 \times n)}. \quad (4.3)$$

#### b. Model Pengukuran

Model pengukuran dibagi menjadi dua yaitu model pengukuran untuk variabel laten eksogen dan model pengukuran untuk variabel laten endogen. Model pengukuran laten eksogen digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Model Pengukuran pada Variabel Laten Eksogen dengan Indikator Reflektif



Dimana  $\xi_1$  adalah variabel laten eksogen dengan data sebanyak  $n$ ,  $X_1, X_2, X_3, X_4$  adalah indikator-indikator pada variabel laten eksogen dengan masing-masing data sebanyak  $n$  serta  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$  adalah galat untuk masing-masing indikator, dan  $\lambda_{X_{11}}, \lambda_{X_{12}}, \lambda_{X_{13}}, \lambda_{X_{14}}$  adalah *loading factor*. Selanjutnya dapat ditulis model pengukuran variabel laten eksogen pada Gambar 4.3 dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X_{11} &= \lambda_{X_{11}} \xi_{11} + \delta_{11} \\
 X_{21} &= \lambda_{X_{11}} \xi_{12} + \delta_{21} \\
 &\vdots \\
 X_{n1} &= \lambda_{X_{11}} \xi_{1n} + \delta_{n1} \\
 X_{12} &= \lambda_{X_{12}} \xi_{11} + \delta_{12} \\
 X_{22} &= \lambda_{X_{12}} \xi_{12} + \delta_{22} \\
 &\vdots \\
 X_{n2} &= \lambda_{X_{12}} \xi_{1n} + \delta_{n2} \\
 X_{13} &= \lambda_{X_{13}} \xi_{11} + \delta_{13} \\
 X_{23} &= \lambda_{X_{13}} \xi_{12} + \delta_{23} \\
 &\vdots \\
 X_{n3} &= \lambda_{X_{13}} \xi_{1n} + \delta_{n3} \\
 X_{14} &= \lambda_{X_{14}} \xi_{11} + \delta_{14} \\
 X_{24} &= \lambda_{X_{14}} \xi_{12} + \delta_{24} \\
 &\vdots \\
 X_{n4} &= \lambda_{X_{14}} \xi_{1n} + \delta_{n4}.
 \end{aligned}
 \tag{4.4}$$

Setiap variabel laten dideskripsikan oleh beberapa variabel terukur/indikator.

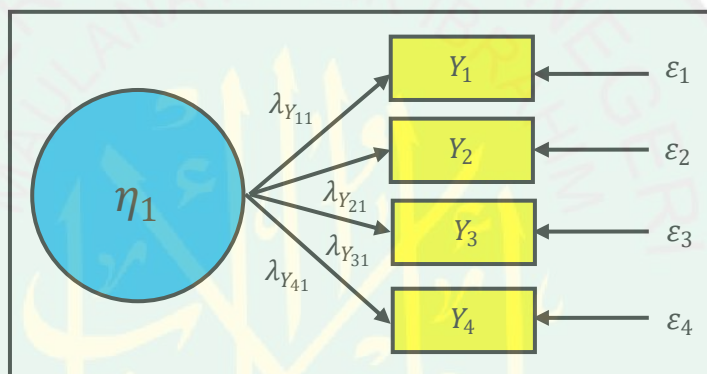
Persamaan (4.4) dapat dinyatakan dalam notasi matrik:

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3n} \\ X_{41} & X_{42} & \cdots & X_{4n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{X_{11}} \\ \lambda_{X_{21}} \\ \lambda_{X_{31}} \\ \lambda_{X_{41}} \end{bmatrix} [\xi_{11} \quad \xi_{12} \quad \cdots \quad \xi_{1n}] + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \cdots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \cdots & \delta_{2n} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \cdots & \delta_{3n} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \cdots & \delta_{4n} \end{bmatrix}, \quad (4.5)$$

dan secara umum dinyatakan dalam bentuk berikut ini:

$$\mathbf{X}_{(4 \times n)} = \mathbf{\Lambda}_{\mathbf{X}_{(4 \times 1)}} \boldsymbol{\xi}_{(1 \times n)} + \boldsymbol{\delta}_{(4 \times n)}. \quad (4.6)$$

Sedangkan model pengukuran laten endogen digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Model Pengukuran pada Variabel Laten Endogen dengan Indikator Reflektif

Dimana  $\eta_1$  adalah variabel laten endogen dengan data sebanyak  $n$ , sedangkan  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$  adalah indikator-indikator pada variabel laten endogen dengan masing-masing data sebanyak  $n$  serta  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$  adalah galat untuk masing-masing indikator, dan  $\lambda_{Y_{11}}, \lambda_{Y_{12}}, \lambda_{Y_{13}}, \lambda_{Y_{14}}$  adalah *loading factor*. Selanjutnya dapat ditulis dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Y_{11} &= \lambda_{Y_{11}} \eta_{11} + \varepsilon_{11} \\
Y_{21} &= \lambda_{Y_{11}} \eta_{12} + \varepsilon_{21} \\
&\vdots \\
Y_{n1} &= \lambda_{Y_{11}} \eta_{1n} + \varepsilon_{n1} \\
Y_{12} &= \lambda_{Y_{12}} \eta_{11} + \varepsilon_{12} \\
Y_{22} &= \lambda_{Y_{12}} \eta_{12} + \varepsilon_{22} \\
&\vdots \\
Y_{n2} &= \lambda_{Y_{12}} \eta_{1n} + \varepsilon_{n2} \\
Y_{13} &= \lambda_{Y_{13}} \eta_{11} + \varepsilon_{13} \\
Y_{23} &= \lambda_{Y_{13}} \eta_{12} + \varepsilon_{23} \\
&\vdots \\
Y_{n3} &= \lambda_{Y_{13}} \eta_{1n} + \varepsilon_{n3} \\
Y_{14} &= \lambda_{Y_{14}} \eta_{11} + \varepsilon_{14} \\
Y_{24} &= \lambda_{Y_{14}} \eta_{12} + \varepsilon_{24} \\
&\vdots \\
Y_{n4} &= \lambda_{Y_{14}} \eta_{1n} + \varepsilon_{n4}.
\end{aligned} \tag{4.7}$$

Setiap variabel laten dideskripsikan oleh beberapa variabel terukur/indikator.

Persamaan (4.7) dapat dinyatakan dalam notasi matrik:

$$\begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdots & Y_{2n} \\ Y_{31} & Y_{32} & \cdots & Y_{3n} \\ Y_{41} & Y_{42} & \cdots & Y_{4n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{Y_{11}} \\ \lambda_{Y_{21}} \\ \lambda_{Y_{31}} \\ \lambda_{Y_{41}} \end{bmatrix} [\eta_{11} \quad \eta_{12} \quad \cdots \quad \eta_{1n}] + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \cdots & \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \cdots & \varepsilon_{2n} \\ \varepsilon_{31} & \varepsilon_{32} & \cdots & \varepsilon_{3n} \\ \varepsilon_{41} & \varepsilon_{42} & \cdots & \varepsilon_{4n} \end{bmatrix}, \tag{4.8}$$

dan secara umum dinyatakan dalam bentuk berikut ini:

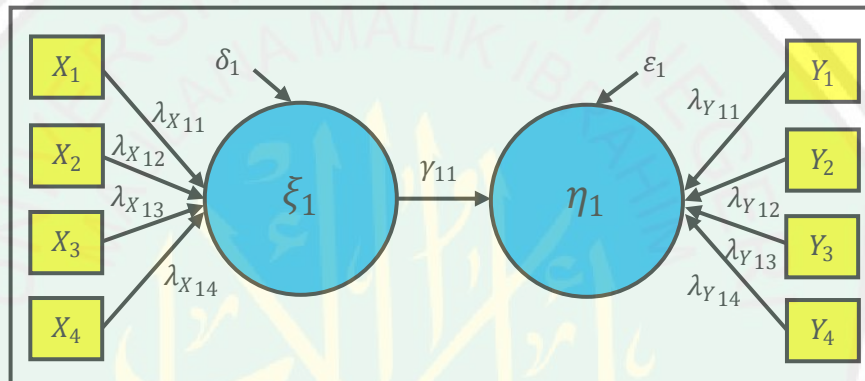
$$\mathbf{Y}_{(4 \times n)} = \mathbf{\Lambda}_{Y_{(4 \times 1)}} \boldsymbol{\eta}_{(1 \times n)} + \boldsymbol{\varepsilon}_{(4 \times n)}. \tag{4.9}$$

Selanjutnya substitusikan persamaan (4.3) ke persamaan (4.9), sehingga didapatkan:

$$Y_{(4 \times n)} = \Lambda_{Y_{(4 \times 1)}} (\Gamma_{(1 \times 1)} \xi_{(1 \times n)} + \zeta_{(1 \times n)}) + \varepsilon_{(4 \times n)}. \quad (4.10)$$

#### 4.1.2 Penentuan Model Struktural dengan Indikator Formatif

Berikut contoh diagram jalur *full* atau *hybrid model* yang diperlihatkan pada Gambar 4.5 dengan indikator formatif.

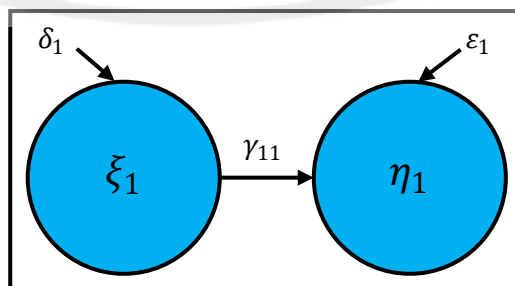


Gambar 4.5 Diagram Lintasan *Full* dengan Indikator Formatif

Dari Gambar 4.5 dapat dipecah menjadi 3 bagian, sebagai berikut:

a. Model Struktural

Model struktural dapat digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Model Struktural dengan Indikator Formatif

Dimana  $\eta_1$  adalah variabel laten endogen dengan data sebanyak  $n$ ,  $\xi_1$  adalah variabel laten eksogen dengan data sebanyak  $n$ ,  $\gamma_{11}$  adalah koefisien regresi, dan  $\varepsilon_1, \delta_1$  adalah galat. Adapun notasi matematiknya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \eta_{11} &= \gamma_{11}\xi_{11} + \varepsilon_{11} \\ \eta_{12} &= \gamma_{11}\xi_{12} + \varepsilon_{12} \\ &\vdots \\ \eta_{1n} &= \gamma_{11}\xi_{1n} + \varepsilon_{1n}. \end{aligned} \right\} \quad (4.11)$$

Persamaan (4.11) dapat dinyatakan dalam notasi matrik:

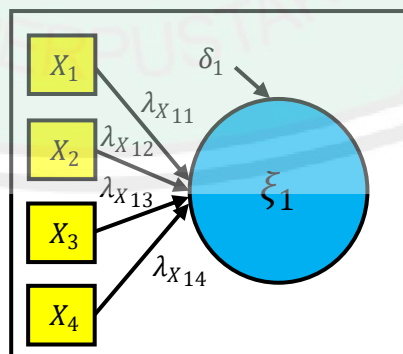
$$[\eta_{11} \ \eta_{12} \ \dots \ \eta_{1n}] = [\gamma_{11}][\xi_{11} \ \xi_{12} \ \dots \ \xi_{1n}] + [\varepsilon_{11} \ \varepsilon_{12} \ \dots \ \varepsilon_{1n}], \quad (4.12)$$

dan secara umum dinyatakan dalam bentuk berikut ini:

$$\boldsymbol{\eta}_{(1 \times n)} = \Gamma_{(1 \times 1)}\boldsymbol{\xi}_{(1 \times n)} + \boldsymbol{\varepsilon}_{(1 \times n)}. \quad (4.13)$$

#### b. Model Pengukuran

Model pengukuran dibagi menjadi dua yaitu model pengukuran untuk variabel laten eksogen dan model pengukuran untuk variabel laten endogen. Model pengukuran laten eksogen digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen dengan Indikator Formatif

Selanjutnya dapat ditulis model pengukuran variabel laten eksogen Gambar 4.7 dalam notasi matematika sebagai berikut:



$$\begin{aligned}
 \xi_{11} &= \lambda_{X_{11}} X_{11} + \lambda_{X_{12}} X_{21} + \lambda_{X_{13}} X_{31} + \lambda_{X_{14}} X_{41} + \delta_{11} \\
 \xi_{12} &= \lambda_{X_{11}} X_{12} + \lambda_{X_{12}} X_{22} + \lambda_{X_{13}} X_{32} + \lambda_{X_{14}} X_{42} + \delta_{12} \\
 &\vdots \\
 \xi_{1n} &= \lambda_{X_{11}} X_{1n} + \lambda_{X_{12}} X_{2n} + \lambda_{X_{13}} X_{3n} + \lambda_{X_{14}} X_{4n} + \delta_{1n}.
 \end{aligned}
 \tag{4.14}$$

Setiap variabel laten dideskripsikan oleh beberapa variabel terukur/indikator.

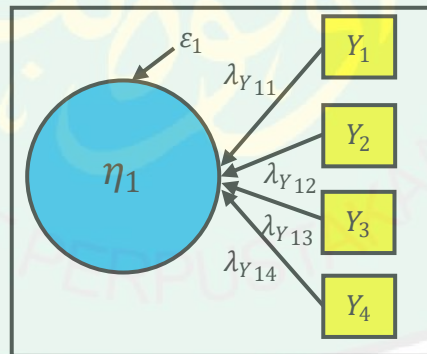
Persamaan (4.14) dapat dinyatakan dalam notasi matrik:

$$\begin{aligned}
 &[\xi_{11} \quad \xi_{12} \quad \cdots \quad \xi_{1n}] \\
 &= [\lambda_{X_{11}} \quad \lambda_{X_{12}} \quad \lambda_{X_{13}} \quad \lambda_{X_{14}}] \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3n} \\ X_{41} & X_{42} & \cdots & X_{4n} \end{bmatrix} + [\delta_{11} \quad \delta_{12} \quad \cdots \quad \delta_{1n}], \tag{4.15}
 \end{aligned}$$

dan secara umum dinyatakan dalam bentuk berikut ini:

$$\xi_{(1 \times n)} = \Lambda_{X(1 \times 4)} X_{(4 \times n)} + \delta_{(1 \times n)}. \tag{4.16}$$

Sedangkan model pengukuran laten endogen digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen dengan Indikator Formatif

Selanjutnya Gambar 4.8 ditulis dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \eta_{11} &= \lambda_{Y_{11}} Y_{11} + \lambda_{Y_{12}} Y_{21} + \lambda_{Y_{13}} Y_{31} + \lambda_{Y_{14}} Y_{41} + \varepsilon_{11} \\
 \eta_{12} &= \lambda_{Y_{11}} Y_{12} + \lambda_{Y_{12}} Y_{22} + \lambda_{Y_{13}} Y_{32} + \lambda_{Y_{14}} Y_{42} + \varepsilon_{12} \\
 &\vdots \\
 \eta_{1n} &= \lambda_{Y_{11}} Y_{1n} + \lambda_{Y_{12}} Y_{2n} + \lambda_{Y_{13}} Y_{3n} + \lambda_{Y_{14}} Y_{4n} + \varepsilon_{1n}.
 \end{aligned} \tag{4.17}$$

Setiap variabel laten dideskripsikan oleh beberapa variabel terukur/indikator.

Persamaan (4.17) dapat dinyatakan dalam notasi matrik:

$$\begin{aligned}
 &[\eta_{11} \quad \eta_{12} \quad \cdots \quad \eta_{1n}] \\
 &= [\lambda_{Y_{11}} \quad \lambda_{Y_{12}} \quad \lambda_{Y_{13}} \quad \lambda_{Y_{14}}] \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdots & Y_{2n} \\ Y_{31} & Y_{32} & \cdots & Y_{3n} \\ Y_{41} & Y_{42} & \cdots & Y_{4n} \end{bmatrix} + [\varepsilon_{11} \quad \varepsilon_{12} \quad \cdots \quad \varepsilon_{1n}], \tag{4.18}
 \end{aligned}$$

dan secara umum dinyatakan dalam bentuk berikut ini:

$$\boldsymbol{\eta}_{(1 \times n)} = \boldsymbol{\Lambda}_{Y_{(1 \times 4)}} \mathbf{Y}_{(4 \times n)} + \boldsymbol{\varepsilon}_{(1 \times n)}. \tag{4.19}$$

### 4.1.3 Pemusatan dan Penormalan Matriks

Sebelum menggunakan data untuk dianalisis, data sering diolah terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan bentuk data agar sesuai/memenuhi syarat untuk dilakukan analisis dengan metode tertentu. Langkah pertama dalam estimasi parameter menggunakan metode SVD pada PLSC adalah data yang digunakan terlebih dahulu harus dipusatkan dan dinormalkan. Pemusatan data dilakukan dengan cara mengurangkan data dengan nilai rata-rata pada tiap kolom, dengan demikian nilai pada setiap data akan berubah dan menyiratkan bahwa rata-rata pada setiap kolom adalah nol. Pada persamaan (4.6),  $\mathbf{X}$  adalah matriks data dengan  $\bar{\mathbf{X}}$  adalah rata-ratanya seperti berikut ini:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3n} \\ X_{41} & X_{42} & \cdots & X_{4n} \end{bmatrix}. \tag{4.20}$$

Untuk mencari  $\bar{\mathbf{X}}$ , maka perlu dicari terlebih dahulu rata-rata pada tiap kolomnya, sehingga rata-rata pada setiap kolom adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\bar{\mathbf{X}} &= \begin{bmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \\ \bar{X}_3 \\ \bar{X}_4 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{n} \mathbf{X} \mathbf{1} \\ &= \frac{1}{n} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3n} \\ X_{41} & X_{42} & \cdots & X_{4n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{n} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3n} \\ X_{41} & X_{42} & \cdots & X_{4n} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \frac{X_{11} + X_{12} + \cdots + X_{1n}}{n} \\ \frac{X_{21} + X_{22} + \cdots + X_{2n}}{n} \\ \frac{X_{31} + X_{32} + \cdots + X_{3n}}{n} \\ \frac{X_{41} + X_{42} + \cdots + X_{4n}}{n} \end{bmatrix}\end{aligned}$$

selanjutnya untuk memusatkan matriks  $\mathbf{X}$  maka mengurangi data dengan nilai rata-rata matriksnya seperti berikut ini:

$$\mathbf{X}_{centered} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3n} \\ X_{41} & X_{42} & \cdots & X_{4n} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \\ \bar{X}_3 \\ \bar{X}_4 \end{bmatrix} [1 \quad 1 \quad \cdots \quad 1]$$

$$\begin{aligned}
&= \begin{bmatrix} X_{11} - \bar{X}_1 & X_{12} - \bar{X}_1 & \cdots & X_{1n} - \bar{X}_1 \\ X_{21} - \bar{X}_2 & X_{22} - \bar{X}_2 & \cdots & X_{2n} - \bar{X}_2 \\ X_{31} - \bar{X}_3 & X_{32} - \bar{X}_3 & \cdots & X_{3n} - \bar{X}_3 \\ X_{41} - \bar{X}_4 & X_{42} - \bar{X}_4 & \cdots & X_{4n} - \bar{X}_4 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} X_{c11} & X_{c12} & \cdots & X_{c1n} \\ X_{c21} & X_{c22} & \cdots & X_{c2n} \\ X_{c31} & X_{c32} & \cdots & X_{c3n} \\ X_{c41} & X_{c42} & \cdots & X_{c4n} \end{bmatrix}. \tag{4.21}
\end{aligned}$$

Setelah dilakukan pemusatan maka langkah selanjutnya yaitu menormalkan. Menurut Abdi, dkk (2009) penormalan matriks dilakukan dengan mentransformasikan vektor menjadi vektor baru yang norm sama dengan satu. Norm pada sebuah vektor yaitu suatu fungsi yang memberikan ukuran panjang atau *size* pada vektor. Pada ruang dua dimensi dihitung sebagai akar kuadrat dari jumlah elemen kuadrat dari vektor. Sebagai contoh, normalisasi matriks  $X_{centered}$ . Norm dari vektor pada matriks  $X_{centered}$  adalah sebagai berikut:

$$\|X_{c1}\| = \sqrt{X_{c11}^2 + X_{c12}^2 + \cdots + X_{c1n}^2}$$

$$\|X_{c2}\| = \sqrt{X_{c21}^2 + X_{c22}^2 + \cdots + X_{c2n}^2}$$

$$\|X_{c3}\| = \sqrt{X_{c31}^2 + X_{c32}^2 + \cdots + X_{c3n}^2}$$

$$\|X_{c4}\| = \sqrt{X_{c41}^2 + X_{c42}^2 + \cdots + X_{c4n}^2}$$

Selanjutnya menormalkan matriks (4.21) dengan cara membagi setiap elemen dengan norm pada masing-masing vektornya.

$$\mathbf{Z}_X = \begin{bmatrix} \frac{X_{c11}}{\|X_{c1}\|} & \frac{X_{c12}}{\|X_{c1}\|} & \dots & \frac{X_{c1n}}{\|X_{c1}\|} \\ \frac{X_{c21}}{\|X_{c2}\|} & \frac{X_{c22}}{\|X_{c2}\|} & \dots & \frac{X_{c2n}}{\|X_{c2}\|} \\ \frac{X_{c31}}{\|X_{c3}\|} & \frac{X_{c32}}{\|X_{c3}\|} & \dots & \frac{X_{c3n}}{\|X_{c3}\|} \\ \frac{X_{c41}}{\|X_{c4}\|} & \frac{X_{c42}}{\|X_{c4}\|} & \dots & \frac{X_{c4n}}{\|X_{c4}\|} \end{bmatrix}$$

dengan demikian matriks  $\mathbf{Z}_X$  memiliki rata-rata nol dan standar deviasi satu. Oleh karena itu,  $\mathbf{Z}_X$  dapat digunakan untuk membandingkan pengamatan yang diukur dengan unit yang berbeda.

#### 4.1.4 Penentuan Matriks Korelasi

*Partial Least Square Correlation* (PLSC) menggeneralisasi gagasan korelasi atau menganalisis hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatonya menggunakan dua tabel yang setiap tabel berisi indikator-indikator pada setiap variabel laten. Kedua tabel memainkan peran serupa yang bertujuan untuk menganalisis informasi yang umum pada kedua tabel ini. Hal ini diperoleh dengan menurunkan dua variabel baru yang disebut sebagai variabel laten yang diperoleh dengan kombinasi linier dari indikator-indikatornya. Variabel laten menjelaskan kovarian antara dua tabel.

Matriks  $\mathbf{X}$  berukuran  $4 \times n$  dan matriks  $\mathbf{Y}$  berukuran  $4 \times n$ . Hubungan antara kolom ke- $j$  pada matriks  $\mathbf{X}$  dan kolom ke- $k$  pada matriks  $\mathbf{Y}$  diukur oleh suatu skalar yang didapatkan dengan mengalikan kedua kolom.  $\mathbf{Z}_Y$  dan  $\mathbf{Z}_X$  merupakan matriks hasil pemusatan dan pnormalan yang digunakan untuk mendapatkan korelasi antardua variabel tersebut. Hubungan antarkolom pada



matriks  $X$  dan  $Y$  dihitung *cross-product*, yang dinotasikan dengan  $R$ , yang dihitung sebagai berikut:

$$\mathbf{R}_{(4 \times 4)} = \mathbf{Z}_{X(4 \times n)} \mathbf{Z}_{Y(n \times 4)}^T. \quad (4.22)$$

#### 4.1.5 Estimasi Variabel Laten dengan Metode SVD

Setelah mencari korelasi antardua variabel yang dinyatakan dalam  $R$  dengan menggunakan SVD, matriks  $R$  diuraikan menjadi berikut:

$$\mathbf{R}_{(4 \times 4)} = \mathbf{U}_{(4 \times 4)} \Delta_{(4 \times 4)} \mathbf{V}_{(4 \times 4)}^T, \quad (4.23)$$

dimana matriks  $\Delta$  merupakan matriks diagonal dengan elemen diagonalnya berupa nilai-nilai singular matriks  $R$ , sedangkan matriks  $U$  dan  $V$  merupakan matriks-matriks yang kolom-kolomnya berupa vektor singular kiri dan vektor singular kanan dari matriks  $R$  untuk nilai singular.

Selanjutnya akan dicari nilai-nilai singular yang bersesuaian yaitu dengan mendekomposisikan matriks  $R$  menjadi tiga matriks yaitu  $\Delta$ ,  $U$ , dan  $V$ .  $U$  merupakan vektor Eigen ortonormal dari  $RR^T$ ,  $V$  merupakan vektor Eigen ortonormal dari  $R^T R$ , dan  $\Delta$  adalah matriks diagonal yang mengandung akar kuadrat dari nilai Eigen dari  $RR^T$  dalam urutan menurun ( $\sigma_{11} > \sigma_{22} > \sigma_{33} > \dots > \sigma_{ll} > 0$ ).

Menentukan vektor Eigen dari  $RR^T$  dilakukan dengan menggunakan persamaan  $RR^T \vec{v} = \lambda \vec{v}$ , dimana  $RR^T$  merupakan matriks dengan ukuran  $n \times n$ ,  $\vec{v}$  merupakan variabel vektor, dan  $\lambda$  merupakan skalar. Misal diberikan  $RR^T$  dengan ukuran  $4 \times 4$  sehingga vektor Eigennya yang sesuai sebagai berikut:

$$RR^T \vec{v} = \lambda I \vec{v}$$

$$\begin{bmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya diuraikan sebagai berikut:

$$rr_{11}v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = \lambda v_1$$

$$rr_{21}v_1 + rr_{22}v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = \lambda v_2$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + rr_{33}v_3 + rr_{34}v_4 = \lambda v_3$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + rr_{44}v_4 = \lambda v_4$$

atau dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$(rr_{11} - \lambda)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda)v_4 = 0.$$

Selanjutnya menentukan nilai Eigen, untuk menentukan nilai  $\lambda$  kita membutuhkan  $D(\lambda) = 0$ , dimana  $D(\lambda)$  merupakan determinan karakteristik, sebagai berikut:

$$D(\lambda) = 0$$

$$\det(\mathbf{RR}^T - \lambda \mathbf{I}) = 0$$

$$\begin{vmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{vmatrix} - \lambda \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} rr_{11} - \lambda & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} - \lambda & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$(rr_{11} - \lambda) \begin{vmatrix} rr_{22} - \lambda & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{32} & rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{12} \begin{vmatrix} rr_{21} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} +$$

$$rr_{13} \begin{vmatrix} rr_{21} & rr_{22} - \lambda & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{14} \begin{vmatrix} rr_{21} & rr_{22} - \lambda & rr_{23} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} \end{vmatrix} = 0$$

$$(rr_{11} - \lambda) \left( (rr_{22} - \lambda) \begin{vmatrix} rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{34} \\ rr_{42} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + \right.$$

$$rr_{24} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{42} & rr_{43} \end{vmatrix} \left. \right) + rr_{12} \left( rr_{21} \begin{vmatrix} rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + \right.$$

$$rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{24} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{43} \end{vmatrix} \left. \right) + rr_{13} \left( rr_{21} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{34} \\ rr_{42} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + \right.$$

$$rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{24} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{43} \end{vmatrix} \left. \right) + rr_{14} \left( rr_{21} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{42} & rr_{43} \end{vmatrix} + \right.$$

$$(rr_{22} - \lambda) \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{43} \end{vmatrix} + rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{32} \\ rr_{41} & rr_{42} \end{vmatrix} \left. \right) = 0,$$

sehingga diperoleh nilai-nilai Eigen  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  dengan  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4 > 0$ .

Untuk  $\lambda_1$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_1)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_1)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_1)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_1)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_1 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \\ a_{41} \end{bmatrix}.$$

Untuk  $\lambda_2$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_2)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_2)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_2)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_2)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_2 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ a_{32} \\ a_{42} \end{bmatrix}.$$

Untuk  $\lambda_3$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_3)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_3)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_3)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_3)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_3 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{13} \\ a_{23} \\ a_{33} \\ a_{43} \end{bmatrix}.$$

Untuk  $\lambda_4$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_4)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_4)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_4)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_4)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_4 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{14} \\ a_{24} \\ a_{34} \\ a_{44} \end{bmatrix}.$$

Dengan demikian didapatkan  $\vec{v}_1$ ,  $\vec{v}_2$ ,  $\vec{v}_3$ , dan  $\vec{v}_4$  sebagai vektor kolom dalam matriks, seperti berikut ini:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix},$$

dan gunakan proses *ortonormalization* Gram-Schmidt untuk mengubahnya menjadi matriks ortonormal.



$$\vec{u}_1 = \frac{\vec{v}_1}{\|\vec{v}_1\|} = \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{21} \\ u_{31} \\ u_{41} \end{bmatrix}$$

$$\vec{w}_2 = \vec{v}_2 - \vec{u}_1^T \cdot \vec{v}_2 * \vec{u}_1$$

$$\vec{u}_2 = \frac{\vec{v}_2}{\|\vec{v}_2\|} = \begin{bmatrix} u_{12} \\ u_{22} \\ u_{32} \\ u_{42} \end{bmatrix}$$

$$\vec{w}_3 = \vec{v}_3 - \vec{u}_1^T \cdot \vec{v}_3 * \vec{u}_1 - \vec{u}_2^T \cdot \vec{v}_3 * \vec{u}_2$$

$$\vec{u}_3 = \frac{\vec{w}_3}{\|\vec{w}_3\|} = \begin{bmatrix} u_{13} \\ u_{23} \\ u_{33} \\ u_{43} \end{bmatrix}$$

$$\vec{w}_4 = \vec{v}_4 - \vec{u}_1^T \cdot \vec{v}_4 * \vec{u}_1 - \vec{u}_2^T \cdot \vec{v}_4 * \vec{u}_2 - \vec{u}_3^T \cdot \vec{v}_4 * \vec{u}_3$$

$$\vec{u}_4 = \frac{\vec{w}_4}{\|\vec{w}_4\|} = \begin{bmatrix} u_{14} \\ u_{24} \\ u_{34} \\ u_{44} \end{bmatrix}$$

sehingga didapatkan

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} & u_{34} \\ u_{41} & u_{42} & u_{43} & u_{44} \end{bmatrix}$$

Selanjutnya menentukan matriks  $V$ , langkah-langkah sama dengan menentukan matriks  $U$ , namun matriks yang digunakan adalah  $R^T R$ .

$$R^T R \vec{v} = \lambda I \vec{v}$$

$$\begin{bmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya diuraikan sebagai berikut:

$$rr_{11}v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = \lambda v_1$$

$$rr_{21}v_1 + rr_{22}v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = \lambda v_2$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + rr_{33}v_3 + rr_{34}v_4 = \lambda v_3$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + rr_{44}v_4 = \lambda v_4$$

atau dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$(rr_{11} - \lambda)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda)v_4 = 0.$$

Selanjutnya menentukan nilai Eigen dengan menggunakan determinan karakteristik sebagai berikut:

$$D(\lambda) = 0$$

$$\det(\mathbf{R}^T \mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}) = 0$$

$$\left| \begin{bmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{bmatrix} - \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right| = 0$$

$$\begin{vmatrix} rr_{11} & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} rr_{11} - \lambda & rr_{12} & rr_{13} & rr_{14} \\ rr_{21} & rr_{22} - \lambda & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$(rr_{11} - \lambda) \begin{vmatrix} rr_{22} - \lambda & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{32} & rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{42} & rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{12} \begin{vmatrix} rr_{21} & rr_{23} & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} +$$

$$rr_{13} \begin{vmatrix} rr_{21} & rr_{22} - \lambda & rr_{24} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{14} \begin{vmatrix} rr_{21} & rr_{22} - \lambda & rr_{23} \\ rr_{31} & rr_{32} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{42} & rr_{43} \end{vmatrix} = 0$$

$$(rr_{11} - \lambda) \left( (rr_{22} - \lambda) \begin{vmatrix} rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{34} \\ rr_{42} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + \right.$$

$$rr_{24} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{42} & rr_{43} \end{vmatrix} \left. \right) + rr_{12} \left( rr_{21} \begin{vmatrix} rr_{33} - \lambda & rr_{34} \\ rr_{43} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + \right.$$

$$rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{24} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{43} \end{vmatrix} \left. \right) + rr_{13} \left( rr_{21} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{34} \\ rr_{42} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + \right.$$

$$rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{34} \\ rr_{41} & rr_{44} - \lambda \end{vmatrix} + rr_{24} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{43} \end{vmatrix} \left. \right) + rr_{14} \left( rr_{21} \begin{vmatrix} rr_{32} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{42} & rr_{43} \end{vmatrix} + \right.$$

$$(rr_{22} - \lambda) \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{33} - \lambda \\ rr_{41} & rr_{43} \end{vmatrix} + rr_{23} \begin{vmatrix} rr_{31} & rr_{32} \\ rr_{41} & rr_{42} \end{vmatrix} \left. \right) = 0,$$

sehingga diperoleh nilai-nilai Eigen  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  dengan  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4 > 0$ .

Untuk  $\lambda_1$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_1)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_1)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_1)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_1)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_1 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ b_{13} \\ b_{14} \end{bmatrix}.$$

Untuk  $\lambda_2$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_2)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_2)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_2)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_2)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_2 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{21} \\ b_{22} \\ b_{23} \\ b_{24} \end{bmatrix}.$$

Untuk  $\lambda_3$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_3)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_3)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_3)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_3)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_3 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{31} \\ b_{32} \\ b_{33} \\ b_{34} \end{bmatrix}.$$

Untuk  $\lambda_4$  maka didapatkan:

$$(rr_{11} - \lambda_4)v_1 + rr_{12}v_2 + rr_{13}v_3 + rr_{14}v_4 = 0$$

$$rr_{21}v_1 + (rr_{22} - \lambda_4)v_2 + rr_{23}v_3 + rr_{24}v_4 = 0$$

$$rr_{31}v_1 + rr_{32}v_2 + (rr_{33} - \lambda_4)v_3 + rr_{34}v_4 = 0$$

$$rr_{41}v_1 + rr_{42}v_2 + rr_{43}v_3 + (rr_{44} - \lambda_4)v_4 = 0,$$

sehingga didapatkan:

$$\vec{v}_4 = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{41} \\ b_{42} \\ b_{43} \\ b_{44} \end{bmatrix}.$$

Dengan demikian didapatkan  $\vec{v}_1$ ,  $\vec{v}_2$ ,  $\vec{v}_3$ , dan  $\vec{v}_4$  sebagai vektor kolom dalam matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} \end{bmatrix},$$

dan dengan menggunakan proses *ortonormalization* Gram-Schmidt untuk mengubahnya menjadi matriks ortonormal seperti berikut ini:

$$\vec{u}_1 = \frac{\vec{v}_1}{\|\vec{v}_1\|} = \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{21} \\ v_{31} \\ v_{41} \end{bmatrix}$$



$$\vec{w}_2 = \vec{v}_2 - \vec{u}_1^T \cdot \vec{v}_2 * \vec{u}_1$$

$$\vec{u}_2 = \frac{\vec{w}_2}{\|\vec{w}_2\|} = \begin{bmatrix} v_{12} \\ v_{22} \\ v_{32} \\ v_{42} \end{bmatrix}$$

$$\vec{w}_3 = \vec{v}_3 - \vec{u}_1^T \cdot \vec{v}_3 * \vec{u}_1 - \vec{u}_2^T \cdot \vec{v}_3 * \vec{u}_2$$

$$\vec{u}_3 = \frac{\vec{w}_3}{\|\vec{w}_3\|} = \begin{bmatrix} v_{13} \\ v_{23} \\ v_{33} \\ v_{43} \end{bmatrix}$$

$$\vec{w}_4 = \vec{v}_4 - \vec{u}_1^T \cdot \vec{v}_4 * \vec{u}_1 - \vec{u}_2^T \cdot \vec{v}_4 * \vec{u}_2 - \vec{u}_3^T \cdot \vec{v}_4 * \vec{u}_3$$

$$\vec{u}_4 = \frac{\vec{w}_4}{\|\vec{w}_4\|} = \begin{bmatrix} v_{14} \\ v_{24} \\ v_{34} \\ v_{44} \end{bmatrix},$$

sehingga didapatkan:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{13} & v_{14} \\ v_{21} & v_{22} & v_{23} & v_{24} \\ v_{31} & v_{32} & v_{33} & v_{34} \\ v_{41} & v_{42} & v_{43} & v_{44} \end{bmatrix}.$$

Dengan demikian matriks  $R$  dapat diuraikan dengan SVD sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} & u_{34} \\ u_{41} & u_{42} & u_{43} & u_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{\lambda_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{\lambda_3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sqrt{\lambda_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{11} & v_{21} & v_{31} & v_{41} \\ v_{12} & v_{22} & v_{32} & v_{42} \\ v_{13} & v_{23} & v_{33} & v_{43} \\ v_{14} & v_{24} & v_{34} & v_{44} \end{bmatrix}.$$

Selanjutnya menentukan variabel laten yang merupakan kombinasi linear dari variabel asli-yang dihitung sebagai:

$$\mathbf{L}_X = \mathbf{Z}_X^T \mathbf{V}^T \quad (4.24)$$

dan

$$\mathbf{L}_Y = \mathbf{Z}_Y^T \mathbf{U}^T. \quad (4.25)$$

PLSC menghitung variabel laten dengan kovarian maksimal, sehingga didapatkan:

$$\text{cov}(\mathbf{L}_X, \mathbf{L}_Y) \propto \mathbf{L}_X^T \mathbf{L}_Y = \max, \quad (4.26)$$

dengan asumsi bahwa  $\mathbf{U}\mathbf{U}^T = \mathbf{V}\mathbf{V}^T = \mathbf{I}$  dan  $\boldsymbol{\ell}_{X,i}^T \boldsymbol{\ell}_{Y,j} = 0$  dimana  $i \neq j$  (tidak ada korelasi antarvektor laten dengan beda kolom). Selanjutnya dicari matriks kovarian dari variabel laten.

$$\begin{aligned} \text{cov}(\mathbf{L}_X, \mathbf{L}_Y) &= \mathbf{L}_X^T \mathbf{L}_Y \\ &= (\mathbf{Z}_X^T \mathbf{V}^T)^T \mathbf{Z}_Y^T \mathbf{U}^T \\ &= \mathbf{V} \mathbf{Z}_X \mathbf{Z}_Y^T \mathbf{U}^T \\ &= \mathbf{V} (\mathbf{Z}_X \mathbf{Z}_Y^T) \mathbf{U}^T \\ &= \mathbf{V} \mathbf{R} \mathbf{U}^T \\ &= \mathbf{V} (\mathbf{U} \boldsymbol{\Delta} \mathbf{V}^T) \mathbf{U}^T \\ &= \mathbf{I} \boldsymbol{\Delta} \mathbf{I} \end{aligned}$$

$$= \boldsymbol{\Delta},$$

dengan demikian kovarian dari variabel laten adalah matriks diagonal yang elemen diagonalnya berupa nilai-nilai singularnya atau akar kuadrat dari nilai Eigen, sehingga kovarian totalnya adalah sebagai berikut:

$$tr(\Delta) = \sigma_{11} + \sigma_{12} + \sigma_{13} + \sigma_{14}.$$

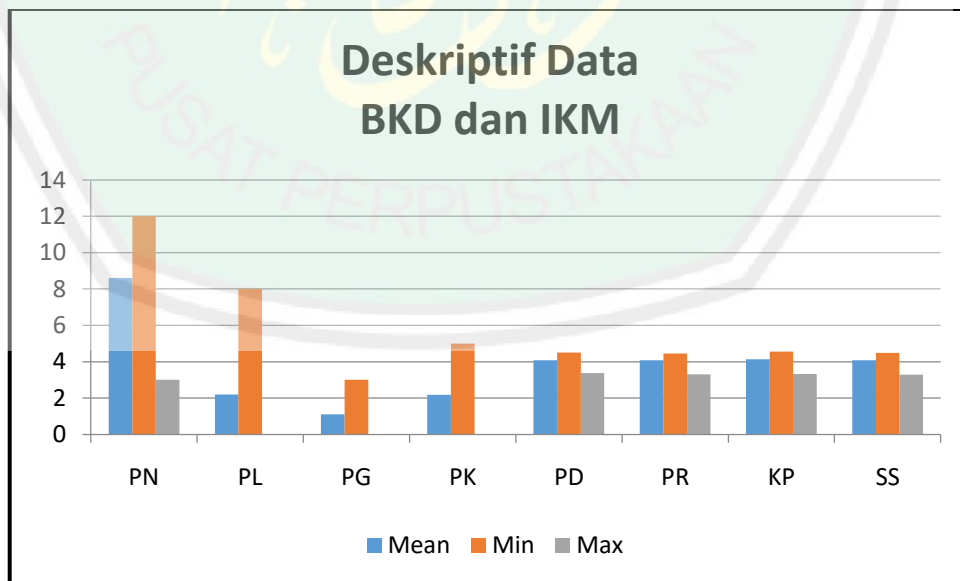
## 4.2 Implementasi PLSC pada Pemodelan Persamaan Struktural

### 4.2.1 Analisis Deskriptif

Berikut ini adalah *statistic descriptive* dari data BKD (lampiran 1) dan IKM (lampiran 2) Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Semester Ganjil tahun akademik 2016/2017 yang disajikan dalam bentuk gambar berikut ini:

Indicators	Indicator Correlations	Raw File								
	No.	Missing	Mean	Median	Min	Max	Standard Devia...	Excess Kurtosis	Skewness	
PN	1	0	8.605	9.000	3.000	12.000	1.587	1.373	-0.842	
PL	2	0	2.187	2.000	0.000	8.000	1.429	3.014	1.377	
PG	3	0	1.109	1.000	0.000	3.000	0.709	-0.113	0.339	
PK	4	0	2.171	2.000	0.000	5.000	1.043	0.203	0.032	
PD	5	0	4.088	4.100	3.380	4.500	0.196	2.736	-0.925	
PR	6	0	4.078	4.080	3.300	4.450	0.200	3.364	-1.071	
KP	7	0	4.132	4.140	3.330	4.550	0.208	3.558	-1.108	
SS	8	0	4.078	4.090	3.280	4.490	0.212	2.656	-0.901	

Gambar 4.9 Statistik Deskriptif Data BKD dan IKM



Gambar 4.10 Grafik Deskriptif Data BKD dan IKM

Dari Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa pada beban kinerja dosen, beban pengajaran memang memiliki proporsi yang paling besar bagi dosen dengan rata-rata beban sebesar 8.605 SKS, kemudian diikuti oleh aspek penelitian dengan rata-rata beban sebesar 2.187 SKS, selanjutnya aspek penunjang lainnya 2.171 SKS, dan yang terkecil yaitu aspek pengabdian dengan rata-rata beban sebesar 1.109 SKS. Sehingga rata-rata jumlah BKD sebesar 14 SKS yang masih berada pada interval kewajaran (interval 12-16 SKS). Namun demikian, pada aspek pengajaran masih terdapat dosen dengan beban kinerja yang sangat tinggi yaitu 12 SKS, dan bahkan ada dosen dengan aspek penelitian mencapai 8 SKS.

Untuk data IKM, tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kinerja dosen pada setiap aspek penilaian masih dapat dikatakan seimbang. Dimana aspek kepribadian dosen masih mengungguli dari pada ketiga aspek lainnya. Diikuti oleh aspek pedagogik, profesionalitas, dan sosial.

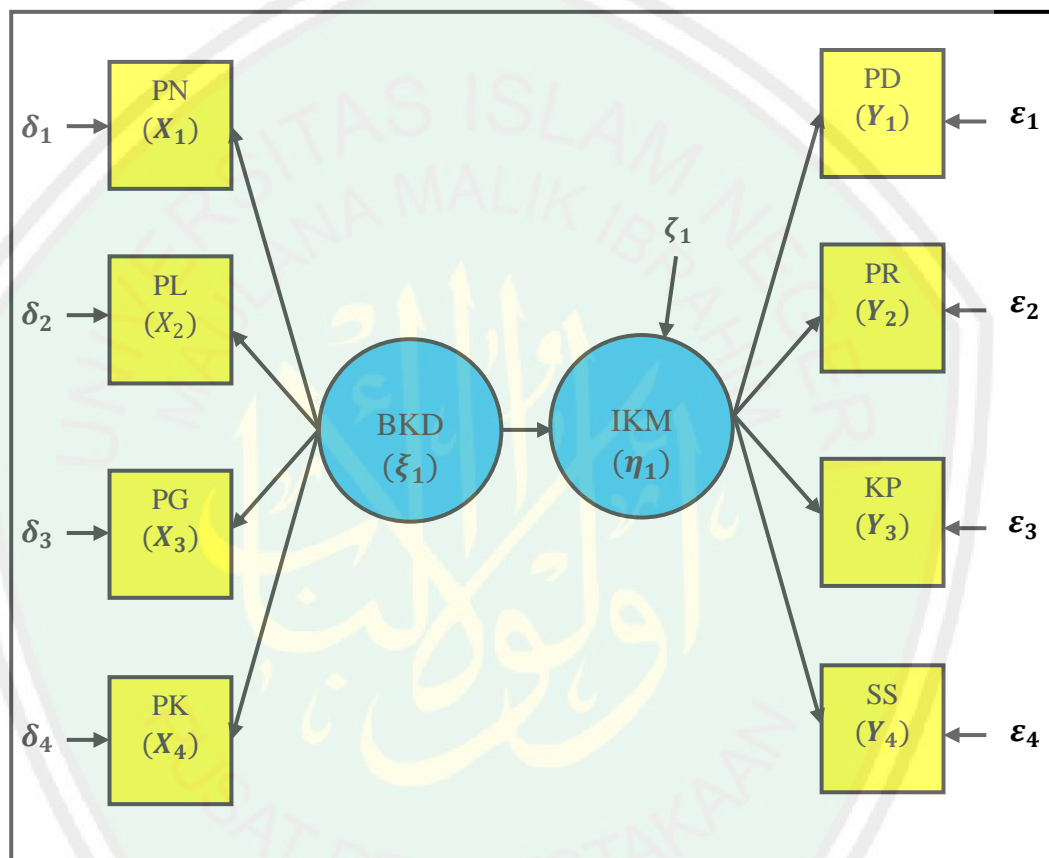
#### **4.2.2 Penentuan Model SEM**

Pada penelitian ini akan dianalisis model hubungan antara Beban Kinerja Dosen (BKD) meliputi aspek pendidikan (PN), aspek penelitian (PL), aspek pengabdian (PG), dan aspek penunjang (PK), dengan Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM) meliputi kompetensi pedagogik (PD), kompetensi profesional (PR), kompetensi kepribadian (KP), dan kompetensi sosial (SS) dosen tetap (PNS dan Non PNS) Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang (data lihat lampiran 1 dan 2).

Variabel-variabel penelitian terdiri dari variabel manifes (indikator), variabel laten endogen, variabel laten eksogen. Indikator ini terdiri dari PN, PL,

PG, PK, PD, PR, KP, dan SS. Sedangkan variabel laten endogennya yaitu IKM dan variabel laten eksogennya yaitu BKD.

Adapun diagram lintasan *Full* atau *Hybrid Model* pengaruh BKD dan IKM dosen tetap (PNS dan Non PNS) Fakultas Sains dan Teknologi Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



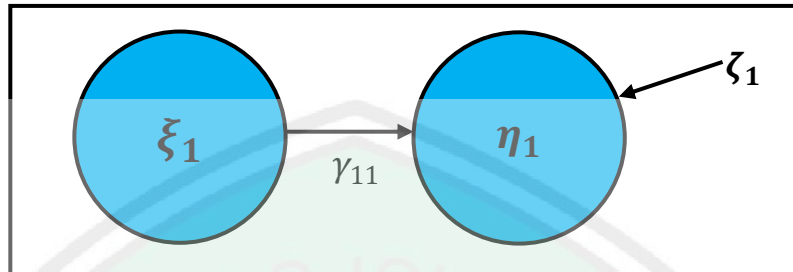
Gambar 4.11 Diagram Lintasan *Full* pada BKD dan IKM

Dari Gambar 4.11 dapat dapat dipecah menjadi 3 bagian yaitu model struktural, model pengukuran variabel laten eksogen, model pengukuran variabel laten endogen. SEM secara umum terdiri dari dua model yaitu model struktural dan model pengukuran. Model pengukuran sendiri dibagi menjadi dua yaitu model pengukuran variabel laten eksogen, model pengukuran variabel laten endogen.



a. Model Struktural

Model struktural digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Model Struktural pada Pengaruh BKD terhadap IKM

Dimana BKD ( $\xi_1$ ) sebagai variabel laten eksogen yang mempengaruhi IKM ( $\eta_1$ ) sebagai variabel laten endogen. Parameter yang menunjukkan pengaruh  $\xi_1$  terhadap  $\eta_1$  diberi label  $\gamma_{11}$  dan kesalahan struktural diberi label  $\zeta_1$ . Secara matematis model persamaan struktural pada Gambar 4.12 ditulis sebagai berikut:

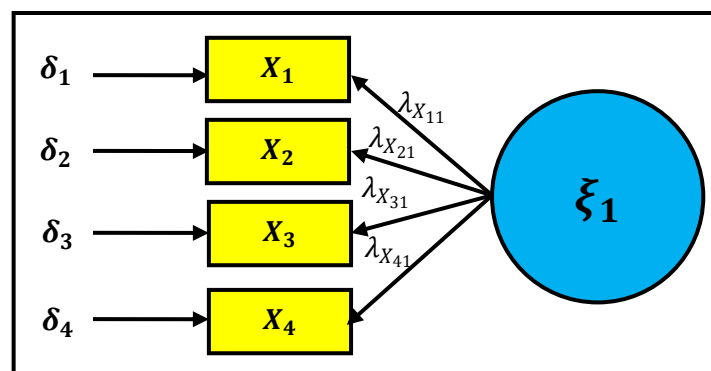
$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1.$$

b. Model pengukuran

Model pengukuran menggambarkan hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya yang terbagi menjadi dua model sebagai berikut:

- Model pengukuran variabel laten eksogen

Model pengukuran variabel laten eksogen digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Model Pengukuran Variabel Laten Eksogen BKD

Dimana BKD ( $\xi_1$ ) sebagai variabel laten eksogen yang dipengaruhi indikator-indikatornya ( $X_1, X_2, X_3, X_4$ ). Parameter yang menunjukkan pengaruh antara  $X$  dan  $\xi_1$  diberi label  $\lambda_X$  dan kesalahan pengukuran diberi label  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ . Secara matematis model persamaan struktural pada Gambar 4.13 ditulis sebagai berikut:

$$X_1 = \lambda_{X_{11}} \xi_1 + \delta_1$$

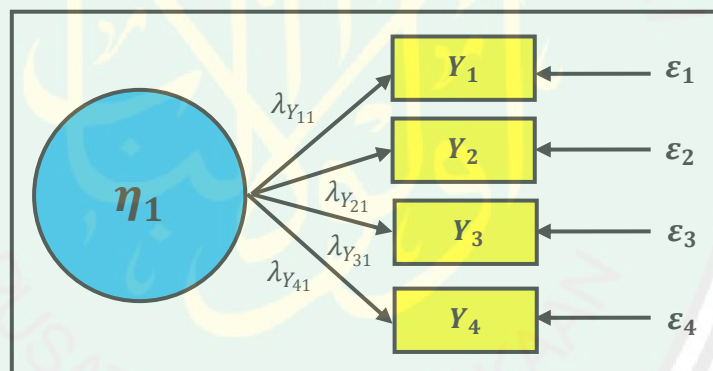
$$X_2 = \lambda_{X_{21}} \xi_1 + \delta_2$$

$$X_3 = \lambda_{X_{31}} \xi_1 + \delta_3$$

$$X_4 = \lambda_{X_{42}} \xi_2 + \delta_4.$$

- Model pengukuran variabel laten endogen

Model pengukuran variabel laten endogen digambarkan menggunakan diagram lintasan seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Model Pengukuran Variabel Laten Endogen IKM

Dimana IKM ( $\eta_1$ ) sebagai variabel laten endogen yang dipengaruhi indikator-indikatornya ( $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$ ). Parameter yang menunjukkan pengaruh antara  $Y$  dan  $\eta_1$  diberi label  $\lambda_Y$  dan kesalahan pengukuran diberi label  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ . Secara matematis model persamaan struktural pada Gambar 4.14 ditulis sebagai berikut:

$$Y_1 = \lambda_{Y_{11}} \eta_1 + \epsilon_1$$

$$Y_2 = \lambda_{Y_{21}}\eta_1 + \varepsilon_2$$

$$Y_3 = \lambda_{Y_{31}}\eta_1 + \varepsilon_3$$

$$Y_4 = \lambda_{Y_{42}}\eta_2 + \varepsilon_4.$$

### 4.2.3 Estimasi Variabel Laten pada PLSC-SEM dengan Metode SVD

Pada SEM variabel laten tidak dapat diukur secara langsung, sehingga dibutuhkan indikator-indikatornya untuk mengestimasi variabel laten dengan kovarian yang maksimal. Data terlebih dahulu dipusatkan dan dinormalisasikan, hasilnya dapat dilihat pada lampiran 3. Selanjutnya korelasi antarkolom pada matriks  $X$  dan  $Y$  dihitung menggunakan persamaan (4.22), dan didapatkan:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0241 & -0.0451 & -0.0582 & -0.0485 \\ -0.0080 & 0.0264 & 0.0429 & 0.0073 \\ 0.0339 & 0.1206 & 0.1318 & 0.1282 \\ 0.1514 & 0.0952 & 0.1150 & 0.1249 \end{bmatrix}.$$

Koefisien korelasi  $r_{11} = -0.0241$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan negatif antara PN dan PD.  $r_{12} = -0.0451$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan negatif antara PN dan PR.  $r_{13} = -0.0582$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan negatif antara PN dan KP.  $r_{14} = -0.0485$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan negatif antara PN dan SS.  $r_{21} = -0.0080$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan negatif antara PL dan PD.  $r_{22} = 0.0264$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PL dan PR.  $r_{23} = 0.0429$  menunjukkan bahwa terdapat

hubungan yang sangat lemah dan positif antara PL dan KP.  $r_{24} = 0.0073$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PL dan SS.  $r_{31} = 0.0339$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PG dan PD.  $r_{32} = 0.1206$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PG dan PR.  $r_{33} = 0.1318$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PG dan KP.  $r_{34} = 0.1282$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PG dan SS.  $r_{41} = 0.1514$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PK dan PD.  $r_{42} = 0.0952$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PK dan PR.  $r_{43} = 0.1150$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PK dan KP.  $r_{44} = 0.1249$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat lemah dan positif antara PK dan SS.

Selanjutnya dengan menggunakan metode SVD, matriks korelasi dapat didekomposisikan kedalam beberapa komponen matriks yang berkaitan dengan nilai singularnya. Persamaan (4.26) dirubah kedalam persamaan (4.27) dengan menggunakan *software* matlab, sehingga didapatkan tiga matriks yaitu, matriks  $\mathbf{U}$  berupa vektor-vektor Eigen dari  $\mathbf{R}\mathbf{R}^T$  (vektor singular kiri dari matriks  $\mathbf{R}$ ) sebagai berikut:

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} -0.2686 & 0.1560 & -0.1807 & 0.9332 \\ 0.1109 & -0.3266 & 0.9016 & 0.2611 \\ 0.6400 & -0.6358 & -0.3723 & 0.2184 \\ 0.7113 & 0.6818 & 0.1261 & 0.1152 \end{bmatrix},$$

matriks  $\mathbf{V}$  berupa vektor-vektor Eigen dari  $\mathbf{R}^T\mathbf{R}$  (vektor singular kanan dari matriks  $\mathbf{R}$ ) sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} 0.4020 & 0.8953 & 0.1590 & 0.1069 \\ 0.4763 & -0.3051 & -0.0404 & 0.8237 \\ 0.5557 & -0.3168 & 0.6523 & -0.4067 \\ 0.5502 & -0.0702 & -0.7400 & -0.3804 \end{bmatrix},$$

dan matriks  $\Delta$  berupa matriks diagonal dengan elemen diagonalnya berupa nilai-nilai singular dari  $R$  atau kovarian dari variabel laten sebagai berikut:

$$\Delta = \begin{bmatrix} 0.3358 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0900 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.0224 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0025 \end{bmatrix}.$$

Sehingga SVD pada data BKD dan IKM dosen tetap (PNS dan Non PNS) Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang adalah sebagai berikut:



$$R = U\Delta V^T$$

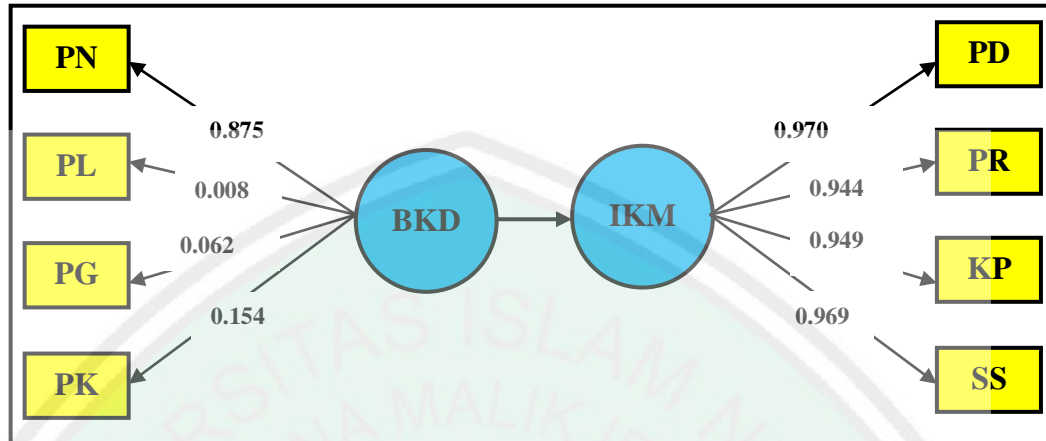
$$= \begin{bmatrix} -0.2686 & 0.1560 & -0.1807 & 0.9332 \\ 0.1109 & -0.3266 & 0.9016 & 0.2611 \\ 0.6400 & -0.6358 & -0.3723 & 0.2184 \\ 0.7113 & 0.6818 & 0.1261 & 0.1152 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.3358 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0900 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.0224 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0025 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.4020 & 0.4763 & 0.5557 & 0.5502 \\ 0.8953 & -0.3051 & -0.3168 & -0.0702 \\ 0.1590 & -0.0404 & 0.6523 & -0.7400 \\ 0.1069 & 0.8237 & -0.4067 & -0.3804 \end{bmatrix}$$

Matriks  $V$  akan digunakan untuk mengestimasi nilai variabel laten BKD, yang dinotasikan  $L_X$  dengan menggunakan persamaan (4.24), dan hasilnya dapat dilihat pada lampiran 4. Selanjutnya matriks  $U$  digunakan untuk mengestimasi nilai variabel laten IKM, yang dinotasikan  $L_Y$  dengan menggunakan persamaan (4.25), dan hasilnya dapat dilihat pada lampiran 5. Sedangkan matriks  $\Delta$  merupakan matriks kovarian dari variabel laten,  $\sigma_{11} = 0.3358$  merupakan kovarian dari vektor kolom ke-1 dari variabel laten BKD dan vektor kolom ke-1 dari variabel laten IKM,  $\sigma_{22} = 0.0900$  merupakan kovarian dari vektor kolom ke-2 dari variabel laten BKD dan vektor kolom ke-2 dari variabel laten IKM,  $\sigma_{33} = 0.0224$  merupakan kovarian dari vektor kolom ke-3 dari variabel laten BKD dan vektor kolom ke-3 dari variabel laten IKM,  $\sigma_{44} = 0.0025$  merupakan kovarian dari vektor kolom ke-4 dari variabel laten BKD dan vektor kolom ke-4 dari variabel laten IKM.

#### 4.2.4. Validitas Model

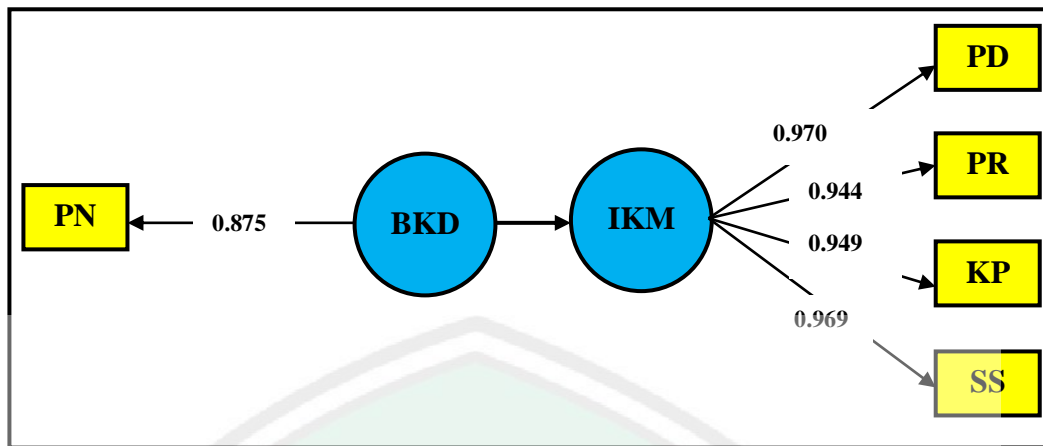
Validitas merupakan salah satu evaluasi model pengukuran untuk indikator reflektif yang menyatakan besarnya korelasi antara indikator reflektif dengan variabel latennya, dan dapat dilihat dari nilai *loading factor*. Nilai *loading factor* di atas 0.5 dapat dikatakan ideal, artinya indikator tersebut dikatakan valid sebagai indikator yang mengukur variabel laten, sedangkan jika nilai *loading factor* di bawah 0.5 maka indikator dapat dikeluarkan dari model. Berikut ini adalah hasil

model SEM-PLSC dengan indikator reflektif dari BKD dan IKM menggunakan metode SVD.



Gambar 4.15 Diagram Jalur Persamaan Struktural pada BKD dan IKM

Dari Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa nilai *loading factor* yang kurang dari 0.5 adalah pada indikator PL, PG dan PK, dengan demikian indikator tersebut tidak valid dan harus dihilangkan dari analisis karena mengindikasikan bahwa indikator tersebut tidak cukup baik digunakan untuk mengukur variabel laten yaitu BKD. Sedangkan indikator dengan nilai *loading factor* yang lebih dari 0.5 adalah PN, PD, PR, KP, dan SS. Sehingga dapat dikatakan bahwa indikator sangat baik dan valid dalam mengukur variabel laten. Dengan demikian, setelah indikator-indikator yang tidak valid dihilangkan dari analisis maka diagram jalur persamaan struktural pada BKD dan IKM ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Diagram Jalur Persamaan Struktural pada BKD dan IKM yang Telah Divalidasi

Dengan demikian persamaan pengukuran pada variabel laten eksogen BKD dapat dinyatakan dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$X_1 = 0.875 \xi_1 + \delta_1$$

dan persamaan pengukuran pada variabel laten endogen IKM dapat dinyatakan dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$Y_1 = 0.970 \eta_1 + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = 0.944 \eta_1 + \varepsilon_2$$

$$Y_3 = 0.949 \eta_1 + \varepsilon_3$$

$$Y_4 = 0.969 \eta_1 + \varepsilon_4.$$

### 4.3 Kajian Keagamaan Mengenai Korelasi

Korelasi menyatakan hubungan antara dua variabel. Allah SWT berfirman mengenai konsep korelasi, dalam QS. az-Zariyat ayat 56, yaitu:

وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِلَّا لِيَعْبُدُونِ

Artinya: "Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku" (QS. az-Zariyat/51:56).

Al-Jazairi memaparkan dalam tafsirnya bahwa maksud dari firman Allah

وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ

Artinya: *“Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia”*.

Kami telah menciptakan jin dan manusia untuk beribadah kepada-Ku. Barang siapa yang beribadah kepada-Ku, Aku akan memuliakannya dan barang siapa yang tidak mau beribadah kepada-Ku, Aku akan menghinakannya.

Mengenai firman Allah

إِلَّا لِيَعْبُدُونِ

Artinya: *“Melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku.”*

Ali bin Abi Thalhah meriwayatkan dari Ibnu ‘Abbas: “Artinya, melainkan supaya mereka mau tunduk beribadah kepada-Ku., baik secara sukarela maupun terpaksa”. Dan itu pula yang menjadi pilihan Ibnu Jarir. Sedangkan Ibnu Juraij menyebutkan: “Yakni, supaya mereka mengenal-Ku.”. Ar-Rabi’ bin Anas mengatakan: “Maksudnya tidak lain kecuali untuk beribadah”. As-Suddi mengemukakan: “Di antara ibadah itu ada yang bermanfaat dan ada pula yang tidak bermanfaat (Ishaq, 2004).

Allah SWT menciptakan jin dan manusia tidak main-main. Bukan untuk sebuah tujuan tertentu, melainkan Allah SWT menciptakan keduanya untuk beribadah dan tunduk kepada-Nya. Menaati perintah dan menjauhi larangan-Nya. Kemudian dalam ayat 57, Allah SWT berfirman yang artinya: *“Aku tidak menghendaki rezeki sedikitpun dari mereka dan Aku tidak menghendaki supaya mereka memberi-Ku makan.”*. Maksudnya, hubungan antara Allah SWT dengan jin dan manusia bukan seperti hubungan seorang majikan dengan budak-

budaknya. Ada seorang budak yang bertugas mencari uang dan budak yang lain bertugas menyiapkan makanan sang majikan. Akan tetapi, Allah SWT menciptakan mereka agar mereka beribadah dan mengesakan-Nya. Apabila mereka beribadah dengan menyekutukan-Nya, ibadah mereka tidak akan diterima dan Allah SWT tidak akan memberikan pahala kepada mereka. Sebaliknya Allah SWT akan menyiksa mereka, walaupun mereka taat beribadah. Hal ini dikarenakan mereka telah menyembah sesuatu yang tidak berhak untuk disembah (Al-Jazairi, 2009).

Makna korelasi yang tertulis pada surat az-Zariyat ayat 56 adalah jika manusia dan jin beribadah kepada Allah maka Allah akan memuliakannya, dan jika tidak beribadah kepada Allah maka Allah akan menghinakannya. Hal ini sesuai dengan konsep korelasi yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau bentuk arah hubungan di antara dua variabel dan besarnya pengaruh yang disebabkan oleh variabel laten dan indikatornya.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pada bab pembahasan, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Model *Singular Value Decomposition* yaitu

$$R = U\Delta V^T$$

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} & u_{34} \\ u_{41} & u_{42} & u_{43} & u_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{\lambda_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{\lambda_3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sqrt{\lambda_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{11} & v_{21} & v_{31} & v_{41} \\ v_{12} & v_{22} & v_{32} & v_{42} \\ v_{13} & v_{23} & v_{33} & v_{43} \\ v_{14} & v_{24} & v_{34} & v_{44} \end{bmatrix}$$

Kemudian variabel laten yang merupakan kombinasi linear dari variabel asli yang dihitung sebagai:

$$L_X = Z_X^T V^T$$

dan

$$L_Y = Z_Y^T U^T,$$

sehingga menghasilkan variabel laten dengan kovarian maksimal.

2. Implementasi pendekatan *Partial Least Square Correlation* pada Pemodelan Persamaan Struktural pada pengaruh Beban Kinerja Dosen terhadap Indeks Kepuasan Mahasiswa di UIN Maulana Malik Ibrahim, didapat bahwa nilai *loading factor* yang kurang dari 0.5 adalah pada indikator aspek beban penelitian, aspek beban pengabdian, dan aspek beban penunjang lainnya, dengan demikian indikator-indikator tersebut tidak valid dan harus dihilangkan dari model karena mengindikasikan bahwa tidak cukup baik digunakan untuk

mengukur beban kerja dosen. Sedangkan aspek beban pengajaran sangat baik dan valid digunakan untuk mengukur beban kerja dosen. Untuk indeks kepuasan mahasiswa, semua indikator-indikatornya yaitu kompetensi pedagogik, kompetensi profesional, kompetensi kepribadian, dan kompetensi sosial dikatakan sangat baik dan valid untuk mengukur indeks kepuasan mahasiswa. Sehingga persamaan pengukuran pada variabel laten eksogen BKD dapat dinyatakan dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$X_1 = 0.875 \xi_1 + \delta_1$$

dan persamaan pengukuran pada variabel laten endogen IKM dapat dinyatakan dalam notasi matematika sebagai berikut:

$$Y_1 = 0.970 \eta_1 + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = 0.944 \eta_1 + \varepsilon_2$$

$$Y_3 = 0.949 \eta_1 + \varepsilon_3$$

$$Y_4 = 0.969 \eta_1 + \varepsilon_4.$$

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka diperoleh beberapa saran sebagai berikut:

1. Dalam memodelkan *partial least square correlation* pada pemodelan persamaan struktural (SEM-PLSC) dengan menggunakan metode SVD menghasilkan dua variabel laten. Sehingga untuk penelitian selanjutnya, dapat dilanjutkan untuk dikembangkan atau dibandingkan dengan model atau metode lainnya yang menghasilkan lebih dari dua variabel laten.

2. Dalam mengimplementasikan model *partial least square correlation* dengan pemodelan persamaan struktural (SEM-PLSC) pada data beban kinerja dosen terhadap indeks kepuasan mahasiswa menghasilkan model yang cukup baik. Hendaknya dosen memerhatikan dengan baik beban kerjanya, untuk tetap menjaga dan meningkatkan kualitas pengajaran, penelitian, pengabdian, dan tugas penunjang dosen lainnya sehingga tidak merasa terbebani dengan kerjanya.



## DAFTAR RUJUKAN

- Abdi, H., & Williams, L. J. 2013. Partial Least Squares Methods: Partial Least Squares Correlation and Partial Least Squares Regression. Dalam B. Reisfeld & A. N. Mayeno (Eds.), *Computational Toxicology Volume II Methods in Molecular Biology* (hlm.549-579). New York: Humana Press.
- Abdi, H., Edelman, B., Valentin, D., & Dowling, W. J. 2009. *Experimental Design and Analysis for Psychology*. Oxford: Oxford University Press.
- Abdussakir. 2007. *Ketika Kyai Mengajar Matematika*. Malang: UIN-Malang Press.
- Alfiani, A. 2016. *Kepuasan Mahasiswa terhadap Pelayanan Administrasi Akademik di Subbag Pendidikan Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta*. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Alma, B. 2005. *Pemasaran Stratejik Jasa Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Arwildayanto. 2012. *Manajemen Sumber Daya Manusia Perguruan Tinggi: Pendekatan Budaya Kerja Dosen Profesional*. Gorontalo: Ideas Publishing
- Al-Jazari, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2009. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar*. Jakarta: Darus Sunnah.
- Aziz, A. 2010. *Ekonometrika (Teori & Praktik Eksperimen dengan Matlab)*. Malang: UIN-Maliki Pres.
- Aziz, A. 2017. *Pendekatan Partial Least Square pada Pemodelan Persamaan Struktural*. Laporan Hasil Penelitian Penguatan Program Studi tidak diterbitkan. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ghozali, I. 2011. *Structural Equation Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ghozali, I., & Fuad. 2008. *Structural Equation Modeling*. Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hox, J. J., & Bechger, T. M. 1998. An Introduction to Structural Equation Modeling. *Family Science Review* , 11(1): 354-373.
- Ishaq, Abdullah. 2004. *Tafsir Ibnu Kasir Jilid 1*. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i.
- Jogiyanto, & Abdillah, W. 2009. *Konsep & Aplikasi PLS (Partial Least Square) untuk Penelitian Empiris*. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.
- Sarjono, H., & Julianita, W. 2015. *Structural Equation Modeling (SEM)*. Jakarta Selatan: Salemba Empat.

- Setia, L. 2009. *Statistika Parameter untuk penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Sholihin, M., & Ratmono, D. 2013. *Analisis SEM-PLS dengan WarpPLS 3.0*. Yogyakarta: Andi.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Susanto, H. 2015. *Tuhan Pasti Ahli Matematika*. Yogyakarta: PT Bentang Pustaka.
- Timm, N. H. 2002. *Applied Multivariate Analysis*. Pittsburgh: Springer.
- Vinzi, V., Chin, W., Henseler, J., & Wang, H. 2010. *Handbook of Partial Least Square : Concept, Methods, and Applications*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wardono, A. 2009. Analisis Kebutuhan dan Potensi Fiskal Dengan Structural Equation Modelling. *Program Magister Jurusan Statistika FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya*.
- Wijanto, S. H. 2008. *Structural Equation Modelling dengan LISREL 8.8*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yamin, S., & Kurniawan, H. 2011. *Generasi Baru Mengolah Data Penelitian dengan Partial Least Square Modeling*. Jakarta: Salemba Infotek.
- Yanai, H., Takeuchi, K., & Takane, Y. 2011. *Projection Matrices, Generalized Inverse Matrices, and Singular Value Decomposition*. New York Dordrecht Heidelberg London: Springer.
- Ziegler, G., Dahnke, R., Winkler, A., & Gaser, C. 2013. Partial Least Square Correlation of Multivariate Cognitive Abilities and Local Brain Structure in Children and Adolescent. *NeuroImage*, 4C (3): 1-11.





# LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Beban Kinerja Dosen (BKD) Semester Ganjil 2016/2017  
Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

NO	NRD	PN	PL	PG	PK
1	121 002 109 39	4	3	1	2
2	102100204100	5	2	1	2
3	92100233370	4	2	2	2
4	132100212371	5	1	1	2
5	102100204104	4	1	1	1
6	102100211524242	4	1	1	1
7	132100212376	5	2	2	1
8	112100215000723	3	3	1	2
9	9210023422	4	2	2	2
10	132100212378	4	2	2	1
11	102100204106	4	2	1	2
12	9210023405	4	2	1	3
13	102100204111	4	2	2	2
14	112100218140727	4	2	1	1
15	112 1002 1 841 0728	2	2	1	3
16	132100212382	4	2	1	2
17	112100215000730	5	1	2	2
18	132-100-212-383	4	1	1	2
19	112-1002-1541-0731	5	1	1	3
20	112 100 215 000 732	3	2	2	1
21	112100215000733	5	1	1	2
22	132-100-212-388	4	3	1	2
23	9210023434	3	4	1	2
24	132100212389	4	2	1	1
25	122-100-210-945	5	2	1	1
26	102-100-204-120	4	1	1	2
27	102100204122	3	3	1	3
28	9210023424	4	1	2	2
29	102100215414299	3	1	1	1
30	102100204126	5	1	1	2
31	102100215414312	4	2	2	2
32	112-1002-1-521-0738	4	2	2	1
33	112-100-215-210-739	5	1	1	1
34	102100218314313	4	2	1	2
35	112 1002 1 531 0741	4	2	2	2
36	102100204129	4	2	1	1
37	132-100-212-395	4	3	1	2
38	112100218112100	5	1	1	2
39	102-100-218-104-276	4	1	1	2

40	132-100-212-398	4	1	1	2
41	102100215314301	5	1	1	2
42	112-100-218-130-745	4	2	1	2
43	102100215414252	5	1	1	2
44	142-100-212-749	4	3	2	2
45	102100204135	5	2	1	2
46	102 100 204 137	4	2	1	2
47	132-100-212-401	4	2	1	2
48	132-100-212-405	4	2	1	2
49	9210023417	4	2	2	1
50	132-100-212-409	3	3	1	2
51	112100218311089	5	2	1	2
52	102100204151	4	1	1	3
53	132-100-212-411	5	1	1	3
54	122-100-210-869	4	3	2	1
55	112-100-215-310-756	5	2	1	2
56	102 100 204 150	4	2	1	2
57	9210023371	5	2	2	2
58	102100218134280	4	3	2	2
59	102-100-204-160	5	1	2	2
60	112-1002-1-831-0763	4	2	2	2
61	122 100 215 410 007	4	2	1	3
62	9210023372	4	1	1	2
63	132-100-212-423	5	1	1	2
64	122-100-210-944	4	3	1	2
65	9210023457	4	2	2	1
66	122-100-210-941	4	1	1	3
67	102-100-218-134-247	4	2	2	2
68	132 100 212 429	5	2	1	2
69	102-100-204-174	5	2	1	2
70	102-100-204-175	4	1	1	2
71	102-100-204-177	5	2	1	2
72	132100212432	4	2	1	2
73	921-002-337-5	4	3	2	1
74	9210023418	4	3	1	2
75	UIN.02/R/PP.00.9/3879.b/	5	2	1	2
76	9210023438	5	2	2	1
77	102100204181	5	1	1	2
78	132100212437	4	1	1	2

Keterangan:

1. Aspek beban pengajaran (PN)

2. Aspek beban penelitian (PL)
3. Aspek beban pengabdian (PG)
4. Aspek beban penunjang lainnya (PK)



Lampiran 2 Data Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM) Semester Ganjil 2016/2017  
Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

NO	NRD	PD	PR	KP	SS
1	121 002 109 39	4.22	4.16	4.29	4.23
2	102100204100	4.17	4.12	4.17	4.08
3	92100233370	4.19	4.18	4.23	4.17
4	132100212371	4.05	4.05	4.09	4.02
5	102100204104	4.21	4.27	4.3	4.25
6	102100211524242	4.1	4.06	4.14	4.05
7	132100212376	4.08	4.22	4.04	4.16
8	112100215000723	4.38	4.42	4.51	4.42
9	9210023422	4.12	4.16	4.1	4.16
10	132100212378	4.05	4.14	4.09	4.09
11	102100204106	4.05	4.08	4.11	4.14
12	9210023405	4.05	4.05	4.15	4.08
13	102100204111	3.99	4.01	4.08	4.04
14	112100218140727	3.38	3.3	3.33	3.28
15	112 1002 1 841 0728	4.5	4.45	4.53	4.49
16	132100212382	4.17	4.04	4.12	4.09
17	112100215000730	4.15	4.17	4.15	4.15
18	132-100-212-383	4.12	4.04	4.14	4.07
19	112-1002-1541-0731	4.24	4.13	4.23	4.11
20	112 100 215 000 732	4.3	4.29	4.31	4.34
21	112100215000733	4.36	4.38	4.41	4.37
22	132-100-212-388	4.06	4.06	4.05	3.98
23	9210023434	4.1	4.1	4.25	4.13
24	132100212389	3.94	3.93	3.97	3.9
25	122-100-210-945	4	3.95	3.86	3.81
26	102-100-204-120	4.23	4.18	4.26	4.23
27	102100204122	4.14	4.21	4.2	4.18
28	9210023424	4.47	4.45	4.55	4.49
29	102100215414299	4.12	4.11	4.12	4.11
30	102100204126	3.97	3.92	4.05	4.02
31	102100215414312	4.15	4.18	4.24	4.18
32	112-1002-1-521-0738	3.86	3.87	3.97	3.82
33	112-100-215-210-739	4.13	4.07	4.22	4.13
34	102100218314313	3.96	3.96	4.01	3.98
35	112 1002 1 531 0741	3.97	4.08	4.11	4.12
36	102100204129	4.02	3.98	4.1	3.99
37	132-100-212-395	3.82	3.83	3.91	3.81



38	112100218112100	4.11	4.12	4.17	4.13
39	102-100-218-104-276	3.97	3.85	3.99	3.86
40	132-100-212-398	3.96	3.96	3.98	3.99
41	102100215314301	4	4.02	4.03	4.02
42	112-100-218-130-745	4.09	4.08	4.08	4.14
43	102100215414252	4.09	4.1	4.17	4.09
44	142-100-212-749	4.08	3.99	4.1	4
45	102100204135	3.96	4.01	4.01	4.02
46	102 100 204 137	3.78	3.82	3.8	3.72
47	132-100-212-401	3.52	3.46	3.52	3.41
48	132-100-212-405	4.33	4.33	4.38	4.28
49	9210023417	3.88	3.91	4.13	3.93
50	132-100-212-409	3.92	3.84	3.9	3.87
51	112100218311089	4.22	4.18	4.26	4.14
52	102100204151	3.47	3.5	3.46	3.63
53	132-100-212-411	4.41	4.32	4.43	4.42
54	122-100-210-869	4.33	4.44	4.48	4.44
55	112-100-215-310-756	4.17	4.04	4.14	4.09
56	102 100 204 150	4.42	4.32	4.35	4.24
57	9210023371	3.93	3.9	3.99	3.93
58	102100218134280	4.04	4.04	4.14	3.98
59	102-100-204-160	4.16	4.14	4.22	4.11
60	112-1002-1-831-0763	4.3	4.37	4.41	4.37
61	122 100 215 410 007	4.09	4.05	4.11	3.98
62	9210023372	4.18	4.13	4.23	4.13
63	132-100-212-423	4.17	4.1	4.1	4.09
64	122-100-210-944	4.29	4.25	4.25	4.16
65	9210023457	3.99	4.01	4.09	3.98
66	122-100-210-941	4.13	4.08	4.15	4.04
67	102-100-218-134-247	3.99	3.89	4.17	4
68	132 100 212 429	4.26	4.21	4.37	4.36
69	102-100-204-174	4.04	3.99	4.03	4.06
70	102-100-204-175	4	4.05	4.02	4.03
71	102-100-204-177	4.4	4.36	4.42	4.42
72	132100212432	3.99	4.05	3.95	3.79
73	921-002-337-5	3.97	3.97	4.02	4.02
74	9210023418	4.18	4.23	4.29	4.27
75	UIN.02/R/PP.00.9/3879.b/	4.1	4.14	4.19	4.16
76	9210023438	4.18	4.15	4.24	4.19
77	102100204181	3.88	3.96	4	3.77
78	132100212437	4.1	4.12	4.11	4.16

Keterangan:

1. Kompetensi pedagogik (PD)
2. Kompetensi profesional (PR)
3. Kompetensi kepribadian (KP)
4. Kompetensi sosial (SS)



Lampiran 3 Normalisasi Data BKD dan IKM Dosen Semester Ganjil 2016/2017  
Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
-0.038959891	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	-0.180716222
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	-0.180716222
0.139797255	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
-0.217717037	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.227859584
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	-0.180716222
-0.396474182	0.024278568	-0.070969219	0.227859584
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.227859584
-0.217717037	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
-0.217717037	0.339899952	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	-0.180716222
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	-0.180716222

-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.217717037	0.18208926	-0.070969219	0.227859584
-0.038959891	-0.133532124	0.180648921	0.023571681
-0.217717037	-0.133532124	-0.070969219	-0.180716222
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	-0.180716222
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	-0.180716222
-0.038959891	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.18208926	0.180648921	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
-0.217717037	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.227859584
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.227859584

-0.038959891	0.18208926	0.180648921	-0.180716222
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.18208926	0.180648921	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.227859584
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.227859584
-0.038959891	0.024278568	0.180648921	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	0.18208926	0.180648921	-0.180716222
-0.038959891	0.18208926	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	-0.070969219	0.023571681
0.139797255	0.024278568	0.180648921	-0.180716222
0.139797255	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681
-0.038959891	-0.133532124	-0.070969219	0.023571681



$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
0.075804724	0.046524981	0.086123466	0.081282841
0.046990063	0.023844052	0.020850944	0.001028897
0.058515928	0.057865445	0.053487205	0.049181263
-0.022165124	-0.015847572	-0.02266407	-0.031072681
0.070041792	0.108897533	0.091562843	0.091983366
0.006649537	-0.01017734	0.004532814	-0.015021892
-0.004876327	0.080546373	-0.049860954	0.043831
0.16801164	0.193951013	0.205789756	0.182937836
0.018175402	0.046524981	-0.017224693	0.043831
-0.022165124	0.035184517	-0.02266407	0.00637916
-0.022165124	0.001163124	-0.011785317	0.033130474
-0.022165124	-0.015847572	0.009972191	0.001028897
-0.056742717	-0.0385285	-0.028103447	-0.020372155
-0.408281583	-0.441114972	-0.436056708	-0.426992137
0.237166827	0.210961709	0.216668509	0.220389677
0.046990063	-0.021517804	-0.00634594	0.00637916
0.035464199	0.052195213	0.009972191	0.038480737
0.018175402	-0.021517804	0.004532814	-0.004321366
0.087330589	0.029514285	0.053487205	0.017079686
0.121908182	0.120237997	0.09700222	0.140135733
0.156485775	0.171270085	0.151395988	0.156186522
-0.016402191	-0.01017734	-0.044421577	-0.052473732
0.006649537	0.012503588	0.064365959	0.027780211
-0.085557378	-0.083890356	-0.087936592	-0.095275836
-0.050979785	-0.072549892	-0.147769737	-0.143428202
0.081567656	0.057865445	0.069805336	0.081282841
0.029701266	0.074876141	0.037169075	0.054531526

0.21987803	0.210961709	0.227547263	0.220389677
0.018175402	0.01817382	-0.00634594	0.017079686
-0.068268582	-0.089560588	-0.044421577	-0.031072681
0.035464199	0.057865445	0.058926582	0.054531526
-0.131660836	-0.117911748	-0.087936592	-0.138077939
0.023938334	-0.004507108	0.048047828	0.027780211
-0.074031514	-0.06687966	-0.066179085	-0.052473732
-0.068268582	0.001163124	-0.011785317	0.022429948
-0.03945392	-0.055539196	-0.017224693	-0.04712347
-0.154712565	-0.140592676	-0.120572853	-0.143428202
0.01241247	0.023844052	0.020850944	0.027780211
-0.068268582	-0.129252212	-0.077057838	-0.116676888
-0.074031514	-0.06687966	-0.082497215	-0.04712347
-0.050979785	-0.032858268	-0.055300331	-0.031072681
0.000886605	0.001163124	-0.028103447	0.033130474
0.000886605	0.012503588	0.020850944	0.00637916
-0.004876327	-0.049868964	-0.017224693	-0.041773207
-0.074031514	-0.0385285	-0.066179085	-0.031072681
-0.177764294	-0.146262908	-0.180405998	-0.191580568
-0.327600532	-0.35039126	-0.332708548	-0.357438719
0.139196979	0.142918925	0.135077857	0.108034155
-0.120134972	-0.09523082	-0.000906563	-0.079225047
-0.097083243	-0.134922444	-0.12601223	-0.111326625
0.075804724	0.057865445	0.069805336	0.033130474
-0.356415193	-0.327710332	-0.365344809	-0.239732935
0.185300437	0.137248693	0.162274741	0.182937836
0.139196979	0.205291477	0.189471625	0.193638362
0.046990063	-0.021517804	0.004532814	0.00637916

0.191063369	0.137248693	0.118759727	0.086633104
-0.09132031	-0.100901052	-0.077057838	-0.079225047
-0.027928056	-0.021517804	0.004532814	-0.052473732
0.041227131	0.035184517	0.048047828	0.017079686
0.121908182	0.165599853	0.151395988	0.156186522
0.000886605	-0.015847572	-0.011785317	-0.052473732
0.052752995	0.029514285	0.053487205	0.027780211
0.046990063	0.012503588	-0.017224693	0.00637916
0.11614525	0.097557069	0.064365959	0.043831
-0.056742717	-0.0385285	-0.02266407	-0.052473732
0.023938334	0.001163124	0.009972191	-0.020372155
-0.056742717	-0.106571284	0.020850944	-0.041773207
0.098856453	0.074876141	0.12963848	0.150836259
-0.027928056	-0.049868964	-0.055300331	-0.009671629
-0.050979785	-0.015847572	-0.060739708	-0.025722418
0.179537504	0.159929621	0.156835364	0.182937836
-0.056742717	-0.015847572	-0.098815346	-0.154128728
-0.068268582	-0.061209428	-0.060739708	-0.031072681
0.052752995	0.086216605	0.086123466	0.102683892
0.006649537	0.035184517	0.031729698	0.043831
0.052752995	0.040854749	0.058926582	0.059881789
-0.120134972	-0.06687966	-0.071618461	-0.164829254
0.006649537	0.023844052	-0.011785317	0.043831

Keterangan:

1. Aspek beban pengajaran ( $X_1$ )
2. Aspek beban penelitian ( $X_2$ )
3. Aspek beban pengabdian ( $X_3$ )
4. Aspek beban penunjang lainnya ( $X_4$ )
5. Kompetensi pedagogik ( $Y_1$ )
6. Kompetensi profesional ( $Y_2$ )

7. Kompetensi kepribadian ( $Y_3$ )
8. Kompetensi sosial ( $Y_4$ )



## Lampiran 4 Variabel Laten BKD

$\ell_{x,1}$	$\ell_{x,2}$	$\ell_{x,3}$	$\ell_{x,4}$	$L_x$
0.1386	-0.0518	-0.1352	0.0093	-0.0391
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
-0.1658	-0.1238	0.0479	0.1092	-0.1325
-0.1658	-0.1238	0.0479	0.1092	-0.1325
0.0873	-0.097	0.2613	0.0103	0.2619
0.0667	-0.137	-0.2345	-0.089	-0.3938
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
0.0155	-0.1821	0.162	-0.0881	-0.0927
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
0.0192	0.1646	-0.1683	-0.0573	-0.0418
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
-0.0245	-0.172	-0.0021	0.0981	-0.1005
-0.1246	-0.0057	-0.367	-0.254	-0.7513
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
-0.0321	0.1194	0.2282	-0.0564	0.2591
-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032
-0.0503	0.2979	-0.019	0.0521	0.2807
-0.0564	-0.2672	0.0627	-0.1864	-0.4473
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
0.1386	-0.0518	-0.1352	0.0093	-0.0391
0.208	-0.1851	-0.2845	-0.1001	-0.3617
-0.0245	-0.172	-0.0021	0.0981	-0.1005
0.0473	-0.0868	0.0972	0.1965	0.2542



-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032
0.0886	0.0313	-0.3176	-0.1667	-0.3644
-0.104	0.0343	0.1289	-0.1547	-0.0955
-0.2377	-0.2089	-0.0515	0.0109	-0.4872
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
0.0155	-0.1821	0.162	-0.0881	-0.0927
-0.094	-0.0387	0.1472	0.2076	0.2221
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
-0.0245	-0.172	-0.0021	0.0981	-0.1005
0.1386	-0.0518	-0.1352	0.0093	-0.0391
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032
-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
0.1786	-0.062	0.0289	-0.1769	-0.0314
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
0.0155	-0.1821	0.162	-0.0881	-0.0927
0.0667	-0.137	-0.2345	-0.089	-0.3938
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
-0.1221	0.2127	-0.1183	-0.0462	-0.0739
-0.0503	0.2979	-0.019	0.0521	0.2807

0.1568	-0.2303	0.112	-0.0992	-0.0607
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
0.1092	0.0713	0.1782	-0.0674	0.2913
0.1786	-0.062	0.0289	-0.1769	-0.0314
-0.0321	0.1194	0.2282	-0.0564	0.2591
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
0.0192	0.1646	-0.1683	-0.0573	-0.0418
-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
0.1386	-0.0518	-0.1352	0.0093	-0.0391
0.0155	-0.1821	0.162	-0.0881	-0.0927
-0.1221	0.2127	-0.1183	-0.0462	-0.0739
0.0373	-0.0138	0.0789	-0.1658	-0.0634
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
-0.0027	-0.0037	-0.0852	0.0204	-0.0712
0.1568	-0.2303	0.112	-0.0992	-0.0607
0.1386	-0.0518	-0.1352	0.0093	-0.0391
0.0692	0.0815	0.0141	0.1188	0.2836
0.0873	-0.097	0.2613	0.0103	0.2619
-0.0721	0.1296	0.0641	0.1298	0.2514
-0.144	0.0445	-0.0352	0.0315	-0.1032

Lampiran 5 Variabel Laten IKM

$\ell_{Y,1}$	$\ell_{Y,2}$	$\ell_{Y,3}$	$\ell_{Y,4}$	$L_Y$
0.0472	0.0921	0.0046	0.1059	0.2498
-0.0117	0.0165	0.0074	0.0524	0.0646
0.0295	0.0487	-0.0085	0.0935	0.1632
-0.0214	-0.0258	-0.0025	-0.033	-0.0827
0.0675	0.0788	-0.0384	0.1462	0.2541
-0.0182	0.0042	0.0058	-0.0034	-0.0116
0.0638	-0.0604	-0.0262	0.0502	0.0274
0.1186	0.1886	-0.0524	0.2988	0.5536
0.0464	-0.0173	-0.002	0.0475	0.0746
0.0215	-0.0327	-0.0267	0.0061	-0.0318
0.0392	-0.0048	-0.0033	-0.0126	0.0185
0.0026	0.012	-0.0076	-0.0252	-0.0182
-0.0047	-0.0244	-0.0058	-0.0725	-0.1074
-0.2788	-0.4059	0.0882	-0.6953	-1.2918
0.1357	0.2103	-0.0149	0.3652	0.6963
-0.0089	0.0082	0.0475	0.0187	0.0655
0.0327	0.0059	-0.0058	0.0665	0.0993
-0.0131	0.012	0.0227	-0.0017	0.0199
-0.0126	0.0527	0.0209	0.091	0.152
0.0993	0.0983	-0.0039	0.1971	0.3908
0.1031	0.1387	-0.031	0.2652	0.476
-0.0381	-0.0522	0.001	-0.0303	-0.1196
0.0145	0.0619	-0.0216	0.0246	0.0794
-0.0631	-0.0863	0.0105	-0.1401	-0.279
-0.1048	-0.1526	0.0372	-0.1209	-0.3411
0.0504	0.0743	0.0072	0.1156	0.2475

0.0479	0.0266	-0.0305	0.0831	0.1271
0.1384	0.2182	-0.03	0.3543	0.6809
0.015	-0.0052	0.0062	0.0265	0.0425
-0.0166	-0.0265	0.023	-0.1188	-0.1389
0.0397	0.0524	-0.0241	0.0784	0.1464
-0.096	-0.0914	-0.0067	-0.201	-0.3951
0.0101	0.0547	0.0064	0.0232	0.0944
-0.0276	-0.0597	0.0083	-0.1126	-0.1916
0.0416	-0.0127	-0.0351	-0.0467	-0.0529
-0.0389	-0.0141	0.0062	-0.0735	-0.1203
-0.0924	-0.1174	0.0039	-0.2376	-0.4435
0.0225	0.0196	-0.0089	0.0309	0.0641
-0.0968	-0.0653	0.0417	-0.1598	-0.2802
-0.0196	-0.0731	0.0156	-0.1141	-0.1912
-0.0104	-0.0529	0.0021	-0.0692	-0.1304
0.0359	-0.017	0.0175	0.0017	0.0381
0.0039	0.0165	-0.0138	0.0125	0.0191
-0.0423	-0.0107	0.0259	-0.0445	-0.0716
-0.0032	-0.0634	-0.005	-0.0909	-0.1625
-0.1212	-0.1846	0.0045	-0.271	-0.5723
-0.2401	-0.3152	0.0589	-0.5551	-1.0515
0.0613	0.1188	-0.0285	0.2259	0.3775
-0.0563	-0.0037	-0.0333	-0.1596	-0.2529
-0.0761	-0.1094	0.0462	-0.1898	-0.3291
0.007	0.0611	-0.007	0.106	0.1671
-0.1131	-0.3245	0.0639	-0.5506	-0.9243
0.113	0.1698	0.0109	0.2669	0.5606
0.1411	0.1698	-0.0697	0.2852	0.5264

-0.0108	0.018	0.0435	0.0201	0.0708
0.0295	0.1061	0.0097	0.2544	0.3997
-0.0512	-0.0673	0.0171	-0.1526	-0.254
-0.0456	-0.0057	-0.0173	-0.04	-0.1086
0.0017	0.0409	-0.0101	0.0613	0.0938
0.1115	0.1367	-0.0495	0.2367	0.4354
-0.0495	-0.0191	0.0036	-0.0177	-0.0827
0.0067	0.0517	0.0012	0.0676	0.1272
-0.0016	-0.0127	0.0299	0.0405	0.0561
0.0133	0.0505	-0.0021	0.1623	0.224
-0.0356	-0.0278	-0.0148	-0.0755	-0.1537
-0.0271	0.0059	0.0064	0.0167	0.0019
-0.0441	0.0364	0.0146	-0.1152	-0.1083
0.1025	0.1428	0.0003	0.1551	0.4007
0.0007	-0.0392	0.0323	-0.062	-0.0682
-0.0018	-0.062	-0.0056	-0.0577	-0.1271
0.1191	0.1569	-0.0052	0.2776	0.5484
-0.1132	-0.1305	-0.0231	-0.0814	-0.3482
-0.0092	-0.0505	0.011	-0.1015	-0.1502
0.0795	0.0822	-0.0307	0.119	0.25
0.0389	0.0293	-0.0204	0.0378	0.0856
0.0374	0.0613	-0.0011	0.0797	0.1773
-0.119	-0.0991	-0.0437	-0.1591	-0.4209
0.045	-0.0062	0.0031	0.0246	0.0665



## Lampiran 6 Hasil dengan Software SPSS 20

		Correlations					
		BKD	X1	X2	X3	X4	
Spearman's rho	BKD	Correlation Coefficient	1.000	.875**	.008	.062	.154
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.945	.589	.179
		N	78	78	78	78	78
	X1	Correlation Coefficient	.875**	1.000	-.394**	-.067	.017
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.558	.883
		N	78	78	78	78	78
	X2	Correlation Coefficient	.008	-.394**	1.000	.204	-.091
		Sig. (2-tailed)	.945	.000	.	.073	.428
		N	78	78	78	78	78
	X3	Correlation Coefficient	.062	-.067	.204	1.000	-.333**
		Sig. (2-tailed)	.589	.558	.073	.	.003
		N	78	78	78	78	78
X4	Correlation Coefficient	.154	.017	-.091	-.333**	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.179	.883	.428	.003	.	
	N	78	78	78	78	78	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

		Correlations					
		IKM	Y1	Y2	Y3	Y4	
Spearman's rho	IKM	Correlation Coefficient	1.000	.970**	.944**	.949**	.969**
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000	.000
		N	78	78	78	78	78
		Correlation Coefficient	.970**	1.000	.918**	.919**	.900**
	Y1	Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.000
		N	78	78	78	78	78
		Correlation Coefficient	.944**	.918**	1.000	.876**	.946**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000	.000
	Y2	N	78	78	78	78	78
		Correlation Coefficient	.949**	.919**	.876**	1.000	.890**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.	.000
		N	78	78	78	78	78
Y3	Correlation Coefficient	.969**	.900**	.946**	.890**	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.	
	N	78	78	78	78	78	
	N	78	78	78	78	78	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## Lampiran 7 Skrip SEM-PLSC Menggunakan Metode SVD

```
clc,clear
ZX=xlsread('BKD_IKM_FIX.xlsx','SKALALIKERT2','AO2:AR79')
ZY=xlsread('BKD_IKM_FIX.xlsx','SKALALIKERT2','AS2:AV79')
ZYT=transpose(ZY)
ZXT=transpose(ZX)
R=ZXT*ZY
K=svd(R)
P=eig(R)
[U,S,V]=svd(R)
LX=ZX*transpose(V)
LY=ZY*transpose(U)
```



## RIWAYAT HIDUP

Yogas Andika Damara Putri dilahirkan di Malang pada 21 Juni 1996, anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Kushoyin dan Ibu Bibit Sutarmi. Pendidikan dasarnya ditempuh di SD Negeri Kesatrian 02 Malang yang ditamatkan pada tahun 2008. Pada tahun yang sama dia melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 20 Malang. Pada tahun 2011, dia menamatkan pendidikannya dan kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 06 Malang dan menamatkan pendidikan tersebut pada tahun 2014. Pendidikan berikutnya dia tempuh di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Jurusan Matematika melalui jalur SBMPTN mengambil Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.

Selama menjadi mahasiswa, dia berperan aktif di bidang akademik dan non akademik diantaranya sebagai asisten laboratorium beberapa mata kuliah dan mengikuti penelitian bersama dosen yaitu Penelitian Penguatan Program Studi (P3S) tahun ajaran 2016/2017, Penelitian Kompetitif Mahasiswa (PKM) tahun ajaran 2016/2017, serta menjadi relawan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) UIN Malang pada tahun 2017. Email yang bisa dihubungi [yogasdamara@gmail.com](mailto:yogasdamara@gmail.com).



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933**

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Yogas Andika Damara Putri  
NIM : 14610056  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika  
Judul Skripsi : Pendekatan *Partial Least Square Correlation*  
pada Pemodelan Persamaan Struktural  
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si  
Pembimbing II : H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	08 Maret 2018	Konsultasi Bab I, II, & III	1.
2.	23 Maret 2018	Konsultasi Bab III, & IV	2.
3.	03 April 2018	Konsultasi Keagamaan Bab I	3.
4.	09 April 2018	Konsultasi Bab IV	4.
5.	12 April 2018	Konsultasi Keagamaan Bab II	5.
6.	12 April 2018	ACC Keagamaan	6.
7.	12 April 2018	ACC BAB I, II, & III	7.
8.	17 Mei 2018	Konsultasi Bab IV	8.
9.	21 Mei 2018	Konsultasi Keagamaan Bab IV	9.
10.	25 Mei 2018	Konsultasi Bab IV & V	10.
11.	02 Juli 2018	Konsultasi Bab IV & V	11.
12.	05 Juli 2018	ACC Keseluruhan Kajian Keagamaan	12.
13.	05 Juli 2018	ACC Keseluruhan	13.

Malang, 05 Juli 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si

NIP. 19650414 200312 1 001