



TESIS - SS14 2501

**ESTIMASI *MULTILEVEL STRUCTURAL  
EQUATION MODELING (MULTILEVEL SEM)*  
DENGAN PENDEKATAN *EM-ALGORITHM***

(Studi Kasus: Remunerasi Tenaga Kependidikan di Lingkungan ITS  
Surabaya Tahun 2015)

FARISCA SUSIANI  
1314201029

DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.  
Dr. Vita Ratnasari, M.Si

PROGRAM MAGISTER  
JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



TESIS - SS14 2501

**ESTIMATION OF MULTILEVEL STRUCTURAL  
EQUATION MODELING (MULTILEVEL SEM)  
WITH EM-ALGORITHM APPROACH**

(Case Study: Remuneration of Educational Staff in ITS Surabaya 2015)

FARISCA SUSIANI  
1314201029

SUPERVISOR  
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.  
Dr. Vita Ratnasari, M.Si

MAGISTER PROGRAM  
STATISTICS DEPARTMENT  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016

**ESTIMASI MODEL MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION  
MODELING (MULTILEVEL SEM) DENGAN PENDEKATAN  
EM ALGORITHM**

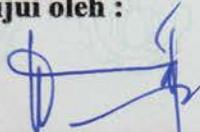
**(Studi Kasus: Remunerasi Tenaga Kependidikan di Lingkungan  
ITS Surabaya Tahun 2015)**

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Sains (M.Si)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh:  
FARISCA SUSIANI  
NRP. 1314201029**

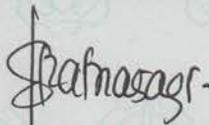
**Tanggal Ujian : 19 Juli 2016  
Periode Wisuda : September 2016**

**Disetujui oleh :**



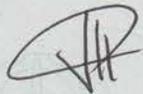
**1. Dr. Bambang W. Otok, M.Si.  
NIP. 19681124 199412 1 001**

**(Pembimbing I)**



**2. Dr. Vita Ratnasari, M.Si.  
NIP. 19700910 199702 2 001**

**(Pembimbing II)**



**3. Dr. Purhadi, M.Sc.  
NIP. 19620204 198701 1 001**

**(Penguji)**

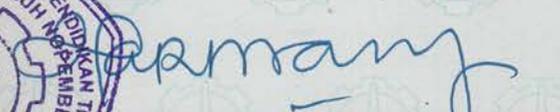


**4. Dr. Kartika Fithriasari, M.Si.  
NIP. 196691212 199203 2 002**

**(Penguji)**



**Direktur Program Pascasarjana,**

  
**Prof. Dr. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19601202 198701 1 001**

# **ESTIMASI MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION MODELING (MULTILEVEL SEM) DENGAN PENDEKATAN EM- ALGORITHM**

Nama Mahasiswa : Farisca Susiani  
NRP : 1314 201 029  
Dosen Pembimbing : Dr. Bambang Otok, W. Otok, M.Si  
Co-Dosen Pembimbing : Dr. Vita Ratnasari, M.Si

## **ABSTRAK**

*Multilevel Structural Equation Modeling (Multilevel SEM)* adalah suatu metode yang menggabungkan antara SEM dan model *Multilevel* secara simultan. Penggunaan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* merupakan metode yang umum dipakai dalam estimasi parameter *Multilevel SEM* namun mengalami kendala ketika diterapkan pada kasus data *unbalance*. Sehingga algoritma Ekspektasi-Maksimalisasi (EM) diperlukan untuk mengestimasi data *unbalance*. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan algoritma EM pada *Multilevel SEM* dengan pendekatan MLE. Selanjutnya diimplementasikan pada studi kasus Remunerasi Tenaga Kependidikan di Lingkungan ITS Surabaya. Penerapan remunerasi di kalangan PTN merupakan fenomena baru yang akan direspons secara positif maupun negatif oleh para Tendik. Efektivitas sistem pemberian remunerasi itu sendiri dipengaruhi oleh kinerja Tendik dan Kinerja Tendik dipengaruhi oleh Motivasi, Lingkungan kerja, dan Pelatihan, dimana variabel tersebut merupakan variabel yang tidak dapat diukur secara langsung. Dikarenakan perbedaan kondisi lingkungan kerja dan beban kerja setiap unit kerja maka perlu memperhatikan konteks individu dan unit kerja dalam penelitian. Populasi Tendik di ITS yang menerima remunerasi sebanyak 698 orang kemudian diambil 100 orang (14,33%) dari 10 unit kerja sebagai responden menggunakan simple random sampling dan alokasi sampel proposional. Algoritma EM dalam mencari estimator *Multilevel SEM* terdiri dari merekonstruksi fungsi likelihood untuk *complete data*, membentuk fungsi log-likelihood untuk *complete data*, tahap perhitungan ekspektasi dari fungsi log-likelihood dengan memperhatikan *missing data*, dan tahap maksimalisasi untuk mencari penaksir parameter yang meminimumkan fungsi log-likelihood. Pernyataan responden menggunakan skala likert dengan 5 kategori. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketika tenaga kependidikan memiliki persepsi motivasi berprestasi yang tinggi dan karakteristik lingkungan kerja yang nyaman maka mereka cenderung lebih terpuaskan dengan pekerjaan-pekerjaannya (kinerjanya). Tenaga kependidikan juga mempersepsikan bahwa pemberian remunerasi yang diterapkan di ITS telah berbasis kinerja atau telah efektif. Selain itu tenaga kependidikan dengan semua tingkat pendidikan dan golongan memberikan tanggapan yang positif terhadap efektifitas pemberian remunerasi di ITS.

**Kata kunci:** Multilevel SEM, *Maximum Likelihood*, Ekspektasi-Maksimalisasi, Remunerasi, Tenaga Kependidikan.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **ESTIMATION OF MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION MODELING (MULTILEVEL SEM) WITH EM-ALGORITHM APPROACH**

Name : Farisca Susiani  
NRP : 1314 201 029  
Supervisor : Dr. Bambang Otok, W. Otok, M.Si  
Co-Supervisor : Dr. Vita Ratnasari, M.Si

## **ABSTRACT**

*Multilevel Structural Equation Modeling (Multilevel SEM)* is a method which combines SEM and multilevel models simultaneously. *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* is a commonly method used for estimating the parameters in Multilevel SEM but it encountered problems when applied to the case of data unbalance. So *the algorithm Expectation-Maximization (EM)* is required to estimate the unbalance data. This research will describe the *EM algorithm* on MLE Multilevel SEM approach. Furthermore, It will be implemented on a case study in Remuneration of Educational Staff in ITS Surabaya. Application of remuneration among collage is a new phenomenon that will respond positively or negatively by the educational staff. The effectiveness of the remuneration system itself is influenced by the performance of educational staff and the performance is influenced by motivation, work environment, and training, where the variable is a variable that can not be measured directly. Due to differences in environmental conditions of work and the workload of each unit it is necessary to consider the context of individuals and work units in the study. The data population consisted of 698 administrative staff who get a remuneration while the respondents were 100 (14,33%) from 10 subject area using simple random sampling and proportional sample allocation. To find estimator Multilevel SEM, EM algorithm consists of reconstructing the likelihood function to the complete data, forming the log-likelihood function for the complete data, the calculation step expectation of the log-likelihood function with due regard to missing data and maximization step to find the parameter estimator which minimizes log-likelihood function. The opinion was expressed on a five ordered likert scale. The results showed that when educational staff have a perception of high achievement motivation and characteristics of the work environment was comfortable then they tend to be more satisfied with their performance. Educational staff also perceive that the remuneration applied in ITS have a performance-based or have been effective. Besides educational staff with all levels of education and classes provide positive feedback on the effectiveness of remuneration that has been applied in ITS.

**Key Word:** Multilevel SEM, *Maximum Likelihood*, Expectation-Maximization, Remuneration, Educational Staff.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	8
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Analisis Model Multilevel.....	9
2.2 <i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE) .....	11
2.3 <i>Structural Equation Modeling</i> (SEM).....	12
2.4 <i>Multilevel Structural Equation Modeling</i> .....	18
2.5 <i>Multilevel SEM dengan EM Algorithm</i> .....	20
2.6 Evaluasi Kesesuaian Model <i>Multilevel SEM</i> .....	22
2.7 Tenaga Kependidikan ITS Surabaya.....	23
2.8 Remunerasi .....	24
2.9 Kinerja Pegawai .....	26

2.10 Motivasi.....	28
2.11 Lingkungan Kerja.....	28
2.12 Transfer Pelatihan .....	29
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
3.1 Sumber Data .....	31
3.2 Populasi dan Sampel .....	32
3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	32
3.3.1 Remunerasi.....	33
3.3.2 Kinerja Tendik.....	33
3.3.3 Motivasi Berprestasi.....	34
3.3.4 Karakteristik Lingkungan Kerja.....	34
3.3.5 Transfer Pelatihan.....	34
3.3.6 Usia.....	35
3.3.7 Jenis Kelamin .....	35
3.3.8 Pendidikan Terakhir .....	35
3.3.9 Pangkat atau Golongan Tendik .....	36
3.4 Langkah-langkah Penelitian .....	36
3.4.1 Mendeskripsikan Tahapan Algoritma EM .....	36
3.4.2 Aplikasi Multilevel SEM dalam Studi Kasus.....	37
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1 Tahapan Algoritma EM untuk Mendapatkan Estimasi Parameter .....	41
4.2 Analisis Multilevel SEM Pada Studi Kasus Remunerasi Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya Tahun 2015.....	49
4.2.1 Karakteristik Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya.....	50
4.2.2 Parameter dalam Multilevel SEM .....	54
4.2.3 Perhitungan Nilai <i>Intra-Class Correlation</i> .....	57
4.2.4 Analisis Model Pengukuran Pada Multilevel SEM.....	58

4.2.5 Model Struktural Multilevel SEM Pada <i>Within Level</i> (Individu).....	60
4.2.6 Model Struktural Multilevel SEM Pada <i>Between Level</i> (Unit Kerja).....	62
4.2.7 Evaluasi Model Secara Keseluruhan.....	63
4.2.8 Persamaan Multilevel SEM untuk Model Remunerasi Tenaga Kependidikan.....	63
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
<b>LAMPIRAN</b> .....	73

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Struktur Data 2-Level.....	10
Tabel 2.2	Simbol yang Digunakan dalam SEM.....	15
Tabel 3.1	Alokasi Sampel Setiap Unit Kerja .....	31
Tabel 4.1	Frekuensi dan Persentase Tenaga Kependidikan Menurut Pendidikan dan Golongan.....	51
Tabel 4.2	Deskripsi Indikator $y_1$ berdasarkan Tingkat Pendidikan.....	52
Tabel 4.3	Deskripsi Indikator $y_2$ berdasarkan Tingkat Pendidikan.....	52
Tabel 4.4	Deskripsi Indikator $y_3$ berdasarkan Tingkat Pendidikan.....	52
Tabel 4.5	Deskripsi Indikator $y_1$ berdasarkan Golongan .....	53
Tabel 4.6	Deskripsi Indikator $y_2$ berdasarkan Golongan .....	53
Tabel 4.7	Deskripsi Indikator $y_3$ berdasarkan Golongan .....	53
Tabel 4.8	Nilai ICC Pada Ketiga Indikator Remunerasi.....	57
Tabel 4.9	Hasil Estimasi <i>Loading Factor</i> Model Pengukuran.....	59
Tabel 4.10	Hasil Uji Reliabilitas Konstruk .....	60
Tabel 4.11	Hasil Estimasi Koefisien Model Struktural <i>Within Level</i> .....	61
Tabel 4.12	Hasil Estimasi Koefisien Model Struktural <i>Between Level</i> .....	62

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Model Multilevel SEM Tendik ITS .....	39
Gambar 4.1	Persentase Tenaga Kependidikan Menurut Usia.....	50
Gambar 4.2	Persentase Tenaga Kependidikan Menurut Jenis Kelamin .....	50
Gambar 4.3	Hasil Analisis Model Multilevel SEM Tendik ITS .....	66

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1.	Data Penelitian Remunerasi .....	73
Lampiran 2.	Program Multilevel SEM .....	75
Lampiran 3.	Langkah penggunaan Program Multilevel SEM .....	75
Lampiran 4.	Ringkasan Variabel yang Digunakan .....	76
Lampiran 5.	Model Fit Information.....	77
Lampiran 6.	Hasil Estimasi Multilevel SEM .....	78
Lampiran 7.	Starting Value.....	83

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam beberapa tahun terakhir, dengan kondisi globalisasi yang mengarah pada peningkatan pembangunan ekonomi dan perkembangan informasi, kehadiran Sumber Daya Manusia (SDM) dengan kemajuan pengetahuan, teknologi, dan keterampilan akan menjadi nilai tambah bagi suatu organisasi tidak terkecuali organisasi nirlaba seperti Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Berdasarkan PP Nomor 83 tahun 2014, ITS yang awalnya merupakan Badan Layanan Umum (BLU) kini menjadi Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum (PTN BH) milik negara yang menyelenggarakan dan bertanggungjawab atas pendidikan tinggi dalam berbagai disiplin ilmu seputar teknologi. Penetapan PP ini ditandatangani oleh Presiden RI keenam pada 17 Oktober 2014, melengkapi tujuh PTN yang telah terlebih dahulu berlabel badan hukum. Yakni Universitas Indonesia (UI), Universitas Gadjah Mada (UGM), Institut Teknologi Bandung (ITB), dan Institut Pertanian Bogor (IPB). Selanjutnya Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), Universitas Sumatera Utara (USU), dan Universitas Airlangga (Unair).

Dengan peresmian status ITS sebagai PTN BH, kini ITS harus mulai bersiap menghadapi berbagai perubahan, mulai dari perihal manajemen keuangan, entitas hukum yang mandiri, namun masih didalam lingkup Kemdikbud, hingga struktur organisasi. Terlebih visi ITS adalah menjadi Institusi unggulan dalam pengalihan dan pengembangan iptek khususnya yang menunjang industrialisasi dan pembangunan kelautan yang berwawasan lingkungan menuntut ITS untuk selalu meningkatkan Sumber Daya Manusia nya salah satunya dengan jalan melakukan reformasi birokrasi. Dalam Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor PER/M.PAN/12/2007, Reformasi Birokrasi, adalah proses menata ulang, mengubah, memperbaiki dan menyempurnakan birokrasi agar menjadi lebih baik (profesional, efisien, efektif dan produktif), baik dari aspek

kelembagaan, aspek Sumber Daya Manusia Aparatur (SDM), aspek ketatalaksanaan, maupun aspek pengawasan (Saputra, 2014).

Pada dasarnya, program reformasi birokrasi adalah menentukan kebijakan remunerasi sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kebijakan reformasi birokrasi. Remunerasi memiliki tujuan untuk meningkatkan kinerja aparatur negara sehingga menjadi lebih efisien, efektif, dan lebih sejahtera. Untuk Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) RI, remunerasi baru dimulai tahun 2013 berdasarkan PP No. 88 Tahun 2013. Sementara untuk ITS baru akan memulai penerapan remunerasi pada tahun 2014. Remunerasi merupakan usaha mengubah sistem penggajian dan perhitungan yang didasarkan pada beban tanggung jawab, risiko, lingkup pekerjaan dan lainnya, bisa dikatakan remunerasi semacam *reward* yang diterima seorang aparatur negara atas kinerjanya sesuai dengan jabatan dan fungsi yang dimiliki.

Melalui keputusan Menteri Keuangan tentang remunerasi juga dinyatakan jenis-jenis aparatur negara yang berhak memperoleh remunerasi. Di antaranya adalah pejabat pengelola, dewan pengawas dan pegawai yang terdiri dari dosen PNS, dosen tetap non PNS, tenaga kependidikan PNS dan profesional tetap non PNS. Menurut UU No. 20 tahun 2003 pasal 39, mengenai sistem pendidikan nasional, yang dimaksud dengan Tenaga Kependidikan (Tendik) adalah seseorang yang bertugas melaksanakan administrasi, pengelolaan, pengembangan, pengawasan, dan pelayanan teknis untuk menunjang proses pendidikan pada satuan pendidikan (Khumaidi, 2013).

Kementrian keuangan telah mengesahkan sistem remunerasi 4 Perguruan Tinggi Negeri (PTN), yaitu UT, ITS, UNDIP, dan UNS. Penerapan remunerasi di kalangan PTN merupakan fenomena baru. Ketika suatu institusi mengalami perubahan, pegawai akan memiliki beberapa interpretasi dan harapan perubahan. Namun, ketika perubahan tidak dapat memberikan manfaat bagi pegawai yang terjadi adalah penurunan komitmen, penolakan, hingga adanya niat untuk keluar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh efektivitas pemberian remunerasi kepada Tenaga Kependidikan setelah diterapkannya remunerasi. Penerapan sistem remunerasi merupakan sebuah kejadian yang akan direspons secara positif maupun negatif oleh para penerima remunerasi. Jika

program remunerasi dirasakan adil dan sesuai oleh Tenaga Kependidikan, maka institusi akan lebih mudah mengetahui Tenaga Kependidikan yang potensial, mempertahankannya dan memotivasi Tenaga Kependidikan untuk lebih meningkatkan kinerjanya sehingga institusi mampu menghasilkan produk yang berkualitas yang pada akhirnya bermuara pada pencapaian visi ITS.

Akhir-akhir ini remunerasi telah menjadi perbincangan hangat di kalangan peneliti. Prasetyo, Yunarso, dan Nugroho (2014) melakukan penelitian terhadap implementasi sistem remunerasi berbasis kinerja di perguruan tinggi dengan menerapkannya pada fakultas ilmu terapan Politeknik Telkom. Hasil dari penelitian adalah sebuah aplikasi sistem remunerasi yang memberikan rasa keadilan, efektif dan mampu meningkatkan kinerja dosen dan staf di Politeknik Telkom. Pada tahun sebelumnya, Alawiya, Yuliantiningsih, Sudrajat, dan Sari (2013) meneliti kebijakan remunerasi PNS di Kementerian Hukum dan HAM melalui analisis materi muatan penentuan nilai dan kelas jabatan dalam pemberian remunerasi. Tahar (2012) juga telah melakukan penelitian mengenai kajian sistem remunerasi berbasis kinerja dengan menerapkannya pada kasus Bank Indonesia. Ketiga penelitian sebelumnya merupakan tipe penelitian deskriptif dengan menggunakan analisis kualitatif yang menunjukkan bahwa sistem remunerasi ini erat kaitannya dengan kinerja pegawai.

Kinerja dapat diartikan sebagai hasil yang dicapai oleh seorang dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan pekerjaan yang diberikan. Penelitian tentang kinerja sangat berguna untuk menilai kuantitas, kualitas, efisiensi perubahan para Tendik serta melakukan pengawasan dan perbaikan di ITS. Penelitian tentang kinerja pegawai diantaranya pernah dilakukan oleh Winardi (2012) yang meneliti pengaruh Komitmen organisasi, Lingkungan kerja, dan Motivasi terhadap Kinerja karyawan di Dinas Pengairan Provinsi Aceh. Serta penelitian yang dilakukan oleh Andri (2011) mengenai pengaruh program pendidikan dan latihan terhadap kinerja dan kepuasan karyawan.

Menurut Chiandotto dan Masserini (2011), dalam melakukan penilaian terhadap suatu organisasi, terlebih dalam sistem pendidikan dipecah menjadi tiga bagian, yaitu (a) analisis efisiensi, yaitu penilaian mengenai bagaimana Sumber Daya Manusia (SDM) bekerja untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, (b)

analisis keefektifan, yaitu penilaian hasil dan tingkat pencapaian secara obyektif, dan (c) persepsi subyektif dari subyek yang terlibat dalam proses pendidikan. Kekurangan sistem remunerasi di ITS saat ini adalah daftar hadir belum bisa dikontrol dengan benar, nilai atasan langsung tidak atau kurang obyektif, dan belum tepat benar pemilihan tugas pokok dan fungsi (Tupoksi) serta non Tupoksi.

Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan penelitian terkait persepsi Tendik mengenai efektifitas sistem remunerasi yang telah diberlakukan di ITS secara kuantitatif, dimana persepsi mengenai efektivitas pemberian remunerasi dipengaruhi oleh persepsi kinerja Tendik dan persepsi kinerja Tendik sendiri dipengaruhi oleh persepsi motivasi berprestasi, persepsi lingkungan kerja, dan persepsi pemberian pelatihan. Jika ditelaah lebih dalam variabel-variabel yang berhubungan dengan persepsi Tendik mengenai remunerasi merupakan variabel laten yang tidak dapat diukur secara langsung, sehingga dibutuhkan metode yang mampu menyelesaikan permasalahan tersebut.

*Structural Equation Modeling* (SEM) merupakan suatu teknik analisis multivariat yang menggabungkan antara analisis faktor dan analisis jalur sehingga memungkinkan peneliti untuk menguji dan mengestimasi secara simultan hubungan antara variabel eksogen dan endogen dengan banyak indikator. Variabel eksogen merupakan tipe variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Sedangkan variabel endogen merupakan tipe variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain. SEM mampu untuk mengukur variabel yang tidak dapat diukur secara langsung (variabel laten), tetapi melalui indikator-indikatornya. Model yang akan diestimasi dalam SEM umumnya disumsikan memiliki hubungan kausalitas antara variabel laten dengan indikatornya (Latan, 2012).

Efektifitas sebuah organisasi sangat ditentukan oleh anggota-anggotanya, baik secara individual maupun lingkungannya atau kelompok. Dengan adanya perbedaan kondisi lingkungan kerja dan beban kerja setiap unit kerja, maka akan berimbas terhadap persepsi efektivitas pemberian remunerasi masing-masing Tenaga Kependidikan di masing-masing unit kerja. Oleh karena itu untuk melihat persepsi efektivitas pemberian remunerasi Tenaga Kependidikan perlu memperhatikan konteks individu dan unit kerja. Analisis yang dapat digunakan adalah analisis multilevel. Dalam data multilevel atau bisa disebut data berstruktur

hirarki, data respon diukur di tingkat terendah saja, sedangkan data variabel penjelas diukur baik di tingkat terendah maupun di tingkat yang lebih tinggi (Goldstein, 1995). Data ini terkadang juga disebut sebagai data bersarang karena unit dengan tingkatan yang lebih rendah akan bersarang dalam unit dengan tingkatan lebih tinggi, seperti siswa dalam sekolah. Ketika ingin menganalisis kemampuan siswa di suatu Kabupaten/Kota maka diperlukan pula melihat faktor sekolah tempat siswa belajar karena kualitas sekolah (negeri atau swasta) kemungkinan berpengaruh terhadap kemampuan siswa (Parwoto, 2012).

Pada analisis multilevel dikenal istilah teknik agregasi dan disagregasi. Teknik agregasi memberlakukan rerata data dari variabel yang lebih rendah sebagai data pada level yang lebih tinggi (Hox, 2010). Agregasi dilakukan dengan cara mengambil skor rerata dari unit yang paling rendah (misalnya individu) sehingga diperoleh skor untuk tiap-tiap unit yang levelnya lebih tinggi. Proses sebaliknya, disagregasi berarti data dari unit yang lebih tinggi diberlakukan untuk data pada sejumlah besar unit yang levelnya lebih rendah.

Ketika berbicara mengenai persepsi remunerasi tidak akan lepas dari yang namanya faktor demografi, yaitu usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan dan pangkat/golongan. Pada teori mengenai persepsi yang dikembangkan oleh Wejnert (2000) dalam Salihat dan Kurniawidjaja (2010) terdapat tiga karakteristik variabel yang mempengaruhi persepsi seseorang, yaitu (a) variabel demografi atau karakteristik individu (usia, jenis kelamin, latar belakang budaya), (b) variabel sosial atau karakteristik lingkungan sekitar (kepribadian, kelas sosial, kebudayaan, geografi), dan (c) variabel struktural (pengetahuan dan pengalaman tentang masalah). Usia dan jenis kelamin tetap diukur pada level individu. Sementara itu tingkat pendidikan dan pangkat/golongan diukur menggunakan teknik agregasi sebagai variabel konstektual pada level unit kerja, yaitu menjadi persentase tingkat pendidikan  $\geq$  S1 dan persentase golongan  $\geq$  III.

Menurut Metha dan Chang (2008) yang menganalisis menggunakan HLM untuk mempelajari faktor yang berpengaruh terhadap status kegemukan, pada tingkat individu variabel yang digunakan adalah usia, jenis kelamin, pendapatan dan status merokok, sedangkan pada tingkat wilayah meliputi jumlah penduduk, median pendapatan keluarga, dan persentase pendidikan S1, mengungkapkan

bahwa teknik agregasi penting dalam pemodelan kontekstual karena semua individu dalam setiap unit adalah persoalan pada tingkat yang sama. Asumsi yang perlu diperhatikan dalam teknik agregasi data adalah terdapat konsistensi dalam kelompok dan terdapat perbedaan antar kelompok. Ryu (2014) juga menggunakan teknik agregasi data dalam memodelkan hubungan antara motivasi matematika dan jenis kelamin dengan pencapaian matematika.

Pada kasus persepsi remunerasi, menurut Sancoko (2010) dalam penelitiannya mengenai pemberian remunerasi di kalangan pegawai KPPN I Jakarta menunjukkan hasil bahwa pegawai yang berpendidikan S1 dan S2 cenderung memberikan tanggapan yang baik terhadap pemberian remunerasi. Faktor persentase tingkat pendidikan akan mendukung keterampilan pegawai yang nantinya berdampak pada persepsi kinerja dalam unit kerja dan persepsi pemberian remunerasi, begitu pula dengan pegawai golongan III dan IV. Diharapkan terdapat komposisi pendidikan dan golongan yang seimbang dalam suatu unit kerja sehingga dapat menunjang pelaksanaan pelayanan tenaga kependidikan, jika unit kerja satu dengan yang lainnya memiliki komposisi yang seimbang maka akan meningkatkan performa ITS. Namun kenyataannya komposisi pendidikan dan golongan Tendik dalam satu unit kerja dan lainnya tidak seimbang, sehingga dilakukan teknik agregasi dari level individu menjadi level unit kerja.

*Multilevel Structural Equation Modeling (Multilevel SEM)* adalah suatu metode yang menggabungkan antara SEM dan multilevel model secara simultan, seperti pada kasus persepsi remunerasi tenaga kependidikan. Sejumlah peneliti yang telah mengembangkan *Multilevel SEM* baik secara teoritis maupun penggunaan dalam *software packages* misalnya: Goldstein & MacDonald (1988); Muthén (1994); dan Hox (2010). Penggunaan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) merupakan metode yang umum dipakai dalam estimasi parameter dalam *Multilevel SEM* namun mengalami kendala ketika diterapkan pada kasus data *unbalance*. Sehingga algoritma Ekspektasi-Maksimalisasi (EM) diperlukan untuk mengestimasi data *unbalance*. Lee dan Poon (1998) serta Poon dan Wang (2010) menerapkan algoritma EM untuk mendapatkan solusi dari MLE

pada kasus *two-level* SEM dengan menganggap vektor variabel laten pada setiap grup sebagai *missing data*.

Berdasarkan uraian diatas, dalam penelitian ini akan mendeskripsikan algoritma EM pada Multilevel SEM dengan pendekatan MLE. Selanjutnya akan diimplementasikan pada studi kasus Remunerasi Tenaga Kependidikan di Lingkungan ITS Surabaya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah mendeskripsikan tahapan algoritma EM untuk mendapatkan estimator model Multilevel SEM dengan pendekatan MLE?
2. Bagaimana efektifitas pemberian remunerasi Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya menggunakan Multilevel SEM?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan tahapan algoritma EM untuk mendapatkan estimator model Multilevel SEM dengan pendekatan MLE.
2. Mengetahui efektivitas pemberian remunerasi Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya menggunakan Multilevel SEM.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi keilmuan dalam penerapan Multilevel SEM serta pengembangan dalam Algoritma EM pada kasus data *unbalance*.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai faktor yang digunakan dalam penilaian kinerja dan efektivitas pengelolaan remunerasi berbasis kinerja bagi Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya.

### 1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini hanya dibatasi oleh hal – hal berikut :

1. Metode estimasi yang digunakan untuk menjawab tujuan penelitian dibatasi hanya menggunakan MLE dan hanya menggunakan 2 level dan mengasumsikan data berdistribusi multivariat normal.
2. Pada kajian mendeskripsikan tahapan algoritma EM untuk mendapatkan estimasi parameter dengan metode MLE hanya dibatasi sampai dengan tahapan estimasi parameter tidak sampai pengujian kesesuaian model.
3. Objek yang diteliti adalah Tenaga Kependidikan di Lingkungan ITS Surabaya tahun 2015 yang diambil dari data survei sebelumnya pada penelitian kajian kebijakan dengan jumlah data sebanyak 100 orang.
4. Evaluasi kesesuaian model yang digunakan adalah *Comparative Fit Index* (CFI) dan *Root Mean Squared Error of Approximation* (RMSEA).

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Kajian pada bab ini dibagi kedalam kajian dari sisi statistika dan kajian dari sisi non statistika. Sisi statistika membahas tentang Analisis Model Multilevel, *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*, *Structural Equation Modeling (SEM)*, *Multilevel Structural Equation Modeling (Multilevel SEM)*, *Multilevel SEM* dengan *EM Algorithm*, dan Evaluasi Keseuaian Model. Kajian dari sisi non statistik membahas tentang Tenaga Kependidikan ITS Surabaya, Remunerasi, Kinerja Pegawai, Motivasi, Lingkungan Kerja, dan Transfer Pelatihan.

#### **2.1. Analisis Model Multilevel**

Analisis model multilevel muncul dikarenakan suatu kondisi dimana terdapat beberapa jenis data observasi yang dihasilkan dalam suatu survei atau eksperimen yang mempunyai keadaan data bersarang (Goldstein, 2011). Data ini biasa disebut dengan data berstruktur hirarki atau data multilevel dan telah mulai dikembangkan pada pertengahan 1980-an dalam pengukuran ilmu kesehatan, sosiologi, dan pendidikan. Dalam data multilevel, data respon diukur di tingkat terendah saja, sedangkan data variabel penjelas diukur baik di tingkat terendah maupun di tingkat yang lebih tinggi (Goldstein, 1995). Dengan menggunakan analisis model multilevel maka estimasi dapat dilakukan dengan menggunakan variabel di seluruh tingkatan. Menurut Roli (2006) dalam Ismartini (2013) pada umumnya tujuan penggunaan model hirarki dalam analisis data adalah:

1. Meningkatkan hasil estimasi pengaruh unit di tingkat terendah
2. Memodelkan pengaruh antar tingkatan
3. Melakukan partisi komponen varians antar tingkatan

Dalam menganalisis data multilevel, terdapat dua kebutuhan utama untuk pemodelan (a) Pertama, pengamatan yang diambil dari unit dengan tingkatan lebih rendah biasanya tidak memenuhi asumsi independen, karena pengamatan di kelompok yang sama cenderung lebih homogen daripada mereka dari kelompok yang berbeda, (b) Kedua, dalam penelitian bertingkat, hubungan antara variabel pada satu tingkat tidak selalu menggeneralisasi pada hubungan antara set yang

sama untuk variabel di tingkat lain (Ryu, 2014). Pada dasarnya model multilevel dibentuk oleh dua sub model yaitu model di level yang lebih rendah (*within group*) dan model di level yang lebih tinggi (*between group*) (Goldstein, 1995; Hox, 2010). Sebagai ilustrasi disajikan Struktur data 2-level tersebut disajikan dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Struktur Data 2-level

Level 2	Level 1	y	Within group						Between group					
			$x_1$	$x_2$	...	$x_r$	...	$x_k$	$w_1$	$w_2$	...	$w_q$	...	$w_l$
1	1	$y_{11}$	$x_{111}$	$x_{211}$	...	$x_{r11}$	...	$x_{k11}$	$w_{11}$	$w_{21}$	...	$w_{q1}$	...	$w_{l1}$
	2	$y_{21}$	$x_{121}$	$x_{221}$	...	$x_{r21}$	...	$x_{k21}$						
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮						
	i	$y_{i1}$	$x_{1i1}$	$x_{2i1}$	...	$x_{ri1}$	...	$x_{ki1}$						
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮						
	$n_1$	$y_{n_11}$	$x_{1n_11}$	$x_{2n_11}$	...	$x_{rn_11}$	...	$x_{kn_11}$						
2	1	$y_{12}$	$x_{112}$	$x_{212}$	...	$x_{r12}$	...	$x_{k12}$	$w_{12}$	$w_{22}$	...	$w_{q2}$	...	$w_{l2}$
	2	$y_{22}$	$x_{122}$	$x_{222}$	...	$x_{r22}$	...	$x_{k22}$						
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮						
	i	$y_{i2}$	$x_{1i2}$	$x_{2i2}$	...	$x_{ri2}$	...	$x_{ki2}$						
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮						
	$n_2$	$y_{n_22}$	$x_{1n_22}$	$x_{2n_22}$	...	$x_{rn_22}$	...	$x_{kn_22}$						

Model yang paling sederhana dari model multilevel adalah model dua level yang digunakan untuk menganalisis data dengan menggunakan dua unit analisis yang bertingkat. Contoh yang seringkali digunakan dalam penelitian dua level adalah ketika ingin menganalisis kemampuan siswa di suatu Kabupaten atau Kota, misalkan di Kabupaten Sidoarjo maka diperlukan pula melihat faktor sekolah tempat siswa belajar dan menuntut ilmu karena kualitas sekolah kemungkinan mempunyai pengaruh terhadap kemampuan siswa dimana level 1 dinyatakan oleh siswa dan level 2 dinyatakan oleh sekolah (Parwoto, 2012).

## 2.2. *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*

*Maximum Likelihood Estimation* merupakan metode estimasi yang seringkali digunakan oleh peneliti diberbagai bidang penelitian termasuk dalam analisis SEM. Menurut Latan (2012) MLE akan menghasilkan estimasi parameter yang *unbiased* apabila data yang digunakan mengikuti sebaran distribusi multivariat normal dan akan bias jika asumsi tersebut dilanggar. Ukuran sampel yang disarankan untuk penggunaan MLE sebesar 100-200 sampel (Byrne, 2001) yang dikutip oleh (Latan, 2012). Misalkan diasumsikan  $y$  berdistribusi tertentu, maka fungsi likelihood yang umum dipakai adalah.

$$L(\mathbf{Y} | \boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^n f(y_i | \boldsymbol{\theta}) \quad (2.1)$$

*Maximum Likelihood Estimation* mempunyai beberapa karakteristik yang penting dan karakteristik ini adalah asimptotik sehingga berlaku untuk sampel besar. Beberapa karakteristik tersebut diantaranya (Bollen, 1989).

1. *Maximum Likelihood Estimation* secara asimptotik tidak bias, meskipun estimator ini bias untuk sampel kecil.
2. *Maximum Likelihood Estimation* adalah konsisten.
3. *Maximum Likelihood Estimation* adalah *asymptotically efficient*, sedemikian hingga di antara estimator yang konsisten, tidak ada yang mempunyai *asymptotic variance* lebih kecil.
4. Distribusi dari estimator mendekati distribusi normal ketika ukuran sampel meningkat.

Meskipun *Maximum Likelihood Estimation* merupakan estimasi yang seringkali digunakan, namun juga memiliki kekurangan yang perlu diperhatikan, yaitu *nonnormality* mengancam validitas dari uji signifikansi MLE. Menurut Bollen (1989) terdapat beberapa alternatif untuk mengatasi hal tersebut, yaitu (a) mentransformasikan variabel sedemikian rupa sehingga mempunyai multikolinearitas yang lebih baik, (b) menggunakan *bootstrap resampling procedures*, dan (c) menggunakan estimator alternatif yang menerima ketidaknormalan dan estimator tersebut efisien.

### 2.3. Structural Equation Modeling (SEM)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai dan remunerasi seringkali tidak dapat diukur secara langsung, sehingga dibutuhkan metode yang mampu menyelesaikan permasalahan tersebut, yaitu SEM. SEM merupakan analisis multivariat yang mengkombinasikan metodologi dua disiplin ilmu, yaitu analisis faktor dan analisis regresi yang memungkinkan bagi peneliti untuk melakukan analisis secara simultan antara variabel indikator dengan variabel laten maupun antar beberapa variabel laten (Hair, Black, Babin, dan Anderson, 2010).

Model yang akan diestimasi dalam SEM biasanya diasumsikan mempunyai hubungan kausalitas antara variabel laten dengan variabel indikator (Latan, 2012). Menurut Bollen (1989) variabel laten merupakan variabel atau faktor yang tidak dapat diobservasi atau tidak dapat diukur. Variabel laten dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu variabel eksogen dan variabel endogen. Variabel eksogen adalah variabel laten yang tidak dipengaruhi oleh variabel laten yang lain, sedangkan variabel endogen adalah variabel laten yang dipengaruhi oleh variabel laten yang lain.

SEM merupakan model yang disusun oleh dua komponen. Komponen pertama adalah model *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) yang berhubungan dengan variabel laten untuk semua yang berkaitan dengan variabel indikator dan memberikan *measurement error* dalam perhitungan. Komponen ini biasa disebut dengan model pengukuran dengan persamaan sebagai berikut (Timm, 2002).

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{\Lambda}_y \boldsymbol{\eta}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i \quad (2.2)$$

$$\mathbf{x}_i = \mathbf{\Lambda}_x \boldsymbol{\xi}_i + \boldsymbol{\delta}_i \quad (2.3)$$

dimana  $\mathbf{y}_{i(p \times 1)}$  dan  $\mathbf{x}_{i(q \times 1)}$  adalah vektor indikator untuk vektor laten endogen  $\boldsymbol{\eta}_i$  dan vektor laten eksogen  $\boldsymbol{\xi}_i$ . Sedangkan  $\mathbf{\Lambda}_{x(q \times m)}$  dan  $\mathbf{\Lambda}_{y(p \times n)}$  adalah matriks faktor loading (Seperti koefisien regresi), kemudian  $\boldsymbol{\varepsilon}_{i(p \times 1)}$  dan  $\boldsymbol{\delta}_{i(q \times 1)}$  adalah vektor kesalahan pengukuran. Diasumsikan bahwa  $\boldsymbol{\varepsilon}_i \sim N_p(0, \boldsymbol{\Theta}_\varepsilon)$ ;  $\boldsymbol{\delta}_i \sim N_q(0, \boldsymbol{\Theta}_\delta)$ ; dan kemudian  $\boldsymbol{\varepsilon}_i, \boldsymbol{\delta}_i, \boldsymbol{\eta}_i, \boldsymbol{\xi}_i$  serta saling independen.

Sedangkan komponen kedua adalah model struktural dengan meregresikan variabel laten endogen (*dependent*) dengan beberapa variabel laten endogen dan

eksogen (*independent*) secara linear. Persamaan model struktural yang menyatakan hubungan antara variabel laten didefinisikan dengan persamaan sebagai berikut (Timm, 2002).

$$\boldsymbol{\eta}_i = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta}_i + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi}_i + \boldsymbol{\zeta}_i \quad (2.4)$$

dimana  $\boldsymbol{\eta}_{i(m \times 1)}$ ,  $\boldsymbol{\xi}_{i(n \times 1)}$ , dan  $\boldsymbol{\zeta}_{i(m \times 1)}$  masing-masing adalah vektor variabel endogen, variabel laten eksogen, dan kesalahan struktural untuk  $i=1,2,\dots,N$  observasi dimana  $\boldsymbol{\xi}_i \sim N_n(0, \boldsymbol{\Phi})$ ,  $\boldsymbol{\zeta}_i \sim N_m(0, \boldsymbol{\Psi})$  serta  $\boldsymbol{\zeta}_i$  dan  $\boldsymbol{\xi}_i$  adalah independen. Diasumsikan bahwa  $(\mathbf{I} - \mathbf{B})$  adalah matriks *nonsingular*,  $\mathbf{B}$  adalah matriks dengan nilai 0 pada elemen diagonalnya dan observasinya saling independen. Persamaan (2.4) dapat disederhanakan kembali menjadi.

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\eta}_i &= \mathbf{B}\boldsymbol{\eta}_i + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi}_i + \boldsymbol{\zeta}_i \\ \boldsymbol{\eta}_i - \mathbf{B}\boldsymbol{\eta}_i &= \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi}_i + \boldsymbol{\zeta}_i \\ (\mathbf{I} - \mathbf{B})\boldsymbol{\eta}_i &= \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi}_i + \boldsymbol{\zeta}_i \\ \boldsymbol{\eta}_i &= (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi}_i + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\zeta}_i \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana matriks kovarians untuk model pada persamaan (2.5) adalah.

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta}) &= \begin{bmatrix} \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\eta}\boldsymbol{\eta}} & \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\eta}\boldsymbol{\xi}} \\ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\eta}} & \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E(\boldsymbol{\eta}\boldsymbol{\eta}^T) & E(\boldsymbol{\eta}\boldsymbol{\xi}^T) \\ E(\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\eta}^T) & E(\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}^T) \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}(\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Gamma}^T + \boldsymbol{\Psi})(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} & (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\Phi} \\ \boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Gamma}'(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} & \boldsymbol{\Phi} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) akan diuraikan langkah-langkahnya untuk memperjelas.

$$\begin{aligned} E(\boldsymbol{\eta}\boldsymbol{\eta}^T) &= E\left[ \left( (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\zeta} \right) \left( (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\zeta} \right)^T \right] \\ &= (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}E(\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}^T)\boldsymbol{\Gamma}^T(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}E(\boldsymbol{\zeta}\boldsymbol{\zeta}^T)(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} \\ &= (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Gamma}^T(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Psi}(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} \\ &= (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}(\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Gamma}^T + \boldsymbol{\Psi})(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} E(\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\eta}^T) &= E\left[ \boldsymbol{\xi} \left( (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\boldsymbol{\zeta} \right)^T \right] \\ &= E\left[ \boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}^T\boldsymbol{\Gamma}^T(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} + \boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\zeta}^T(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} \right] \\ &= E(\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}^T)\boldsymbol{\Gamma}^T(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} + (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}E(\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\zeta}^T) \\ &= \boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Gamma}'(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-T} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Merujuk pada persamaan (2.2), (2.3), dan (2.4) matrik kovarian dalam SEM yang dilambangkan dengan  $\Sigma(\theta)$  mengikuti persamaan sebagai berikut (Timm, 2002).

$$\Sigma(\theta) = \begin{bmatrix} \Sigma_{yy}(\theta) & \Sigma_{yx}(\theta) \\ \Sigma_{xy}(\theta) & \Sigma_{xx}(\theta) \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

dimana

$$\begin{aligned} \Sigma_{yy}(\theta) &= E(\mathbf{yy}^T) \\ &= E[(\Lambda_y \eta + \varepsilon)(\Lambda_y \eta + \varepsilon)^T] \\ &= E(\Lambda_y \eta \eta^T \Lambda_y^T + \Lambda_y \eta \varepsilon^T + \varepsilon \eta^T \Lambda_y^T + \varepsilon \varepsilon^T) \\ &= \Lambda_y E(\eta \eta^T) \Lambda_y^T + \Lambda_y E(\eta \varepsilon^T) + E(\varepsilon \eta^T) \Lambda_y^T + E(\varepsilon \varepsilon^T) \\ &= \Lambda_y E(\eta \eta^T) \Lambda_y^T + \Theta_\varepsilon \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned} \Sigma_{xy}(\theta) &= E(\mathbf{xy}^T) \\ &= E[(\Lambda_x \xi + \delta)(\Lambda_y \eta + \varepsilon)^T] \\ &= E(\Lambda_x \xi \eta^T \Lambda_y^T + \Lambda_x \xi \delta^T + \delta \eta^T \Lambda_y^T + \delta \varepsilon^T) \\ &= \Lambda_x E(\xi \eta^T) \Lambda_y^T + \Lambda_x E(\xi \delta^T) + E(\delta \eta^T) \Lambda_y^T + E(\delta \varepsilon^T) \\ &= \Lambda_x E(\xi \eta^T) \Lambda_y^T \end{aligned} \quad (2.11)$$

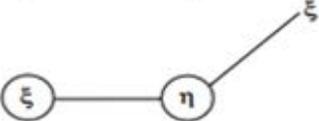
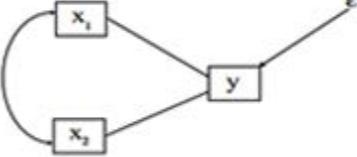
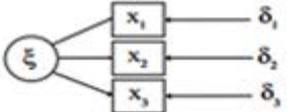
$$\begin{aligned} \Sigma_{xx}(\theta) &= E(\mathbf{xx}^T) \\ &= E[(\Lambda_x \xi + \delta)(\Lambda_x \xi + \delta)^T] \\ &= E(\Lambda_x \xi \xi^T \Lambda_x^T + \Lambda_x \xi \delta^T + \delta \xi^T \Lambda_x^T + \delta \delta^T) \\ &= \Lambda_x E(\xi \xi^T) \Lambda_x^T + \Lambda_x E(\xi \delta^T) + E(\delta \xi^T) \Lambda_x^T + E(\delta \delta^T) \\ &= \Lambda_x E(\xi \xi^T) \Lambda_x^T + \Theta_\delta \\ &= \Lambda_x \Phi \Lambda_x^T + \Theta_\delta \end{aligned} \quad (2.12)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.7) sampai (2.12) maka dapat disusun kembali dalam bentuk matriks  $\Sigma(\theta)$  pada persamaan (2.9), diperoleh matriks kovarians untuk variabel observasi  $\mathbf{x}$  dan  $\mathbf{y}$  sebagai fungsi parameter model.

$$\Sigma(\theta) = \begin{bmatrix} \Lambda_y \left[ (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} (\Gamma \Phi \Gamma' + \Psi) (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \right] \Lambda_y^T + \Theta_\varepsilon & \Lambda_y (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \Gamma \Phi \Lambda_x^T \\ \Lambda_x \Phi \Gamma' (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \Lambda_y^T & \Lambda_x \Phi \Lambda_x^T + \Theta_\delta \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

dimana  $\theta$  merepresentasikan vektor parameter model yang tidak diketahui. Tabel 2.2 merupakan beberapa simbol dan hubungan antar variabel dalam SEM. Dalam Tabel 2.2 menganotasikan kotak dan lingkaran dengan huruf dan simbol Greek untuk merepresentasikan komponen yang digunakan dalam SEM.

**Tabel 2.2** Simbol yang Digunakan dalam SEM

Simbol	Penjelasan
	Persegi atau kotak persegi panjang merepresentasikan variabel indikator
	Lingkaran atau elips merepresentasikan variabel laten
	Variabel laten mempengaruhi variabel laten lainnya dengan error laten
	Dua variabel indikator mempengaruhi variabel indikator lain dengan error
	Variabel laten mempengaruhi variabel indikator dengan error yang independen

*Structural Equation Modeling* digunakan mengestimasi parameter model dalam matriks kovarians  $\Sigma(\theta)$  Untuk mengestimasi pada model *Structural Equation Modeling*, salah satu caranya adalah mendapatkan estimasi sampel  $S$  dari  $\Sigma(\theta)$  dengan meminimalkan fungsi perbedaan  $F(S, \Sigma(\theta)) \geq 0$  antara matriks kovarians sampel dan matriks kovarians populasi.

Pendekatan estimasi yang sering digunakan adalah *Maximum Likelihood Estimation* yang didasarkan pada fungsi likelihood sesuai dengan persamaan (2.1). Jika  $\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_N$  merupakan sampel acak dengan fungsi densitas peluang  $f(\mathbf{z}|\theta)$  mengikuti distribusi normal multivariat, maka fungsi likelihood  $L(\theta)$  didefinisikan sebagai.

$$\begin{aligned}
L(\boldsymbol{\theta}) &= f(\mathbf{z}_1 | \boldsymbol{\theta})f(\mathbf{z}_2 | \boldsymbol{\theta})\dots f(\mathbf{z}_N | \boldsymbol{\theta}) \\
&= \prod_{i=1}^N f(\mathbf{z}_i | \boldsymbol{\theta}) \\
&= \prod_{i=1}^N (2\pi)^{-\frac{p+q}{2}} |\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \mathbf{z}_i^T \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1} \mathbf{z}_i\right) \\
&= (2\pi)^{-N\left(\frac{p+q}{2}\right)} |\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{N}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \mathbf{z}_i^T \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1} \mathbf{z}_i\right)
\end{aligned} \tag{2.14}$$

Fungsi log likelihood dari persamaan (2.14) adalah.

$$\log L(\boldsymbol{\theta}) = -N\left(\frac{p+q}{2}\right) \log(2\pi) - \frac{N}{2} \log|\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})| - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \mathbf{z}_i^T \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1} \mathbf{z}_i \tag{2.15}$$

untuk unsur terakhir pada ruas kanan persamaan (2.15) dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned}
-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \mathbf{z}_i^T \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1} \mathbf{z}_i &= -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \text{tr}(\mathbf{z}_i^T \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1} \mathbf{z}_i), \\
&= -\frac{N}{2} \sum_{i=1}^N \text{tr}(N^{-1} \mathbf{z}_i \mathbf{z}_i^T \boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1}) \text{ karena } \text{tr}(a) = a, \text{ dengan } a \text{ skalar} \\
&= -\frac{N}{2} \text{tr}(\mathbf{S}\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1})
\end{aligned} \tag{2.16}$$

substitusi persamaan (2.15) dan (2.16) menghasilkan

$$\begin{aligned}
\log L(\boldsymbol{\theta}) &= -N\left(\frac{p+q}{2}\right) \log(2\pi) - \frac{N}{2} \log|\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})| - \frac{N}{2} \text{tr}(\mathbf{S}\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1}) \\
&= -N\left(\frac{p+q}{2}\right) \log(2\pi) - \frac{N}{2} (\log|\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr}(\mathbf{S}\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1}))
\end{aligned} \tag{2.17}$$

nilai  $-N\left(\frac{p+q}{2}\right) \log(2\pi)$  adalah konstanta sehingga tidak mempengaruhi pemilihan. Persamaan (2.17) dapat disederhanakan menjadi

$$F_{ML} = N(\log|\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr}(\mathbf{S}\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\theta})^{-1})) \tag{2.18}$$

Menurut Bollen dan Long (1993) dalam Latan (2012) terdapat lima proses yang harus dilalui dalam analisis SEM, dimana setiap tahapan akan berpengaruh terhadap tahapan selanjutnya, yaitu.

## 1. Spesifikasi Model

Pada tahap ini peneliti harus mendefinisikan secara konseptual konstruk yang diteliti dan menentukan dimensionalitasnya. Selanjutnya arah kausalitas antar konstruk yang menunjukkan hubungan yang dihipotesiskan harus ditentukan dengan jelas, dan yang paling penting mempunyai landasan teori yang kuat.

## 2. Identifikasi Model

Persoalan identifikasi model berguna untuk mengetahui model yang dibangun dengan data empiris yang telah dikumpulkan memiliki telah nilai yang dapat diidentifikasi atau tidak.

## 3. Estimasi Model

Pemilihan metode estimasi akan berpengaruh terhadap interpretasi hasil analisis. Pada analisis SEM terdapat setidaknya tiga pilihan metode estimasi yang sering digunakan oleh peneliti, yaitu *Maximum Likelihood (ML)*, *Generalized Least Square (GLS)*, dan *Weighted Least Square (WLS)*. Setelah menentukan metode estimasi yang akan digunakan, langkah selanjutnya dalam estimasi model adalah menentukan jumlah sampel yang harus dipenuhi.

## 4. Evaluasi Model

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi model secara keseluruhan. Evaluasi model pada analisis SEM dapat dilakukan dengan menilai hasil model pengukuran yaitu melalui CFA dengan menguji validitas dan reliabilitas konstruk laten dan dilanjutkan dengan evaluasi model struktural secara keseluruhan dengan menilai kelayakan model melalui kriteria *goodness of fit*.

## 5. Respesifikasi Model

Setelah melakukan penilaian *goodness of fit* dan didapatkan model yang diuji ternyata tidak fit maka perlu dilakukan respesifikasi model yang didukung melalui teori. Respesifikasi model lebih dikenal dengan istilah *modification indices*. *Modification indices* menyediakan beberapa rekomendasi dengan menambahkan garis hubungan yang memungkinkan untuk menghasilkan nilai chi-square yang lebih kecil sehingga model menjadi lebih fit.

#### 2.4. *Multilevel Structural Equation Modeling (Multilevel SEM)*

Model SEM yang dibahas pada subbab sebelumnya adalah SEM standar atau juga biasa disebut dengan *Linear Structural Relationship (LISREL)* model yang dikembangkan oleh Karl Joreskog dan Dag Sorbom. Pada SEM standar semua variabel laten dan indikator diasumsikan independen di seluruh unit, asumsi ini terlanggar ketika terdapat data multilevel dimana individu yang secara alami tersarang dalam kelompok, dengan keanggotaan di kelompok yang sama mengarah ke hubungan antara individu. Sehingga diperlukan pendekatan yang berbeda untuk memungkinkan peneliti menganalisa hubungan antara variabel laten dalam data yang berstruktur hirarki, yaitu *Multilevel SEM*.

Berbeda dengan model SEM standar, dalam *Multilevel SEM* vektor data didekomposisi menjadi dua komponen (Muthen, 1994).

1. Komponen acak *between group*
2. Komponen acak *within group*

Misalkan data diambil dari  $N$  individu  $i = 1, 2, \dots, N_g$  bersarang dengan  $G$  ( $g = 1, 2, \dots, G$ ) grup. Grup merupakan sampel acak sederhana dari kelompok populasi dan individu merupakan sampel acak sederhana dalam setiap grup. Pada level-2, observasi diambil dari grup yang saling independen satu dengan yang lain (antar grup independen). Sementara itu pada level-1, observasi level individu saling independen satu sama lain dalam setiap grup, tetapi tidak lintas grup.

Diberikan  $\mathbf{y}_{gi}$  menotasikan vektor data untuk setiap  $i$  individu dalam  $g$  grup, terbagi menjadi komponen laten *between level*  $\mathbf{v}_g$  dan laten *within level*  $\mathbf{v}_{gi}$  sehingga nilai observasi  $\mathbf{y}_{gi}$  adalah sebagai berikut (MLE).

$$\mathbf{y}_{gi} = \mathbf{v}_g + \mathbf{v}_{gi} \quad (2.19)$$

Dimana  $E(\mathbf{v}_g) = E(\mathbf{v}_{gi}) = 0$  dan  $\text{cov}(\mathbf{v}_g, \mathbf{v}_{gi}) = 0$ . Sama halnya dengan vektor data, struktur kovarians dari  $\mathbf{y}_{gi}$  juga didekomposisi menjadi level-1 dan level-2 struktur kovarians yang didasarkan pada persamaan (2.19). Matriks kovarian *between level* dilambangkan dengan  $\Sigma_B(\theta)$  dan matriks kovarians *within level* dilambangkan dengan  $\Sigma_W(\theta)$ . Diasumsikan data komponen random berdistribusi

multivariat normal untuk setiap level-1 dan level-2, solusi *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) menggunakan fungsi perbedaan dalam persamaan (2.19) untuk data yang berukuran tidak sama (Lee, 1990).

$$F_{ML} = \sum_{g=1}^G (N_g - 1) \log |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta})| N_g^{-1} \text{tr} \left( \Sigma_w^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \sum_{i \neq j} (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gi}^T) - (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gj}^T) \right) + \sum_{g=1}^G \log |\Sigma_g(\boldsymbol{\theta})| + N_g^{-1} \text{tr} \left( \Sigma_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \sum_{i=j} (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gj}^T) \right) \quad (2.20)$$

dimana:

$\boldsymbol{\theta}$  adalah vektor parameter dalam model hipotesis,

$N_g$  menyatakan banyaknya pengamatan tiap grup dan

$$\Sigma_g(\boldsymbol{\theta}) = \Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + N_g \Sigma_B(\boldsymbol{\theta}).$$

Dari persamaan (2.19) akan dibangun model persamaan dan model struktural *Multilevel SEM*. Untuk faktor tunggal individu dalam  $G$ , model persamaannya adalah

$$\mathbf{y}_{gi} = \Lambda \boldsymbol{\eta}_{gi} + \boldsymbol{\varepsilon}_{gi} \quad (2.21)$$

dengan  $\Lambda$  adalah matriks loading faktor,  $\boldsymbol{\eta}$  merupakan vektor variabel laten, dan  $\boldsymbol{\varepsilon}$  merupakan vektor eror, indeks  $i$  dan  $g$  digunakan untuk variabel, individu dan grup. Jika  $\boldsymbol{\eta}_{gi} = \boldsymbol{\eta}_g + \boldsymbol{\eta}_{gi}$  dan  $\boldsymbol{\varepsilon}_{gi} = \boldsymbol{\varepsilon}_g + \boldsymbol{\varepsilon}_{gi}$  maka persamaan (2.21) berubah menjadi (Pasanen, 2012).

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_{gi} &= \Lambda_B \boldsymbol{\eta}_g + \Lambda_W \boldsymbol{\eta}_{gi} + \boldsymbol{\varepsilon}_g + \boldsymbol{\varepsilon}_{gi} \\ &= [\Lambda_B \boldsymbol{\eta}_g + \boldsymbol{\varepsilon}_g] + [\Lambda_W \boldsymbol{\eta}_{gi} + \boldsymbol{\varepsilon}_{gi}] \end{aligned} \quad (2.22)$$

dimana:

Model pengukuran pada *between group*

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_g &= \Lambda_B \boldsymbol{\eta}_g + \boldsymbol{\varepsilon}_g \\ \boldsymbol{\eta}_g &= \mathbf{B}_B \boldsymbol{\eta}_g + \Gamma_B \boldsymbol{\xi}_g + \boldsymbol{\zeta}_g \end{aligned} \quad (2.23)$$

Model pengukuran pada *within group*

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_{gi} &= \Lambda_W \boldsymbol{\eta}_{gi} + \boldsymbol{\varepsilon}_{gi} \\ \boldsymbol{\eta}_{gi} &= \mathbf{B}_W \boldsymbol{\eta}_{gi} + \Gamma_W \boldsymbol{\xi}_{gi} + \boldsymbol{\zeta}_{gi} \end{aligned} \quad (2.24)$$

Persamaan (2.23) dan (2.24) masing-masing dapat disederhanakan kembali menjadi.

$$\boldsymbol{\eta}_g = (\mathbf{I} - \mathbf{B}_B)^{-1} \Gamma_B \boldsymbol{\xi}_g + (\mathbf{I} - \mathbf{B}_B)^{-1} \boldsymbol{\zeta}_g \quad (2.25)$$

$$\boldsymbol{\eta}_{gi} = (\mathbf{I} - \mathbf{B}_W)^{-1} \Gamma_W \boldsymbol{\xi}_{gi} + (\mathbf{I} - \mathbf{B}_W)^{-1} \boldsymbol{\zeta}_{gi} \quad (2.26)$$

Matriks parameter  $\Lambda_W, \Lambda_B$  masing-masing merupakan matriks loading factor *within group* dan *between group* yang akan diestimasi. Variabel eror  $\boldsymbol{\varepsilon}_{gi}$  dan  $\boldsymbol{\varepsilon}_g$  masing-masing merupakan vektor yang memiliki rata-rata nol berdistribusi normal independen dengan matriks varians kovarians

$$\boldsymbol{\Sigma}_B = \Lambda_B \Psi_B \Lambda_B' + \Theta_B \quad (2.27)$$

$$\boldsymbol{\Sigma}_W = \Lambda_W \Psi_W \Lambda_W' + \Theta_W \quad (2.28)$$

dengan

$$\text{Var}(\boldsymbol{\varepsilon}_{gi}) = \Theta_B + \Theta_W, \text{Var}(\boldsymbol{\eta}_{gi}) = \Psi_B + \Psi_W, \text{ dan } \text{cov}(\boldsymbol{\eta}_g, \boldsymbol{\eta}_g) = \Psi_B.$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_g \sim N(0, \Theta_B), \text{ dan } \boldsymbol{\varepsilon}_{gi} \sim N(0, \Theta_W)$$

$$\boldsymbol{\eta}_g \sim N(0, \Psi_B) \text{ dan } \boldsymbol{\eta}_{gi} \sim N(0, \Psi_W)$$

## 2.5. Multilevel SEM dengan EM Algorithm

Algoritma Ekpektasi-Maksimalisasi (EM) pertama kali diperkenalkan oleh Dempster, Laird, dan Rubin (1977) sebagai metode alternatif yang sering digunakan untuk memaksimumkan fungsi likelihood yang mengandung data missing dan variabel laten. Misalkan diasumsikan  $\mathbf{X}$  berdistribusi tertentu yang mengandung missing data  $\mathbf{Y}$ . Kemudian  $\mathbf{X}$  ini disebut sebagai *incomplete data* dan data lengkap terletak di  $\mathbf{Z} = (\mathbf{X}, \mathbf{Y})$ , maka  $\mathbf{Z}$  disebut sebagai *complete data*. Fungsi likelihood yang umum dipakai sesuai dengan persamaan (2.1). Namun karena  $\mathbf{X}$  adalah *incomplete data*, maka fungsi likelihood tersebut tidak dapat dimaksimumkan sehingga untuk menyelesaikannya terlebih dahulu dibentuk fungsi distribusi bersama untuk *complete data* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= f(\mathbf{X}, \mathbf{Y} | \boldsymbol{\theta}) \\ &= f(\mathbf{X} | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}) f(\mathbf{Y} | \boldsymbol{\theta}) \end{aligned} \quad (2.29)$$

selanjutnya merekonstruksi fungsi likelihood untuk *complete data* menjadi.

$$\begin{aligned}
L(\mathbf{X} | \boldsymbol{\theta}) &= \prod_{i=1}^n f(\mathbf{x}_i | \boldsymbol{\theta}) \\
L(\mathbf{X}, \mathbf{Y} | \boldsymbol{\theta}) &= \prod_{i=1}^n f(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i | \boldsymbol{\theta}) \\
&= \prod_{i=1}^n f(\mathbf{x}_i | \mathbf{y}_i, \boldsymbol{\theta}) f(\mathbf{y}_i | \boldsymbol{\theta})
\end{aligned} \tag{2.30}$$

Algoritma EM terdiri dari dua tahap, yaitu tahap Ekspektasi (*E-Step*) dan tahap Maksimalisasi (*M-Step*). Pada tahap E algoritma yang diperlukan yaitu perhitungan ekspektasi bersyarat  $E[L(\mathbf{X}, \mathbf{Y} | \boldsymbol{\theta}_i) | \mathbf{X}, \boldsymbol{\theta}_{i+1}]$ . Tahap berikutnya adalah tahap M yang digunakan untuk mendapatkan  $\boldsymbol{\theta}_{i+1}$  dengan cara mengoptimalkan ekspektasi log likelihood yang telah dihitung pada tahap E. Estimator  $\boldsymbol{\theta}_{i+1}$  berikutnya diperoleh secara iteratif mengulangi tahap E dan M sampai mencapai konvergen, dengan  $i$  menyatakan suatu iterasi.

Aplikasi algoritma EM untuk mencari solusi maksimum likelihood pada model Multilevel SEM memiliki beberapa kelebihan, diantaranya (1) dapat diaplikasikan secara umum dengan *unbalance data* dan struktur matriks kovarians yang berbeda dalam grup, serta (2) konvergensi parameter yang lebih cepat dan pernyataan yang lebih sederhana (Lee dan Poon, 1998). Berdasarkan definisi Multilevel SEM pada persamaan (2.19) terlihat bahwa ketika  $\mathbf{y}_{gi}$  adalah observasi, maka model akan menjadi lebih sederhana dan dapat dianalisis dengan cukup mudah. Untuk seterusnya  $\{(\mathbf{y}_{g1}, \mathbf{y}_{g2}, \dots, \mathbf{y}_{gN_g}, \mathbf{v}_g), g = 1, 2, \dots, G\}$  dianggap sebagai *complete data* dan memperlakukan  $\mathbf{v}_g$  sebagai *missing*. Misalkan  $\mathbf{Y}$  dan  $\mathbf{V}$  masing-masing menotasikan data observasi dan data *missing* dengan elemen masing-masing adalah  $\mathbf{y}_{gi}$  dan  $\mathbf{v}_g$ , maka fungsi *negative log-likelihood* dari *complete data* mengikuti persamaan (Lee dan Poon, 1998).

$$\begin{aligned}
F_{ML} &= \sum_{g=1}^G N_g \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} \{(\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta})(\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\} + \\
&G \log |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \{\mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\}
\end{aligned} \tag{2.31}$$

dimana  $\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})$  dan  $\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})$  masing-masing adalah struktur kovarians untuk *within level* dan *between level*.

Pada E-step dalam algoritma EM digunakan untuk mencari  $M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i) = E[-2 \log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta} = \boldsymbol{\theta}_i]$ , yang merupakan nilai ekspektasi dari fungsi *negative log-likelihood* dari *complete data*. Tahap kedua dari algoritma EM adalah M-step yang meminimumkan  $M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)$ , ekspektasi fungsi *negative log-likelihood* dengan proses iterasi.

## 2.6. Evaluasi Kesesuaian Model (*Goodness of Fit*) *Multilevel SEM*

Seperti aplikasi lainnya pada SEM standar, aplikasi pada *Multilevel SEM* umumnya meliputi dua permasalahan utama, yaitu (a) mengevaluasi *goodness of fit* (GOF) hipotesis model pada data, dan (b) mengestimasi dan menguji parameter pada hipotesis model. GOF merupakan indikasi dari perbandingan antara model yang dispesifikasi dengan matriks kovarian antar indikator. Pada bagian ini akan dijelaskan dua ukuran GOF, yaitu *Comparative Fit Index* (CFI) dan *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) dengan metode MLE.

### 1. *Comparative Fit Index* (CFI)

CFI merupakan kriteria fit yang dikembangkan oleh Bentler (1990) yang merupakan ukuran perbandingan antara model yang dihipotesiskan dengan baseline model. CFI tidak dipengaruhi oleh ukuran sampel dan merupakan ukuran fit yang sangat baik untuk mengukur kesesuaian model (Latan, 2012).

$$CFI = 1 - \frac{\text{Max}[(\chi^2_{hipotesis} - df_{hipotesis}), 0]}{\text{Max}[(\chi^2_{baseline} - df_{baseline}), 0]} \quad (2.22)$$

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

RMSEA merupakan kriteria yang dikembangkann oleh Steiger dan Lind (1980) yang mencoba untuk mengestimasi kesalahan pendekatan model dalam populasi terpisah dari kesalahan estimasi karena kesalahan sampling. RMSEA diperoleh melalui persamaan (Ryu, 2014).

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\hat{F}_0}{df}} = \sqrt{\text{Max}\left[\left(\frac{\chi^2 - df}{df(N-1)}\right), 0\right]} \quad (2.23)$$

dimana  $\chi^2 = (N - 1)F_{ML}$  dan  $df = \frac{1}{2}(p + q)(p + q + 1) - t$ ,  $p$  menyatakan banyaknya indikator untuk laten eksogen,  $q$  menyatakan banyaknya indikator untuk laten endogen, dan  $t$  menyatakan banyaknya koefisien yang diestimasi.

## **2.7. Tenaga Kependidikan ITS Surabaya**

Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, dalam pengelolaan organisasi Sistem Pendidikan Nasional, dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: Tenaga Kependidikan (Tendik) dan Tenaga Pendidik, keduanya tenaga profesional. Pada UU No 20 Tahun 2003 pasal 39 dijelaskan mengenai pengertian keduanya, Tenaga Kependidikan bertugas melaksanakan administrasi, pengelolaan, pengembangan, pengawasan, dan pelayanan teknis untuk menunjang proses pendidikan pada satuan pendidikan. Sedangkan Tenaga Pendidik merupakan tenaga profesional yang bertugas merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, melakukan pembimbingan dan pelatihan, serta melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, terutama bagi pendidik pada perguruan tinggi (Khumaidi, 2013).

Penjelasan tentang tenaga kependidikan yang dimaksud meliputi: pengelola satuan pendidikan, penilik, pamong belajar, pengawas, peneliti, pengembang, pustakawan, laboran, dan teknisi sumber belajar (Khumaidi, 2013). Jumlah Tenaga kependidikan di ITS Surabaya per Juli 2015 seluruhnya sebesar 1.151 orang. Jumlah ini lebih besar dibanding jumlah dosen di ITS Surabaya yang hanya sekitar 900-an orang. Jumlah itu tentunya akan membebani keuangan ITS Surabaya, terutama yang tidak kompeten di bidangnya akibat rekrutmen yang salah dan studi lanjut yang salah. Tendik tersebut terdiri dari tendik PNS sebanyak 662 orang dan tendik Non PNS (honorar) sebanyak 489 orang (Beranda ITS, 2015). Namun jumlah tersebut sekarang tentu akan berbeda kembali karena terdapat beberapa Tendik yang pensiun atau pun diberhentikan masa kontraknya sebagai honorar.

## 2.8. Remunerasi

Remunerasi diartikan sebagai sistem penggajian yang dikaitkan dengan sistem penilaian kinerja pegawai dengan tujuan untuk memotivasi sekaligus sebagai pemecut semangat prestasi pegawai. Remunerasi ini mempunyai sinonim kompensasi atau komisi. Dalam buku karangan Hasibuan (2002) yang dikutip dari Tahar (2012) terdapat beberapa pengertian kompensasi dari beberapa tokoh yaitu.

1. William B. Werther dan Keith Davis, kompensasi adalah apa yang seorang pekerja terima sebagai balasan dari pekerjaan yang diberikannya. Baik upah per jam ataupun gaji periodik didesain dan dikelola oleh bagian personalia.
2. Andrew F. Sikula, kompensasi adalah segala sesuatu yang dikonstitusikan atau dianggap sebagai suatu balas jasa atau ekuivalen.

Remunerasi dapat diberikan dalam berbagai bentuk, diantaranya yang diberikan sebagai (Sarimah, 2009)

1. *Pay for Person* yaitu imbalan yang diberikan kepada pribadi pegawai sebagai Pegawai Negeri Sipil berupa gaji yang besarnya tergantung pada golongan/pangkat, uang makan, dan Tunjangan Pembinaan Keuangan Negara untuk Departemen Keuangan, serta uang lauk pauk untuk militer.
2. *Pay for Position* yaitu pemangku jabatan baik struktural maupun fungsional yang tunjangannya berlaku untuk seluruh Pegawai Negeri Sipil dan Pejabat Negara, serta berdasarkan pada posisi tugasnya.
3. *Pay for Performance* yaitu imbalan yang didasarkan pada kinerja individu.

Pada sistem terdahulu PNS hanya memperoleh remunerasi dalam bentuk *Pay for Person* dan *Pay for Position* maka seiring berkembangnya jaman pemerintah telah memulai reformasi birokrasi yang salah satunya merubah sistem remunerasi dari pertimbangan pribadi dan jabatan menjadi remunerasi berdasarkan *grade* atau kinerja. Remunerasi yang berbasis perhitungan kinerja telah dilakukan oleh beberapa peneliti secara deskriptif, yaitu Prasetyo, Yunarso, dan Nugroho (2014) yang melakukan penelitian terhadap implementasi sistem remunerasi berbasis kinerja di perguruan tinggi dengan menerapkannya pada fakultas ilmu terapan Politeknik Telkom. Hasil dari penelitian adalah sebuah aplikasi sistem remunerasi yang memberikan rasa keadilan, efektif dan mampu meningkatkan kinerja dosen dan staf di Politeknik Telkom. Pada tahun

sebelumnya, Alawiya, Yuliantiningsih, Sudrajat, dan Sari (2013) meneliti kebijakan remunerasi PNS di Kementerian Hukum dan HAM melalui analisis materi muatan penentuan nilai dan kelas jabatan dalam pemberian remunerasi.

Sistem remunerasi yang diterapkan pada Tenaga Kependidikan ITS terdiri atas gaji, insentif kinerja tugas utama dan insentif kinerja tambahan. Proporsi remunerasi yang berlaku saat ini terdiri dua pokok, yaitu besaran gaji senilai 30% dari remunerasi dan besaran insentif kinerja senilai 70% hingga maksimum 150% dari remunerasi. Penentuan remunerasi untuk jabatan Tendik disesuaikan dengan ketentuan Kemdikbud. Adapun rincian Sistem pemberian remunerasi Tendik di ITS sebagai berikut (Beranda ITS, 2015).

1. Persyaratan kelulusan Sasaran Kerja Pegawai (SKP) Penilaian Prestasi Kerja (PPK) minimum 76% untuk mendapatkan gaji (30%).
2. Insentif kinerja tugas utama: (kinerja utama tanpa spesifikasi) x (nilai jabatan) x (Rp. 2.850) x (6 bulan).
3. Insentif kinerja tugas tambahan: (kinerja tambahan berdasarkan SK) x (Rp. 2.850) x (6 bulan).
4. Jumlah poin 2 dan 3 adalah 70% dan maksimum 150%

Fungsi pemberian remunerasi menurut Martoyo (2007) yang dikutip oleh Suprajitno (2012) adalah

1. Pengalokasian SDM secara efisien,
2. Penggunaan SDM secara lebih efisien dan efektif, dan
3. Mendorong stabilitas pertumbuhan ekonomi.

Secara umum fungsi pemberian remunerasi adalah menarik orang-orang yang potensial atau berkualitas untuk bergabung mempertahankan yang baik, meraih keunggulan kompetitif, memotivasi karyawan dalam meningkatkan produktivitas atau mencapai kinerja tinggi, melakukan pembayaran sesuai aturan hukum, memudahkan sasaran strategis, dan mengokohkan dan menentukan struktur organisasi.

## 2.9. Kinerja Pegawai

Kinerja merupakan faktor pokok dalam sistem remunerasi. Berikut ini adalah beberapa pengertian kinerja oleh beberapa pakar yang dikutip oleh Prasetyo et. al (2014) yaitu.

1. Menurut Anwar Prabu Mangkunegara, Kinerja atau prestasi kerja adalah hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seseorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya.
2. Menurut John Whitmore, Kinerja adalah pelaksanaan fungsi-fungsi yang dituntut dari seseorang, kinerja adalah suatu perbuatan, suatu prestasi, suatu pameran umum ketrampilan.
3. Menurut Barry Cushway, Kinerja adalah menilai bagaimana seseorang telah bekerja dibandingkan dengan target yang telah ditentukan.
4. Menurut Veizal Rivai, Kinerja merupakan perilaku yang nyata yang ditampilkan setiap orang sebagai prestasi kerja yang dihasilkan oleh karyawan sesuai dengan perannya dalam perusahaan.

Pengukuran kinerja karyawan pada dasarnya penting untuk dilakukan sebagai perencanaan dan kontrol dalam proses pengelolaan pekerjaan. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencapaian hasil suatu institusi dihubungkan dengan visi yang diembannya. serta mengetahui dampak dari suatu kebijakan operasional yang telah ditetapkan oleh institusi. Hani Handoko (2000) dalam kutipan Tahar (2012) menyebutkan tiga kriteria dalam penilaian kerja, yaitu.

1. Penilaian berdasarkan hasil yaitu penilaian yang didasarkan adanya target-target dan ukurannya spesifik serta dapat diukur.
2. Penilaian berdasarkan perilaku yaitu penilaian perilaku-perilaku yang berkaitan dengan pekerjaan.
3. Penilaian berdasarkan *judgement* yaitu penilaian yang berdasarkan kualitas, kuantitas, koordinasi, pengetahuan pekerjaan dan keterampilan, kreativitas, semangat kerja, kepribadian, keramahan, integritas pribadi serta kesadaran dapat dipercaya dalam menyelesaikan tugas.

Kinerja pegawai telah banyak dilakukan penelitian dengan berbagai macam yang mempengaruhinya. Berikut adalah contoh penelitian yang menggunakan Kinerja pegawai.

1. Dhermawan et. al (2012) melakukan penelitian tentang kepuasan kerja dan kinerja pegawai di lingkungan kantor Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali. Dalam penelitiannya, Dhermawan et. al, mengukur kinerja dengan 4 faktor yang diduga mempengaruhinya, yaitu Motivasi, Lingkungan kerja, Kompetensi, dan Kompensasi. Data dikumpulkan melalui survei terhadap 150 orang dari 608 orang pegawai dengan Metode Stratified Proportional Random Sampling. Data yang dihasilkan diolah dan dianalisis menggunakan SEM. Hasil menunjukkan lingkungan kerja, kompensasi dan kepuasan kerja berpengaruh signifikan terhadap kinerja pegawai.
2. Pada tahun 2011 Andri melakukan penelitian tentang kinerja dan kepuasan karyawan namun dengan faktor yang berbeda. Pada penelitiannya faktor yang diduga mempengaruhinya adalah Program pendidikan dan latihan (Program Diklat). Penelitian dilakukan terhadap karyawan PT. Telkom Tbk yang dilakukan pada bulan April – Juni 2009 dengan teknik wawancara, kuisisioner, dan observasi. Data yang dihasilkan diolah dan dianalisis menggunakan SEM. Hasil menunjukkan terdapat pengaruh positif yang signifikan program pendidikan dan latihan terhadap kinerja.
3. Winardi (2012) juga melakukan penelitian terkait Kinerja pegawai yang diduga dipengaruhi oleh Lingkungan kerja, Motivasi, dan Komitmen organisasi. Penelitian dilakukan terhadap 472 pegawai di lingkungan Dinas Pengairan Provinsi Aceh dengan metode kuisisioner. Data yang dihasilkan diolah dan dianalisis menggunakan SEM. Hasil menunjukkan bahwa Lingkungan kerja dan Komitmen organisasi berpengaruh positif signifikan terhadap Kinerja pegawai.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja individu para pegawai adalah (1) Motivasi, (2) Lingkungan Kerja, dan (3) Transfer Pelatihan.

## **2.10. Motivasi**

Motivasi pegawai merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai. Menurut Nawawi (2000) dalam Dhermawan et. al (2012), terdapat dua bentuk motivasi yaitu motivasi intrinsik dan motivasi ekstrinsik. Motivasi intrinsik adalah pendorong kerja yang bersumber dari dalam diri pekerja berupa kesadaran tentang makna pekerjaan yang dilaksanakan. Motivasi ekstrinsik adalah pendorong kerja yang bersumber dari luar diri pekerja berupa suatu kondisi yang mengharuskan melaksanakan pekerjaan secara maksimal. Salah satu teori motivasi yang terkenal dan dapat diterapkan dalam organisasi dikemukakan oleh David McClelland (Tahar, 2012), yaitu.

### **1. Kebutuhan akan prestasi**

merupakan dorongan untuk mengungguli, berprestasi sehubungan dengan seperangkat standar, bergulat untuk sukses. Pegawai akan berusaha mencapai prestasi tertingginya

### **2. Kebutuhan akan kekuasaan**

merupakan kebutuhan untuk membuat orang lain berperilaku dalam suatu cara dimana orang-orang itu tanpa dipaksa tidak akan berperilaku demikian atau suatu bentuk ekspresi dari individu untuk mengendalikan dan mempengaruhi seseorang. Pegawai memiliki motivasi untuk berpengaruh terhadap lingkungannya, memiliki karakter kuat untuk memimpin dan memiliki ide-ide untuk menang.

### **3. Kebutuhan untuk berafiliasi atau bersahabat**

merupakan hasrat untuk berhubungan antar pribadi yang ramah dan akrab. Individu merefleksikan keinginan untuk mempunyai hubungan yang erat, kooperatif dan penuh sikap persahabatan dengan pihak lain.

## **2.11. Lingkungan Kerja**

Faktor lain yang mempengaruhi kinerja pegawai dalam melaksanakan tugas adalah lingkungan kerja yaitu keseluruhan alat perkakas dan bahan yang dihadapi, lingkungan sekitarnya dimana seseorang bekerja, metode kerjanya, serta pengaturan kerjanya baik sebagai perseorangan maupun sebagai kelompok (Sedarmayanti, 2001). Faktor lingkungan kerja bisa meliputi uraian jabatan yang

jelas, autoritas yang memadai, target kerja yang menantang, pola komunikasi, hubungan kerja yang harmonis, iklim kerja yang dinamis, peluang karir, dan fasilitas kerja yang memadai (Mangkunegara, 2006 yang dikutip oleh Dhermawan et. al, 2012). Secara garis besar, jenis lingkungan kerja terbagi menjadi dua, yaitu (Sedarmayanti, 2001).

#### 1. Lingkungan kerja fisik

Lingkungan kerja fisik adalah semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat disekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi pegawai baik secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan kerja fisik dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu: (a) Lingkungan kerja yang langsung berhubungan dengan pegawai seperti pusat kerja, kursi, meja, dan sebagainya, dan (b) Lingkungan perantara atau lingkungan umum dapat juga disebut lingkungan kerja yang mempengaruhi kondisi manusia misalnya temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanik, bau tidak sedap, warna dan lain-lain.

#### 2. Lingkungan kerja non fisik

Lingkungan kerja non fisik adalah semua keadaan yang terjadi yang berkaitan dengan hubungan kerja, baik hubungan dengan atasan, maupun hubungan dengan sesama rekan kerja ataupun hubungan dengan bawahan.

### **2.12. Transfer Pelatihan**

Program pelatihan (diklat) merupakan salah satu kegiatan mengenai sumber daya manusia yang paling penting dalam menghadapi berbagai tantangan perusahaan, baik dewasa ini maupun di masa yang akan datang (Andri, 2011). Pelaksanaan program pelatihan dapat meningkatkan kinerja pegawai dengan menyesuaikan terhadap kebutuhan perusahaan akan tantangan yang dihadapi. Menurut pasal 1 UU No 13 tahun 2003, pelatihan kerja adalah keseluruhan kegiatan untuk memberi, memperoleh, meningkatkan, serta mengembangkan kompetensi kerja, produktivitas kerja, disiplin kerja, dan etos kerja pada tingkat keterampilan dan keahlian tertentu sesuai dengan jenjang dan kualifikasi jabatan dan pekerjaan.

Manfaat pelatihan terhadap kinerja karyawan yang dijelaskan oleh Simamora (2003), yaitu.

1. Menciptakan sikap loyalitas dan kerjasama yang lebih menguntungkan dalam meningkatkan kuantitas dan kualitas produktifitas pekerja.
2. Mengurangi waktu belajar yang diperlukan karyawan agar mencapai standar-standar kinerja yang diterima.
3. Membantu dalam meningkatkan dan pengembangan pribadi pekerja.
4. Memenuhi kebutuhan-kebutuhan perencanaan SDM.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder pada penelitian kajian kebijakan tentang Pengembangan dan Penentuan Indikator Renumerasi Berdasarkan persepsi Tenaga Kependidikan di Lingkungan ITS Surabaya tahun 2015. Unit analisis yang digunakan adalah Tenaga Kependidikan di setiap unit kerja yang menerima remunerasi berjumlah 100 orang. Unit kerja dibedakan menjadi 10 yang alokasi sampel tiap unit kerja ditampilkan pada Tabel 3.1. Data penelitian menggunakan skala Likert dengan dibatasi dalam 5 kategori, yaitu nilai 1. Sangat Tidak Setuju; 2. Tidak Setuju; 3. Kurang Setuju; 4. Setuju; dan 5. Sangat Setuju. Teknik analisis menggunakan *Multilevel* SEM dengan software Mplus 7.11.

**Tabel 3.1.** Alokasi Sampel Setiap Unit Kerja

Unit Kerja	Sampel	Unit Kerja	Sampel
Badan	19	FTSP	14
FMIPA	7	Lembaga Penelitian	6
FTI	17	UPM dan Pasca	5
FTIf	4	Unit Fasilitas	8
FTK	6	UPT	14

Unit kerja “Badan” terdiri dari Badan Pengawas, BAKP, BIBV, Biro Umum, dan BKSP. Sementara “Lembaga Penelitian” terdiri dari LP2KHA, LPMP2KI, LPPM, dan LPTSI. Lain halnya unit kerja yang diberi nama “Unit Fasilitas” yang terdiri dari ULP, Unit Asrama, Unit Fasilitas Olahraga, Unit Fasilitas Umum, Unit Kesejahteraan Institut, Unit Medical Centre, Unit Percetakan dan Penerbitan. Kemudian untuk “UPT” terdiri dari UPT Bahasa dan Budaya, UPT Kearsipan, UPT Kerjasama dan Hubungan, UPT KK, UPT Perpustakaan. Terakhir “UPM dan Pasca” terdiri dari UPMB, UPM SOSHUM, dan Program Pascasarjana.

### 3.2 Populasi dan Sampel

Unit analisis yang digunakan dalam penelitian berjumlah 100 Tenaga Kependidikan di lingkungan ITS Surabaya. Proses perhitungan hingga mendapatkan sampling sebanyak 100 akan dijabarkan secara umum sebagai berikut.

1. Tenaga Kependidikan di lingkungan ITS Surabaya yang telah menerima remunerasi sebanyak 698 orang dalam 29 unit kerja. Terdapat 9 unit kerja yang hanya memiliki 1 atau 2 Tenaga Kependidikan, sehingga pada kesembilan unit kerja yang totalnya berjumlah 13 orang tersebut diambil keseluruhan tanpa mengikutsertakan dalam proses perhitungan sampel. Sehingga sisanya sebanyak 20 unit kerja dengan total berjumlah 676 orang.
2. Selanjutnya proses perhitungan sampel menggunakan rumus slovin dengan batas toleransi kesalahan yang ditetapkan sebesar 10%. Perhitungan sampel disajikan sebagai berikut

$$n = \frac{N}{(1 + Nd^2)} = \frac{676}{(1 + 676(0,1)^2)} = 87,11 \approx 87 \text{ orang}$$

dimana:  $n$  adalah jumlah sampel,  $N$  adalah jumlah populasi, dan  $d$  adalah batas toleransi kesalahan.

3. Setelah mendapatkan banyaknya sampel proses berikutnya adalah mengalokasikan sampel untuk setiap unit kerja menggunakan alokasi proporsi sehingga didapatkan alokasi sampel seperti pada Tabel 3.1. Adapun rumus alokasi proporsi adalah.

$$n_h = \frac{N_h}{N} \times n \quad (3.1)$$

### 3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Analisis menggunakan *Multilevel SEM* dimana variabel laten remunerasi tingkat individu sebagai unit level pertama dan remunerasi tingkat unit kerja sebagai unit level kedua. Pada penelitian ini remunerasi tingkat individu dikelompokkan dalam remunerasi tingkat unit kerja karena observasi kemungkinan akan menghasilkan eror yang tidak identik dan independen sehingga diperlukan analisis *Multilevel SEM*.

Remunerasi dipengaruhi oleh sejumlah variabel, beberapa variabel dapat diukur dengan atau tanpa eror (variabel indikator) yang lainnya merupakan variabel yang tak terukur (variabel laten). Variabel indikator penjelas yang digunakan adalah karakteristik demografi (usia dan jenis kelamin). Variabel laten yang digunakan dalam mengukur remunerasi adalah Kinerja Tendik, Motivasi Berprestasi, Karakteristik Lingkungan Kerja, dan Transfer Pelatihan. Total terdapat 5 Variabel laten, 15 variabel indikator respon, dan 2 variabel indikator penjelas. Definisi operasional dari masing-masing variabel dijelaskan lebih rinci sebagai berikut.

### **3.3.1 Remunerasi ( $\eta_1$ )**

Remunerasi merupakan sistem penggajian yang dikaitkan dengan sistem penilaian kinerja pegawai dengan tujuan untuk memotivasi sekaligus sebagai pemecut semangat prestasi pegawai. Variabel ini merupakan variabel laten endogen yang dipengaruhi langsung oleh kinerja dan secara tidak langsung oleh motivasi, lingkungan kerja, dan transfer pelatihan. Terdapat 3 indikator untuk mengukur variabel  $\eta_1$  dalam penelitian, yaitu.

1. Untuk pekerjaan yang membutuhkan pengetahuan, keterampilan serta tanggungjawab yang lebih tinggi maka diberikan remunerasi yang lebih tinggi.
2. Untuk pekerjaan dengan beban kerja yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang sama.
3. Pemberian remunerasi didasarkan pada beban kerja yang diemban.

### **3.3.2 Kinerja Tendik ( $\eta_2$ )**

Kinerja adalah proses dimana organisasi mengevaluasi atau menilai prestasi kerja pegawai. Variabel ini termasuk variabel laten endogen dan eksogen. Variabel endogen karena dipengaruhi oleh motivasi, lingkungan kerja dan transfer pelatihan sedangkan termasuk variabel eksogen karena mempengaruhi remunerasi. Sebanyak 3 indikator digunakan untuk mengukur variabel ( $\eta_2$ ), yaitu.

1. Saya berusaha untuk lebih teliti dalam menyelesaikan tugas.
2. Saya menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan SOP yang ditentukan.

3. Saya berusaha menyelesaikan pekerjaan dengan tepat waktu.

### **3.3.3 Motivasi Berprestasi ( $\xi_1$ )**

Motivasi berprestasi didefinisikan sebagai pendorong kerja bagi Tenaga Kependidikan baik yang bersumber dari dalam diri sendiri maupun dari luar untuk selalu melaksanakan pekerjaannya secara maksimal. Variabel laten  $\xi_1$  termasuk laten eksogen dan diukur melalui 3 indikator, yaitu.

1. Saya berusaha sekuat tenaga untuk mengatasi setiap kendala yang saya hadapi.
2. Saya selalu berusaha meningkatkan kinerja dari waktu ke waktu.
3. Saya tidak menunda-nunda pekerjaan yang diberikan.

### **3.3.4 Karakteristik Lingkungan Kerja ( $\xi_2$ )**

Karakteristik lingkungan kerja dapat meliputi uraian jabatan yang jelas, otoritas yang memadai, target kerja yang menantang, pola komunikasi, hubungan kerja yang harmonis, iklim kerja yang dinamis, peluang karir, dan fasilitas kerja yang memadai. Variabel laten  $\xi_2$  termasuk laten eksogen dan diukur melalui 3 indikator, yaitu.

1. Saya merasa bahwa saya bisa berkarir dengan baik di tempat saya bekerja sekarang.
2. Saya mencintai pekerjaan saya dalam bidang yang saya tekuni sekarang.
3. Pekerjaan saya sekarang menyenangkan.

### **3.3.5 Transfer Pelatihan ( $\xi_3$ )**

Pelatihan kerja adalah keseluruhan kegiatan untuk memberi, memperoleh, meningkatkan, serta mengembangkan kompetensi kerja, produktivitas kerja, disiplin kerja, dan etos kerja sesuai dengan jenjang dan kualifikasi jabatan dan pekerjaan. Pelaksanaan program pelatihan dapat meningkatkan kinerja pegawai dengan menyesuaikan terhadap kebutuhan perusahaan akan tantangan yang dihadapi. Variabel laten  $\xi_3$  termasuk laten eksogen dan diukur melalui 3 indikator, yaitu.

1. Daya nalar saya mengalami peningkatan setelah mengikuti pelatihan.
2. Dengan mengikuti pelatihan, saya lebih mudah memahami tugas-tugas baru yang diberikan.
3. Dengan mengikuti pelatihan, saya dapat mengerjakan suatu pekerjaan dengan cara yang lebih mudah.

### **3.3.6 Usia**

Usia merupakan lama hidup seseorang hingga ulang tahunnya yang terakhir. Menurut Sancoko (2010) semakin bertambahnya usia maka pegawai akan mempunyai pengharapan yang tinggi terhadap remunerasi yang diberikan sehingga tidak mau mengambil resiko dengan mengabaikan tugas yang diembannya.

### **3.3.7 Jenis Kelamin**

Jenis kelamin merupakan keadaan fisik atau ciri biologis yang membedakan antara laki-laki dan perempuan. Menurut Sancoko (2010) jenis kelamin ini mempunyai pengaruh besar dalam menanggapi pemberian remunerasi. Hasil penelitian pada pemberian remunerasi di kalangan pegawai KPPN Jakarta I menunjukkan bahwa masalah pengharapan terhadap pemberian remunerasi antara laki-laki dengan perempuan lebih besar laki-laki, terlebih untuk laki-laki yang telah menikah. Jenis kelamin laki-laki dikategorikan 1 sedangkan perempuan dikategorikan 0.

### **3.3.8 Pendidikan Terakhir**

Pendidikan yang digunakan dalam penelitian ada 4 komposisi. Responden dengan pendidikan terakhir SLTA/Sederajat disimbolkan dengan angka (1), pendidikan terakhir DIII/Sarjana Muda disimbolkan dengan angka (2), pendidikan terakhir S1 disimbolkan dengan angka (3), dan pendidikan terakhir S2/S3 disimbolkan dengan angka (4). Faktor tingkat pendidikan pegawai akan mendukung faktor keterampilan dan pengetahuan dari pegawai tersebut untuk mencapai kinerja yang baik dalam suatu unit kerja. Menurut Sancoko (2010) dalam penelitian menyebutkan bahwa pegawai yang berpendidikan S1 dan S2

cenderung memberikan tanggapan yang baik terhadap pemberian remunerasi. Remunerasi dipersepsikan telah sesuai dengan tingkat pendidikan yang dimiliki.

### 3.3.9 Pangkat atau Golongan Tendik

Pangkat atau golongan Tendik dapat dibedakan menjadi 4 kategori, yaitu golongan I, II, III, dan IV. Menurut Sancoko (2010) dalam penelitian menyebutkan bahwa tanggapan pegawai terhadap pemberian remunerasi paling baik pada karyawan golongan III dan IV, pada umumnya pegawai golongan ini merupakan pegawai yang telah menduduki jabatan kepala seksi atau pelaksana/staf senior.

## 3.4 Langkah-langkah Penelitian

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, diharuskan untuk menempuh langkah-langkah yang telah dibuat. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut terdiri dari dua pokok, yaitu mendeskripsikan algoritma *Expectation Maximization* (EM) untuk mendapatkan estimator Multilevel SEM dengan pendekatan MLE dan aplikasinya dalam studi kasus remunerasi tenaga kependidikan ITS Surabaya.

### 3.4.1 Mendeskripsikan Tahapan Algoritma EM

Sesuai dengan namanya tahapan algoritma EM untuk mendapatkan estimator multilevel SEM mencakup dua hal, yaitu.

#### 1. Tahapan Ekspektasi

Menghitung ekspektasi bersyarat dari dari fungsi log-likelihood dengan memperhatikan data yang tidak lengkap.

$$M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i) = E[-2 \log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta} = \boldsymbol{\theta}_i]$$

#### 2. Tahapan Maksimalisasi

Mendapatkan penaksir parameter yang meminimumkan fungsi log-likelihood hasil dari tahap ekspektasi sebelumnya

$$M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i) = \sum_{k=1}^{G+1} N_k \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta})| + tr(\boldsymbol{\Sigma}_k^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{C}_k) \right\}$$

dengan iterasi Newton-Raphson.

$$\theta_{i+1} = \theta_i - \left[ \frac{\partial^2 M(\theta | \theta_i)}{\partial \theta \partial \theta^T} \right]^{-1} \left[ \frac{\partial M(\theta | \theta_i)}{\partial \theta} \right]$$

### 3.4.2 Aplikasi Multilevel SEM dalam Studi Kasus

Prosedur analisis *Multilevel* SEM terdiri dari lima langkah. Empat langkah pertama memberikan informasi awal tentang struktur faktor skala pada level yang berbeda dari analisis serta informasi terkait yang akan digunakan untuk membenarkan analisis multilevel. Langkah kelima terdiri dari Analisis *Multilevel* SEM yang sebenarnya, yaitu.

1. Pembentukan model berbasis konsep

Model multilevel SEM seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.

2. Spesifikasi model Multilevel SEM

Parameter yang akan diestimasi masing-masing untuk level satu dan level dua adalah matriks loading faktor,  $\Lambda_W$  dan  $\Lambda_B$ , matriks koefisien antar variabel laten,  $B_W$  dan  $B_B$ , matriks koefisien antara variabel laten dan variabel indikator,  $\Gamma_W$  dan  $\Gamma_B$ . Lebih lanjut lagi  $\epsilon_{gi}$  dan  $\epsilon_g$  adalah vektor error pengukuran sementara  $\zeta_{gi}$  dan  $\zeta_g$  adalah vektor error struktural, variabel independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians-kovarians matriks secara masing-masing adalah  $\Theta_W$ ,  $\Theta_B$ ,  $\Psi_W$  dan  $\Psi_B$ .

3. Identifikasi model struktur matriks varians covarians
4. Estimasi variasi level antara grup

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kecocokan data *multilevel* ketika diaplikasikan pada kasus dengan memperkirakan proporsi varians yang dijelaskan oleh grup untuk setiap variabel yang diamati dalam model. Pendekatan analitik yang seringkali digunakan untuk mengatasi masalah tersebut ketika bekerja dengan data *multilevel* adalah *intraclass correlation* (ICC) untuk menangani deteksi sifat *multilevel* dari data. Jika nilai ICC mendekati nol, maka tidak ada pengaruh dari grup atau dengan kata lain data tidak mengandung struktur hirarki (Muthen 1994). Perhitungan ICC menggunakan persamaan berikut.

$$ICC = \frac{\psi_B}{\psi_B + \psi_W} \quad (3.1)$$

ICC merupakan parameter populasi yang menunjukkan rasio antara varians *between group* terhadap total varians. Dimana  $\psi_B = \text{var}(\eta_g)$  dan  $\psi_W = \text{var}(\eta_{gi})$  adalah komponen varians dari indikator pada laten endogen variabel remunerasi.

##### 5. Melakukan analisis *Multilevel* SEM secara keseluruhan dengan MLE

*Multilevel* SEM terdiri dari dua analisis, yaitu model pengukuran dan model struktural. Model *multilevel* pengukuran yang biasa dikenal dengan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) menjelaskan seberapa banyak faktor yang dapat menjelaskan laten. Sementara itu model *mlultilevel* struktural menjelaskan hubungan antar faktor laten. Evaluasi model pengukuran mencakup reliabilitas indikator yang dapat dilihat dari nilai *R-square* dan reliabilitas konstruk menggunakan *composite reliability* (CR).

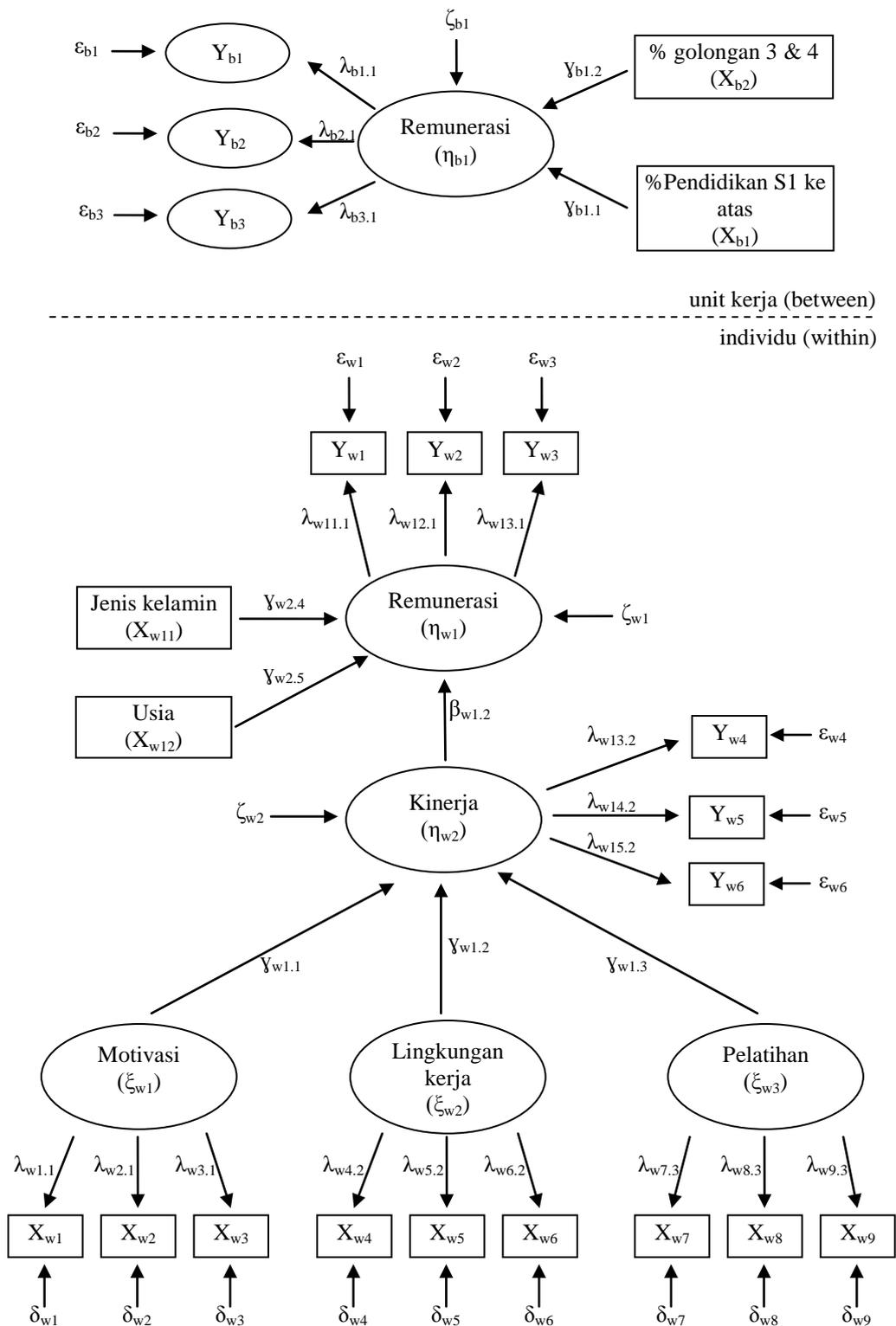
$$R_{x_i}^2 = \frac{\sigma_{x_i, \xi} \Phi \sigma_{x_i, \xi}^T}{\text{var}(x_i)} \quad (3.2)$$

dimana  $\sigma_{x_i, \xi}$  adalah vektor *loading factor* berukuran  $1 \times d$  dengan  $d$  adalah banyaknya  $\xi_i$  yang mempunyai efek langsung terhadap  $x_i$  dan adalah matriks varians kovarians dari  $\xi$ .

$$CR = \frac{\left( \sum_{i=1}^p \lambda_i \right)^2}{\left( \sum_{i=1}^p \lambda_i \right)^2 + \sum_{i=1}^p \text{var}(e_i)} \quad (3.3)$$

dimana adalah  $\lambda_i$  *loading factor* yang telah terstandarisasi dan  $\text{var}(e_i) = 1 - \lambda_i^2$ .

Menurut Hair *et al.*, (2006) suatu model pengukuran mempunyai reliabilitas yang baik jika seharusnya nilai estimasi *Construct Reliability* (CR)  $\geq 0,7$ . Nilai CR yang berada diantara 0,6 dan 0,7 dapat diterima asalkan indikator lain berpengaruh signifikan dalam model.



Gambar 3.1. Model Multilevel SEM Tendik ITS

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan algoritma Ekspektasi-Maksimalisasi (EM) untuk mendapatkan estimasi parameter dari model Multilevel *Structural Equation Modeling* (Multilevel SEM). Estimasi parameter tersebut diperoleh dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Setelah mendapatkan algoritma estimasi parameter maka selanjutnya adalah menerapkan model Multilevel SEM ke dalam studi kasus efektivitas remunerasi untuk tenaga kependidikan di lingkungan ITS Surabaya tahun 2015.

#### 4.1 Tahapan Algoritma EM untuk Mendapatkan Estimasi Parameter

Diasumsikan  $\mathbf{y}_{gi}$  adalah vektor random berukuran  $p \times 1$  yang merupakan data yang diambil dari grup ke-  $g$  pada pengamatan ke-  $i$ , dimana  $p$  adalah banyaknya variabel atau indikator yang diambil pada setiap objek pengamatan. Menurut Poon dan Wang (2010), model Multilevel SEM untuk  $\mathbf{y}_{gi}$  adalah.

$$\mathbf{y}_{gi} = \mathbf{v}_g + \mathbf{v}_{gi} \quad (4.1)$$

dengan  $g = 1, 2, \dots, G$  dan  $i = 1, 2, \dots, N_g$ , dimana  $G$  menyatakan banyaknya grup yang diamati sementara  $N_g$  menyatakan banyaknya pengamatan tiap grup. Jika nilai  $N_g$  sama pada setiap grup maka dikatakan data *balance* sedangkan jika  $N_g$  tidak sama untuk setiap grup maka dikatakan data *unbalance*.  $\mathbf{v}_g$  adalah vektor laten yang membedakan setiap level grup (level 2) dan  $\mathbf{v}_{gi}$  merupakan vektor laten yang membedakan tiap pengamatan (level 1).

Estimasi yang digunakan dalam model Multilevel SEM adalah MLE. Langkah awal yang harus dilakukan untuk mencari estimator dengan MLE adalah membentuk fungsi densitas bersama dari data observasi  $\mathbf{y}_{gi}$ . Misalkan

$$\mathbf{z}_g = (\mathbf{y}_{g1}, \mathbf{y}_{g2}, \dots, \mathbf{y}_{gN_g})^T \text{ untuk setiap } g = 1, 2, \dots, G \quad (4.2)$$

maka diketahui (Lee, 1990)

$$\text{cov}(\mathbf{z}_g) = \Sigma_z(\boldsymbol{\theta}) = \mathbf{I}_{N_g} \otimes \Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + \mathbf{J}_{N_g} \otimes \Sigma_B(\boldsymbol{\theta}) \quad (4.3)$$

dengan  $\mathbf{I}_{N_g}$  adalah matriks identitas pada orde  $N_g$  dan  $\mathbf{J}_{N_g}$  adalah  $\mathbf{1}_{N_g} \mathbf{1}_{N_g}^T$ , sementara itu  $\mathbf{1}_{N_g}$  adalah vektor satu berukuran  $N_g \times 1$ . Sehingga  $\mathbf{z}_g \sim N(0, \mathbf{I}_{N_g} \otimes \Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + \mathbf{J}_{N_g} \otimes \Sigma_B(\boldsymbol{\theta}))$  maka fungsi likelihood untuk data observasi  $\mathbf{z}_1, \dots, \mathbf{z}_g, \dots, \mathbf{z}_G$  adalah.

$$L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) = \prod_{g=1}^G f(\mathbf{z}_g | \boldsymbol{\theta}) \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= \prod_{g=1}^G (2\pi)^{-\frac{N_g}{2}} |\Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \mathbf{z}_g^T \Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{z}_g\right) \\ &= (2\pi)^{-\frac{N}{2}} |\Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{G}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \mathbf{z}_g^T \Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{z}_g\right) \end{aligned}$$

Selanjutnya membentuk fungsi log-likelihood dari fungsi likelihood yang telah diperoleh

$$\begin{aligned} \log L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= -\frac{N}{2} \log(2\pi) - \frac{G}{2} \log |\Sigma_z(\boldsymbol{\theta})| - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \mathbf{z}_g^T \Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{z}_g \\ -2 \log L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= N \log(2\pi) + G \log |\Sigma_z(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \mathbf{z}_g^T \Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{z}_g \\ &= N \log(2\pi) + \sum_{g=1}^G \log |\Sigma_z(\boldsymbol{\theta})| + \mathbf{z}_g^T \Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{z}_g \end{aligned}$$

Menurut Lee (1990) nilai determinan dan invers dari matriks  $\Sigma_z(\boldsymbol{\theta})$  adalah.

$$|\Sigma_z(\boldsymbol{\theta})| = |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta})|^{N_g-1} |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + N_g \Sigma_B(\boldsymbol{\theta})| \quad \text{dan} \quad (4.5)$$

$$\Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) = (\mathbf{I}_{N_g} \otimes \Sigma_w^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - N_g^{-1} \mathbf{J}_{N_g} \otimes (\Sigma_w^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - \Sigma_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}))) \text{ dengan } \Sigma_g(\boldsymbol{\theta}) = \Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + N_g \Sigma_B(\boldsymbol{\theta}) \quad (4.6)$$

Sehingga fungsi negatif log-likelihood menjadi

$$\begin{aligned} -2 \log L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= c + \sum_{g=1}^G \left\{ \log \left[ |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta})|^{N_g-1} |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + N_g \Sigma_B(\boldsymbol{\theta})| \right] + \mathbf{z}_g^T \Sigma_z^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{z}_g \right\} \\ &= c + \sum_{g=1}^G \left\{ (N_g - 1) \log |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta})| + \log |\Sigma_w(\boldsymbol{\theta}) + N_g \Sigma_B(\boldsymbol{\theta})| \right\} + \\ &\quad \sum_{g=1}^G \mathbf{z}_g^T \left[ (\mathbf{I}_{N_g} \otimes \Sigma_w^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - N_g^{-1} \mathbf{J}_{N_g} \otimes (\Sigma_w^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - \Sigma_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}))) \right] \mathbf{z}_g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
-2 \log L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= c + \sum_{g=1}^G \left\{ (N_g - 1) \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \log |\boldsymbol{\Sigma}_g(\boldsymbol{\theta})| \right\} + \\
&\quad \sum_{g=1}^G \mathbf{z}_g^T \left[ \left( \mathbf{I}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right) - N_g^{-1} \mathbf{J}_{N_g} \otimes \left( \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right) \right] \mathbf{z}_g \\
&= c + \sum_{g=1}^G \left\{ (N_g - 1) \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \log |\boldsymbol{\Sigma}_g(\boldsymbol{\theta})| + N_g^{-1} \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \sum_{i \neq j} (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gi}^T) - (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gj}^T) \right) \right\} + \\
&\quad \sum_{g=1}^G \left\{ N_g^{-1} \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \sum_{i=j} (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gj}^T) \right) \right\}
\end{aligned}$$

Nilai  $c = N \log(2\pi)$  pada suku pertama adalah konstanta yang tidak mempengaruhi estimator  $\hat{\boldsymbol{\theta}}$  sehingga dapat diabaikan, menjadi.

$$\begin{aligned}
-2 \log L(\mathbf{Z} | \boldsymbol{\theta}) &= \sum_{g=1}^G (N_g - 1) \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + N_g^{-1} \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \sum_{i \neq j} (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gi}^T) - (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gj}^T) \right) + \\
&\quad \sum_{g=1}^G \log |\boldsymbol{\Sigma}_g(\boldsymbol{\theta})| + N_g^{-1} \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \sum_{i=j} (\mathbf{y}_{gi} \mathbf{y}_{gj}^T) \right) \tag{4.7}
\end{aligned}$$

Parameter  $\boldsymbol{\theta}$  diperoleh dengan meminimumkan fungsi log-likelihood. Bentuk pada persamaan (4.7) tidak *close form* sehingga untuk mendapatkan solusi dari MLE perlu diselesaikan dengan metode iterasi.

Pada kasus data *unbalance* metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan solusi dari MLE adalah algoritma EM. Algoritma EM merupakan metode alternatif yang sering digunakan untuk memaksimalkan fungsi likelihood yang mengandung data *missing* dan juga digunakan pada data yang mengandung variabel laten, metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Dempster, Laird dan Rubin (1977). Penentuan estimator dalam algoritma EM dilakukan secara iteratif, dan setiap iterasinya melibatkan dua tahapan utama, yaitu tahapan ekspektasi (*E-Step*) dan tahapan maksimalisasi (*M-Step*)

Untuk mengembangkan algoritma EM pada model (4.1) terdapat beberapa asumsi yang dibutuhkan.

1. Vektor variabel laten level grup  $\mathbf{v}_g$  mengikuti distribusi normal multivariat,  $\mathbf{v}_g \sim N_p(0, \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}))$  untuk  $g = 1, 2, \dots, G$  dengan  $\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})$  adalah matriks varians kovarians *between level* (level 2) dan  $\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) > 0$  (definit positif).
2. Vektor variabel laten level individu  $\mathbf{v}_{gi}$  mengikuti distribusi normal multivariat,  $\mathbf{v}_{gi} \sim N_p(0, \boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta}))$  dengan  $\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})$  adalah matriks varians kovarians *within level* (level 1).

3.  $\mathbf{v}_g$  dan  $\mathbf{v}_{gi}$  saling independen.

Matriks varians kovarians  $\Sigma_B = \Sigma_B(\boldsymbol{\theta})$  dan  $\Sigma_W = \Sigma_W(\boldsymbol{\theta})$  merupakan fungsi matriks untuk setiap vektor parameter  $\boldsymbol{\theta}$  berukuran  $q \times 1$ .

Pada algoritma EM berdasarkan persamaan (4.1),  $\mathbf{y}_{gi}$  diperlakukan sebagai *complete data*,  $\mathbf{v}_{gi}$  sebagai *incomplete data*, dan  $\mathbf{v}_g$  diperlakukan sebagai *missing*. Berikut ini algoritma EM untuk mendapatkan estimasi parameter dari model Multilevel SEM.

1. Merekonstruksi fungsi likelihood untuk *complete data*. Misalkan  $\mathbf{Y}$  dan  $\mathbf{V}$  masing-masing menotasikan data observasi dan data *missing* dengan elemen masing-masing adalah  $\mathbf{y}_{gi}$  dan  $\mathbf{v}_g$ . Maka fungsi likelihood untuk *complete data* sesuai dengan persamaan (2.20) direkonstruksi menjadi.

$$\begin{aligned} L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} \mid \boldsymbol{\theta}) &= \prod_{g=1}^G f(\mathbf{y}_{gi}, \mathbf{v}_g \mid \boldsymbol{\theta}) \\ &= \prod_{g=1}^G f(\mathbf{y}_{gi} \mid \mathbf{v}_g, \boldsymbol{\theta}) f(\mathbf{v}_g \mid \boldsymbol{\theta}) \end{aligned}$$

dimana

$$f(\mathbf{y}_{gi} \mid \mathbf{v}_g, \boldsymbol{\theta}) = (2\pi)^{-\frac{N_g}{2}} |\Sigma_W(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{N_g}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N_g} (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \Sigma_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\right)$$

$$\text{dan } f(\mathbf{v}_g \mid \boldsymbol{\theta}) = (2\pi)^{-\frac{G}{2}} |\Sigma_B(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{G}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \mathbf{v}_g^T \Sigma_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\right)$$

sehingga fungsi likelihood untuk *complete data* didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned} L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} \mid \boldsymbol{\theta}) &= \prod_{g=1}^G \left\{ (2\pi)^{-\frac{N_g}{2}} |\Sigma_W(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{N_g}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N_g} (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \Sigma_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\right) \right\} \times \\ &\quad \left\{ (2\pi)^{-\frac{G}{2}} |\Sigma_B(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{G}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \mathbf{v}_g^T \Sigma_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\right) \right\} \\ L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} \mid \boldsymbol{\theta}) &= \left\{ (2\pi)^{-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G N_g} |\Sigma_W(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G N_g} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \Sigma_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\right) \right\} \times \\ &\quad \left\{ (2\pi)^{-\frac{G}{2}} |\Sigma_B(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{G}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \mathbf{v}_g^T \Sigma_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\right) \right\} \end{aligned}$$

$$L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) = (2\pi)^{-G \frac{(N_g+1)}{2}} |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G N_g} |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{G}{2}} \times \\ \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g) - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\right)$$

2. Membentuk fungsi log-likelihood untuk *complete data* dari fungsi likelihood untuk *complete data* yang diperoleh.

$$\log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) = \log\left\{(2\pi)^{-G \frac{(N_g+1)}{2}} |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G N_g} |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})|^{-\frac{G}{2}}\right\} \times \\ \log\left\{\exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g) - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\right)\right\}$$

$$\log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) = -G \frac{(N_g+1)}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G N_g \log|\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| - \frac{G}{2} \log|\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \\ -\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} \{(\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\} - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \{\mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\}$$

$$\log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) = -G \frac{(N_g+1)}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G N_g \log|\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \\ -\frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} \{(\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\} - \frac{G}{2} \log|\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| - \frac{1}{2} \sum_{g=1}^G \{\mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\}$$

$$-2 \log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) = d + \sum_{g=1}^G N_g \log|\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} \{(\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\} + \\ G \log|\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \{\mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\}$$

Nilai  $d = G(N_g + 1)\log(2\pi)$  pada suku pertama adalah konstanta yang tidak mempengaruhi estimator  $\boldsymbol{\theta}$  sehingga dapat diabaikan, fungsi negatif log-likelihood menjadi.

$$-2 \log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) = \sum_{g=1}^G N_g \log|\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} \{(\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)\} + \\ G \log|\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \{\mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g\}$$

3. Setelah mendapatkan fungsi log-likelihood untuk *complete data* maka masuk ke tahapan ekspektasi (*E-Step*). Tahapan ini merupakan perhitungan ekspektasi dari fungsi log-likelihood dengan memperhatikan data yang tidak lengkap.

$$\begin{aligned}
M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i) &= E[-2 \log L(\mathbf{Y}, \mathbf{V} | \boldsymbol{\theta}) | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta} = \boldsymbol{\theta}_i] \\
&= E \left[ \sum_{g=1}^G N_g \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{N_g} \left\{ (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g) \right\} \right] + \\
&\quad E \left[ G \log |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \sum_{g=1}^G \left\{ \mathbf{v}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{v}_g \right\} \right] \\
&= \sum_{g=1}^G N_g \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) N_g^{-1} \sum_{i=1}^{N_g} E \left[ (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}_i \right] \right) \right\} + \\
&\quad \sum_{g=1}^G \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) E \left[ \mathbf{v}_g \mathbf{v}_g^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}_i \right] \right) \right\} \\
&= \sum_{g=1}^G N_g \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{C}_g(\boldsymbol{\theta}) \right) \right\} + G \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr} \left( \boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{C}_B(\boldsymbol{\theta}) \right) \right\}
\end{aligned}$$

untuk seterusnya akan disimbolkan dengan

$$\mathbf{C}_g(\boldsymbol{\theta}) = \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{N_g} E \left[ (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}_i \right] \text{ dan}$$

$$\mathbf{C}_B(\boldsymbol{\theta}) = \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G E \left[ \mathbf{v}_g \mathbf{v}_g^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}_i \right]$$

4. Selanjutnya mencari distribusi gabungan dari  $(\mathbf{v}_g^T, \mathbf{y}_{g1}^T, \mathbf{y}_{g2}^T, \dots, \mathbf{y}_{gN_g}^T)^T$ .

Di bawah asumsi normal diketahui bahwa.

$$\begin{pmatrix} \mathbf{v}_g \\ \mathbf{y}_{g1} \\ \vdots \\ \mathbf{y}_{gN_g} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{v}_g \\ \mathbf{z}_g \end{pmatrix} \sim N(0, \boldsymbol{\Sigma}_{vz}(\boldsymbol{\theta})) \quad (4.8)$$

dimana

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{\Sigma}_{vz}(\boldsymbol{\theta}) &= \text{cov} \left( \begin{bmatrix} \mathbf{v}_g \\ \mathbf{z}_g \end{bmatrix} \right) = E \left( \begin{bmatrix} \mathbf{v}_g \\ \mathbf{z}_g \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{v}_g^T & \mathbf{z}_g^T \end{bmatrix} \right) = E \begin{pmatrix} \mathbf{v}_g \mathbf{v}_g^T & \mathbf{v}_g \mathbf{z}_g^T \\ \mathbf{z}_g \mathbf{v}_g^T & \mathbf{z}_g \mathbf{z}_g^T \end{pmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} E(\mathbf{v}_g \mathbf{v}_g^T) & E(\mathbf{v}_g \mathbf{z}_g^T) \\ E(\mathbf{z}_g \mathbf{v}_g^T) & E(\mathbf{z}_g \mathbf{z}_g^T) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

dengan menggunakan asumsi pada halaman 41-42 untuk poin 1 sampai poin 3 maka didapatkan matriks varians kovarians dari distribusi gabungan seperti pada persamaan (4.9)

$$\boldsymbol{\Sigma}_{vz}(\boldsymbol{\theta}) = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) & \mathbf{1}_{N_g}^T \otimes \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \\ \mathbf{1}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) & \mathbf{I}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta}) + \mathbf{J}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \end{pmatrix} \quad (4.9)$$

notasi  $\mathbf{1}_{N_g}$  adalah vektor satu berukuran  $N_g \times 1$  dan  $\mathbf{J}_{N_g}$  adalah  $\mathbf{1}_{N_g} \mathbf{1}_{N_g}^T$ , Menurut Lee dan Poon (1998) untuk mencari ekspektasi dari fungsi log likelihood yaitu dengan mengasumsikan independen pada setiap observasi dan fakta bahwa.

$$\left[ \mathbf{I}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta}) + \mathbf{J}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \right]^{-1} = \left( \mathbf{I}_{N_g} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right) - N_g^{-1} \mathbf{J}_{N_g} \otimes \left( \boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right)$$

didapatkan.

$$\begin{aligned} E(\mathbf{v}_g | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}) &= N_g \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \tilde{\mathbf{y}}_g \\ E(\mathbf{v}_g \mathbf{v}_g^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}) &= \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) - N_g \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) + N_g^2 \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \\ E\left[ (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g) (\mathbf{y}_{gi} - \mathbf{v}_g)^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta} \right] &= \mathbf{y}_{gi}^T \mathbf{y}_{gi} - N_g \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) + \\ &\quad - N_g \left( \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \right)^T + E(\mathbf{v}_g \mathbf{v}_g^T | \mathbf{Y}, \boldsymbol{\theta}) \end{aligned}$$

dimana

$$\tilde{\mathbf{y}}_g = \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{N_g} \mathbf{y}_{gi} \quad \text{dan} \quad \boldsymbol{\Sigma}_g(\boldsymbol{\theta}) = \boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta}) + N_g \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})$$

sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} \mathbf{C}_B(\boldsymbol{\theta}) &= \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) - N_g \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) + N_g^2 \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \\ &= \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) + \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \left\{ \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G N_g^2 \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G N_g \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right\} \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{C}_g(\boldsymbol{\theta}) &= \frac{1}{N_g} \left\{ \sum_{i=1}^{N_g} \mathbf{y}_{gi}^T \mathbf{y}_{gi} - N_g^2 \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) - N_g^2 \left( \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \right)^T \right\} + \\ &\quad \left\{ \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) + \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \left[ N_g^2 \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - N_g \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right] \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \right\} \\ &= \left\{ \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{N_g} \mathbf{y}_{gi}^T \mathbf{y}_{gi} \right\} - N_g \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) - N_g \left( \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \right)^T + \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) + \\ &\quad \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \left[ N_g^2 \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \tilde{\mathbf{y}}_g \tilde{\mathbf{y}}_g^T \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) - N_g \boldsymbol{\Sigma}_g^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \right] \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta}) \end{aligned}$$

ini adalah akhir dari tahapan ekspektasi

5. Setelah diperoleh nilai  $\mathbf{C}_B(\boldsymbol{\theta})$  dan  $\mathbf{C}_g(\boldsymbol{\theta})$  pada tahap ekspektasi, masuk tahapan maksimalisasi yang merupakan tahap perhitungan untuk mencari penaksir parameter yang meminimumkan fungsi log-likelihood hasil dari tahap ekspektasi sebelumnya. Untuk mempermudah maka persamaan E-Step dapat dituliskan kembali menjadi

$$M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i) = \sum_{g=1}^G N_g \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr}(\boldsymbol{\Sigma}_W^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{C}_g(\boldsymbol{\theta})) \right\} + G \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr}(\boldsymbol{\Sigma}_B^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{C}_B(\boldsymbol{\theta})) \right\} \quad (4.10)$$

untuk  $k \leq G$  maka  $N_k = N_g$ ,  $\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}) = \boldsymbol{\Sigma}_W(\boldsymbol{\theta})$ ,  $\mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta}) = \mathbf{C}_g(\boldsymbol{\theta})$ ; sementara itu untuk  $k = G + 1$  maka  $N_k = G$ ,  $\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}) = \boldsymbol{\Sigma}_B(\boldsymbol{\theta})$ , dan  $\mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta}) = \mathbf{C}_B(\boldsymbol{\theta})$ , maka persamaan (4.10) berubah menjadi

$$M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i) = \sum_{k=1}^{G+1} N_k \left\{ \log |\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta})| + \text{tr}(\boldsymbol{\Sigma}_k^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta})) \right\} \quad (4.11)$$

Persamaan (4.11) memiliki fungsi yang lebih sederhana dan bentuk yang sama dengan fungsi fit *maximum likelihood* pada persamaan (2.7) untuk *multiple groups* dengan matriks  $\mathbf{C}_k$  sebagai matriks kovarians.

6. Pada persamaan (4.11) menunjukkan bahwa solusi memiliki bentuk yang tidak *close form* untuk meminimumkan fungsi log-likelihood sehingga beberapa prosedur iterasi dibutuhkan. Metode iteratif yang digunakan adalah Newton-Raphson. Langkah dalam iteratif Newton-Raphson secara umum didefinisikan

$$\boldsymbol{\theta}_{i+1} = \boldsymbol{\theta}_i - \left[ \frac{\partial^2 M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)}{\partial \boldsymbol{\theta} \partial \boldsymbol{\theta}^T} \right]^{-1} \left[ \frac{\partial M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)}{\partial \boldsymbol{\theta}} \right] \Bigg|_{\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}_i} \quad (4.12)$$

dimana menurut Lee dan Poon (1998) telah diketahui bahwa

$$\frac{\partial M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)}{\partial \boldsymbol{\theta}} = \sum_{k=1}^{G+1} N_k \left\{ \boldsymbol{\Delta}_k (\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}) \otimes \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}))^{-1} \text{vec}[\mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta}_i) - \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta})] \right\} \Bigg|_{\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}_i} \quad (4.13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)}{\partial \boldsymbol{\theta} \partial \boldsymbol{\theta}^T} = & \sum_{k=1}^{G+1} N_k \left\{ \boldsymbol{\Delta}_k \left[ (\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}) \otimes \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}))^{-1} + 2[\boldsymbol{\Sigma}_k^{-1}(\boldsymbol{\theta}) \otimes \boldsymbol{\Sigma}_k^{-1}(\boldsymbol{\theta}) (\mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta}_i) - \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta})) \boldsymbol{\Sigma}_k^{-1}(\boldsymbol{\theta})] \boldsymbol{\Delta}_k^T \right] \right\} + \\ & \sum_{k=1}^{G+1} N_k \left\{ \nabla_k \left[ I_p \otimes (\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}) \otimes \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}))^{-1} \right] \text{vec}[\mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta}_i) - \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta})] \right\} \Bigg|_{\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}_i} \end{aligned} \quad (4.14)$$

keterangan:

$$\Delta_k = \frac{\partial \Sigma_k(\boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\theta}} \quad \nabla_k = \frac{\partial \Sigma_k(\boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\theta} \partial \boldsymbol{\theta}^T}$$

7. Pada algoritma EM penting untuk mendapatkan nilai matriks Hessian yang definit positif sehingga matriks Hessian akan digantikan oleh matriks informasi. Menurut Lee dan Poon (1998)  $E[\mathbf{C}_k(\boldsymbol{\theta}) - \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta})] = 0$  untuk  $k = 1, \dots, G + 1$  sehingga persamaan (4.14) berubah menjadi

$$I(\boldsymbol{\theta}) = E \left[ \frac{\partial^2 M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)}{\partial \boldsymbol{\theta} \partial \boldsymbol{\theta}^T} \right] = N_k \left\{ \Delta_k(\boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}) \otimes \boldsymbol{\Sigma}_k(\boldsymbol{\theta}))^{-1} \Delta_k^T \right\}$$

Selanjutnya iterasi pada persamaan (4.12) dirubah kedalam matriks informasi sebagai berikut.

$$\boldsymbol{\theta}_{i+1} = \boldsymbol{\theta}_i - I(\boldsymbol{\theta}_i)^{-1} \left[ \frac{\partial M(\boldsymbol{\theta} | \boldsymbol{\theta}_i)}{\partial \boldsymbol{\theta}} \right]_{\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}_i} \quad (4.15)$$

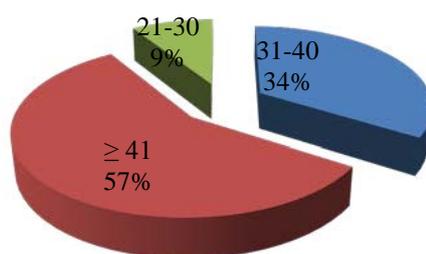
8. Menentukan nilai awal yang didefinisikan  $\boldsymbol{\theta}_i$  dengan  $i$  menunjukkan jumlah iterasi.
9. Menghitung ekspektasi  $C_B(\boldsymbol{\theta}_i)$  dan  $C_g(\boldsymbol{\theta}_i)$  dengan rumus pada langkah 4.
10. Mendapatkan estimator  $\boldsymbol{\theta}_{i+1}$  dengan iterasi (4.15) dari persamaan yang didapat pada persamaan (4.11).
11. Jika  $|\boldsymbol{\theta}_{i+1} - \boldsymbol{\theta}_i| < \varepsilon$ , dimana  $\varepsilon$  mendekati nol maka iterasi diberhentikan dan lanjut ke langkah 12, tapi jika tidak terpenuhi maka kembali ke langkah 9 dengan mengganti  $i = i + 1$ .
12. Setelah mencapai konvergen maka akan diperoleh nilai estimator dari multilevel SEM.

#### 4.2 Analisis Multilevel SEM Pada Studi Kasus Remunerasi Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya Tahun 2015

Sebelum masuk lebih lanjut mengenai analisis pemodelan multilevel SEM, akan diuraikan terlebih dahulu mengenai karakteristik dari responden dalam hal ini tenaga kependidikan di ITS Surabaya.

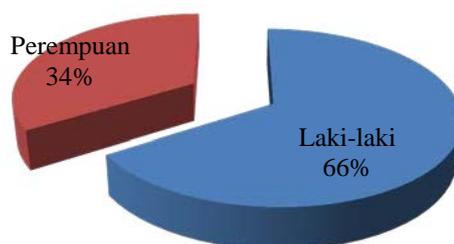
#### 4.2.1 Karakteristik Tenaga Kependidikan di ITS Surabaya

Untuk mengetahui karakteristik tenaga kependidikan di ITS Surabaya berdasarkan data yang bersifat kategorik dapat diketahui dengan menggunakan persentase. Data responden yang digunakan meliputi usia, jenis kelamin, pendidikan terakhir, dan pangkat/golongan. Populasi Tenaga Kependidikan di ITS yang telah menerima remunerasi sebanyak 698 orang dimana kemudian diambil sampel sebanyak 100 orang Tenaga Kependidikan (14,33%) dari 10 unit kerja sebagai responden penelitian menggunakan *simple random sampling* dan alokasi sampel proposional.



**Gambar 4.1.** Persentase Tenaga Kependidikan Menurut Usia

Dari segi usia yang terlihat pada Gambar 4.1. responden paling banyak berada pada kelompok usia  $\geq 41$  tahun sebanyak 57 responden (57%) kemudian diikuti oleh kelompok usia 31-40 tahun sebanyak 34 responden (34%). Hal tersebut menunjukkan bahwa banyak tenaga kependidikan yang telah bekerja lama di ITS Surabaya dan beberapa diantaranya mempunyai jabatan yang tidak dapat dianggap remeh. Potensi SDM yang berada pada usia produktif juga terlihat cukup banyak yang nantinya diharapkan dapat menggantikan kelompok usia  $\geq 41$  ketika telah memasuki masa pensiun serta mampu memberikan pelayanan yang lebih baik lagi. Rata-rata usia Tenaga Kependidikan dari sebanyak 100 responden adalah 44 tahun



**Gambar 4.2.** Persentase Tenaga Kependidikan Menurut Jenis Kelamin

Berdasarkan Gambar 4.2. dapat diinformasikan bahwa karakteristik tenaga kependidikan di ITS Surabaya adalah sebesar 66% responden berjenis kelamin laki-laki dan sisanya 34% responden berjenis kelamin perempuan. Jenis kelamin ini nantinya akan berpengaruh pada analisis variabel remunerasi. Banyaknya persentase laki-laki dibandingkan perempuan mencerminkan bahwa karakteristik lingkungan kerja di ITS Surabaya membutuhkan tenaga yang secara fisik lebih kuat dan tingkat keberadaan di kantor lebih besar untuk melaksanakan kegiatan pelayanan. Karakteristik responden berdasarkan pendidikan terakhir dan pangkat/golongan akan dijelaskan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

**Tabel 4.1.** Frekuensi dan Persentase Tenaga Kependidikan Menurut Pendidikan dan Golongan

Karakteristik		Jumlah	Persentase
Pendidikan	SMA/ sederajat	37	37%
	DIII/ Sarjana Muda	14	14%
	S1	46	46%
	S2/S3	3	3%
Pangkat/ Golongan	IV	7	7%
	III	57	57%
	II	34	34%
	I	2	2%

Berdasarkan Tabel 4.1 mengenai karakteristik responden menurut pendidikan terakhir dan pangkat/golongan menunjukkan bahwa sebagian besar pegawai telah menempuh pendidikan terakhir Sarjana/S1 yaitu 46%, beberapa diantaranya bahkan ada yang merupakan lulusan Magister atau setingkat dengan S2 meskipun persentase yang dihasilkan hanya 3%. Hal ini menunjukkan bahwa tenaga kependidikan di ITS Surabaya memiliki Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkompeten yaitu memiliki keahlian dan pengetahuan yang memadai.

Dilihat dari karakteristik responden berdasarkan pangkat/golongan, sebagian besar responden umumnya mempunyai golongan III dengan persentase terbanyak, yaitu 57%. Sementara itu persentase terkecil adalah responden dengan golongan I, yang mempunyai jabatan sebagai *Office Boy*. Komposisi ini dapat dikatakan ideal dimana pegawai yang mempunyai pangkat/golongan tinggi tidak terlalu berbeda jauh dengan pegawai yang mempunyai pangkat/golongan yang rendah. Selain itu sebagai tahap awal eksplorasi data, dilakukan analisis tabulasi silang untuk men-

deskripsikan variabel remunerasi berdasarkan tingkat pendidikan dan pangkat/golongan.

**Tabel 4.2.** Deskripsi Indikator  $y_1$  berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Untuk pekerjaan yang membutuhkan pengetahuan, keterampilan serta tanggungjawab yang lebih tinggi maka diberikan remunerasi yang lebih tinggi				
	1	2	3	4	5
SMA/Sederajat	0	0	1	18	18
DII/Sarjana Muda	0	1	3	6	4
S1	0	0	4	23	19
S2/S3	0	0	0	0	3

**Tabel 4.3.** Deskripsi Indikator  $y_2$  berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Untuk pekerjaan dengan beban kerja yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang sama				
	1	2	3	4	5
SMA/Sederajat	0	3	11	17	6
DII/Sarjana Muda	3	3	2	5	1
S1	1	8	19	16	2
S2/S3	0	1	0	2	0

**Tabel 4.4.** Deskripsi Indikator  $y_3$  berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Pemberian remunerasi didasarkan pada beban kerja yang diemban				
	1	2	3	4	5
SMA/Sederajat	0	0	4	18	15
DII/Sarjana Muda	0	2	2	7	3
S1	0	1	1	26	18
S2/S3	0	0	0	0	3

Pada Tabel 4.2 sampai 4.4 mengenai deskripsi variabel remunerasi berdasarkan tingkat pendidikan terlihat bahwa tenaga kependidikan dengan tingkat pendidikan yang tinggi memiliki persepsi yang baik mengenai remunerasi, umumnya mereka menjawab setuju dan sangat setuju bahwa perhitungan remunerasi berdasarkan pengetahuan, keterampilan, tanggungjawab dan beban kerja yang diemban. Sedangkan untuk pekerjaan dengan beban kerja yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang sama, hanya tenaga kependidikan dengan tingkat pendidikan S1 yang cenderung kurang setuju, sementara tingkat pendidikan lain setuju dan sangat setuju dengan pernyataan tersebut.

**Tabel 4.5.** Deskripsi Indikator  $y_1$  berdasarkan Golongan

Golongan	Untuk pekerjaan yang membutuhkan pengetahuan, keterampilan serta tanggungjawab yang lebih tinggi maka diberikan remunerasi yang lebih tinggi				
	1	2	3	4	5
I	0	0	1	1	0
II	0	1	3	18	12
III	0	0	4	25	28
IV	0	0	0	3	4

**Tabel 4.6.** Deskripsi Indikator  $y_2$  berdasarkan Golongan

Golongan	Untuk pekerjaan dengan beban kerja yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang sama				
	1	2	3	4	5
I	0	1	1	0	0
II	1	2	10	18	3
III	3	8	19	21	6
IV	0	4	2	1	0

**Tabel 4.7.** Deskripsi Indikator  $y_3$  berdasarkan Golongan

Golongan	Pemberian remunerasi didasarkan pada beban kerja yang diemban				
	1	2	3	4	5
I	0	0	0	0	2
II	0	1	3	19	11
III	0	2	4	30	21
IV	0	0	0	2	5

Pada Tabel 4.5 sampai 4.7 mengenai deskripsi variabel remunerasi berdasarkan pangkat atau golongan terlihat bahwa tenaga kependidikan dengan semua tingkat pangkat/golongan memiliki persepsi yang baik mengenai remunerasi, umumnya mereka menjawab setuju dan sangat setuju bahwa perhitungan remunerasi berdasarkan pengetahuan, keterampilan, tanggungjawab dan beban kerja yang diemban. Sedangkan untuk pekerjaan dengan beban kerja yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang sama, hanya tenaga kependidikan dengan pangkat/golongan IV yang cenderung tidak setuju dan kurang setuju, sementara tenaga kependidikan dengan pangkat/golongan lain setuju dan sangat setuju dengan pernyataan tersebut.

#### 4.2.2 Parameter dalam Multilevel SEM

Parameter dalam persamaan SEM secara umum terbagi menjadi dua, yaitu persamaan pengukuran dan persamaan struktural. Banyaknya persamaan pengukuran adalah sejumlah variabel observasi. Persamaan pengukuran ini digunakan untuk melihat hubungan antara variabel indikator dengan variabel laten. Sementara itu banyaknya persamaan struktural adalah sejumlah variabel laten endogen. Pada penelitian ini karena yang digunakan adalah pemodelan Multilevel SEM maka terdiri dari dua bagian yaitu level individu (within) dan level unit kerja (between). Rancangan penelitian telah didefinisikan sebagaimana dalam Gambar 4.1. Sehingga model multilevel SEM yang terbentuk adalah.

##### 1. Model pada Within Level

Berdasarkan Gambar 3.1 pada within level menunjukkan bahwa terdapat 15 persamaan struktural, 9 persamaan untuk variabel laten eksogen dan 6 persamaan pengukuran untuk variabel laten endogen. Persamaan pengukuran untuk variabel laten eksogen pada penelitian ini sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 x_{w1} &= \lambda_{w1.1} \xi_{w1} + \delta_{w1} & x_{w6} &= \lambda_{w6.2} \xi_{w2} + \delta_{w6} \\
 x_{w2} &= \lambda_{w2.1} \xi_{w1} + \delta_{w2} & x_{w7} &= \lambda_{w7.3} \xi_{w3} + \delta_{w7} \\
 x_{w3} &= \lambda_{w3.1} \xi_{w1} + \delta_{w3} & x_{w8} &= \lambda_{w8.3} \xi_{w3} + \delta_{w8} \\
 x_{w4} &= \lambda_{w4.2} \xi_{w2} + \delta_{w4} & x_{w9} &= \lambda_{w9.3} \xi_{w3} + \delta_{w9} \\
 x_{w5} &= \lambda_{w5.2} \xi_{w2} + \delta_{w5} & &
 \end{aligned}$$

Persamaan model pengukuran variabel laten eksogen dapat dituliskan dalam bentuk matriks menjadi.

$$\begin{bmatrix} x_{w1} \\ x_{w2} \\ x_{w3} \\ x_{w4} \\ x_{w5} \\ x_{w6} \\ x_{w7} \\ x_{w8} \\ x_{w9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{w1.1} & 0 & 0 \\ \lambda_{w2.1} & 0 & 0 \\ \lambda_{w3.1} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{w4.2} & 0 \\ 0 & \lambda_{w5.2} & 0 \\ 0 & \lambda_{w6.2} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{w7.3} \\ 0 & 0 & \lambda_{w8.3} \\ 0 & 0 & \lambda_{w9.3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{w1} \\ \xi_{w2} \\ \xi_{w3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{w1} \\ \delta_{w2} \\ \delta_{w3} \\ \delta_{w4} \\ \delta_{w5} \\ \delta_{w6} \\ \delta_{w7} \\ \delta_{w8} \\ \delta_{w9} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{X}_w = \Lambda_{wx} \boldsymbol{\xi}_w + \boldsymbol{\delta}_w$$

Sementara itu persamaan pengukuran untuk variabel laten endogen pada penelitian ini adalah.

$$\begin{aligned} y_{w1} &= \lambda_{w10.1} \eta_{w1} + \varepsilon_{w1} \\ y_{w2} &= \lambda_{w11.1} \eta_{w1} + \varepsilon_{w2} \\ y_{w3} &= \lambda_{w12.1} \eta_{w1} + \varepsilon_{w3} \\ y_{w4} &= \lambda_{w13.2} \eta_{w2} + \varepsilon_{w4} \\ y_{w5} &= \lambda_{w14.2} \eta_{w2} + \varepsilon_{w5} \\ y_{w6} &= \lambda_{w15.2} \eta_{w2} + \varepsilon_{w6} \end{aligned}$$

Persamaan model pengukuran variabel laten endogen dapat dituliskan dalam bentuk matriks menjadi.

$$\begin{bmatrix} y_{w1} \\ y_{w2} \\ y_{w3} \\ y_{w4} \\ y_{w5} \\ y_{w6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{w10.1} & 0 \\ \lambda_{w11.1} & 0 \\ \lambda_{w12.1} & 0 \\ 0 & \lambda_{w13.2} \\ 0 & \lambda_{w14.2} \\ 0 & \lambda_{w15.2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_{w1} \\ \eta_{w2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{w1} \\ \varepsilon_{w2} \\ \varepsilon_{w3} \\ \varepsilon_{w4} \\ \varepsilon_{w5} \\ \varepsilon_{w6} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Y}_w = \Lambda_{wy} \boldsymbol{\eta}_w + \boldsymbol{\varepsilon}_w$$

Sehingga persamaan struktural yang terbentuk adalah

$$\begin{aligned} \eta_{w1} &= \beta_{w2.1} \eta_{w2} + \gamma_{w1.1} x_{w10} + \gamma_{w1.2} x_{w11} + \zeta_{w1} \\ \eta_{w2} &= \gamma_{w2.3} \xi_{w1} + \gamma_{w2.4} \xi_{w2} + \gamma_{w2.5} \xi_{w3} + \zeta_{w2} \end{aligned}$$

Persamaan model struktural dapat dituliskan dalam bentuk matriks menjadi.

$$\begin{bmatrix} \eta_{w1} \\ \eta_{w2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \beta_{w2.1} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_{w1} \\ \eta_{w2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{w1.1} & \gamma_{w1.2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_{w2.3} & \gamma_{w2.4} & \gamma_{w2.5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{w10} \\ x_{w11} \\ \xi_{w1} \\ \xi_{w2} \\ \xi_{w3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_{w1} \\ \zeta_{w2} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\eta}_w = \mathbf{B}_w \boldsymbol{\eta}_w + \boldsymbol{\Gamma}_w \boldsymbol{\xi}_w + \boldsymbol{\zeta}_w$$

## 2. Model pada Between Level

Pada between level, yaitu unit kerja hanya terdapat 3 persamaan pengukuran, yang didefinisikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
y_{b1} &= \lambda_{b1.1}\eta_{b1} + \varepsilon_{b1} \\
y_{b2} &= \lambda_{b2.1}\eta_{b1} + \varepsilon_{b2} \\
y_{b3} &= \lambda_{b3.1}\eta_{b1} + \varepsilon_{b3}
\end{aligned}$$

Persamaan model pengukuran variabel laten endogen pada between level dapat dituliskan dalam bentuk matriks menjadi.

$$\begin{bmatrix} y_{b1} \\ y_{b2} \\ y_{b3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{b1.1} \\ \lambda_{b2.1} \\ \lambda_{b3.1} \end{bmatrix} \eta_{b1} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{b1} \\ \varepsilon_{b2} \\ \varepsilon_{b3} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Y}_b = \mathbf{\Lambda}_{by} \boldsymbol{\eta}_b + \boldsymbol{\varepsilon}_b$$

Sementara itu persamaan struktural pada level 2 mengikuti persamaan sebagai berikut.

$$\eta_{b1} = \gamma_{b1.1}x_{b1} + \gamma_{b2.1}x_{b2} + \zeta_{b1}$$

Parameter yang akan diestimasi dalam model multilevel SEM pada penelitian ini adalah  $\boldsymbol{\theta} = [\mathbf{\Lambda}_{wx}, \mathbf{\Lambda}_{wy}, \mathbf{\Lambda}_{by}, B_w, \Gamma_w, \Gamma_b, \Psi_w, \Psi_b, \Theta_{w\delta}, \Theta_{w\varepsilon}, \Theta_{b\varepsilon}, \Phi_w]$ . Matriks  $\mathbf{\Lambda}_{wx}$ ,  $\mathbf{\Lambda}_{wy}$ , dan  $\mathbf{\Lambda}_{by}$  merupakan matriks koefisien untuk persamaan pengukuran level individu dan unit kerja.

$$\mathbf{\Lambda}_{wx} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \lambda_{w2.1} & 0 & 0 \\ \lambda_{w3.1} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & \lambda_{w5.2} & 0 \\ 0 & \lambda_{w6.2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \lambda_{w8.3} \\ 0 & 0 & \lambda_{w9.3} \end{bmatrix}, \mathbf{\Lambda}_{wy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \lambda_{w11.1} & 0 \\ \lambda_{w12.1} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & \lambda_{w14.2} \\ 0 & \lambda_{w15.2} \end{bmatrix}, \text{ dan } \mathbf{\Lambda}_{by} = \begin{bmatrix} 1 \\ \lambda_{b2.1} \\ \lambda_{b3.1} \end{bmatrix}$$

Matriks  $\Theta_{w\delta}$ ,  $\Theta_{w\varepsilon}$ , dan  $\Theta_{b\varepsilon}$  merupakan varians error persamaan pengukuran  $\text{var}(\delta)$  dan  $\text{var}(\varepsilon)$ .

$$\Theta_{w\delta} = \begin{bmatrix} \theta_{w\delta_{1,1}} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \theta_{w\delta_{2,2}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \theta_{w\delta_{9,9}} \end{bmatrix},$$

$$\Theta_{w\varepsilon} = \begin{bmatrix} \theta_{w\varepsilon_{1,1}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \theta_{w\varepsilon_{2,2}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \theta_{w\varepsilon_{6,6}} \end{bmatrix}, \text{ dan } \Theta_{b\varepsilon} = \begin{bmatrix} \theta_{b\varepsilon_{1,1}} & 0 & 0 \\ 0 & \theta_{b\varepsilon_{2,2}} & 0 \\ 0 & 0 & \theta_{b\varepsilon_{3,3}} \end{bmatrix}$$

Matriks  $\Psi_b$  dan  $\Psi_w$  merupakan varians eror persamaan struktural  $\text{var}(\zeta)$ . Sedangkan adalah  $\Phi_w$  matriks varians dari  $\xi$ .

$$\Psi_b = [\psi_{b1}], \Psi_w = \begin{bmatrix} \psi_{w1} & 0 \\ 0 & \psi_{w2} \end{bmatrix}, \text{ dan } \Phi_w = \begin{bmatrix} \phi_{w1,1} & & \\ \phi_{w2,1} & \phi_{w2,2} & \\ \phi_{w3,1} & \phi_{w3,2} & \phi_{w3,3} \end{bmatrix}$$

### 4.2.3 Perhitungan Nilai *Intra-Class Correlation*

Sebagai langkah awal dalam analisis Multilevel SEM adalah pemeriksaan variabilitas within level dan between level untuk setiap indikator pada laten remunerasi dengan menghitung nilai korelasi intraclass (*Intra-Class Correlation*) atau biasa disingkat dengan ICC. Nilai ICC untuk variabel yang diamati memberikan ukuran dari jumlah variabilitas antara unit kerja dan kelompok data dalam setiap unit kerja.

Nilai ICC berkisar antara 0 sampai 1, apabila nilai ICC semakin besar maka mengindikasikan semakin besarnya efek pengelompokan dalam unit kerja. Meskipun demikian tidak ada batasan seberapa besar nilai ICC yang menjamin bahwa harus dilakukan analisis multilevel, sebagian besar analisis multilevel menyarankan nilai ICC lebih besar dari nilai 0,05 (Hox, 2002). Berdasarkan rumus ICC pada persamaan (3.1) diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8.** Nilai ICC Pada Ketiga Indikator Remunerasi

Variabel Indikator	ICC
Y <sub>1</sub>	0,002
Y <sub>2</sub>	0,011
Y <sub>3</sub>	0,140

Pada Tabel 4.8. terlihat bahwa nilai ICC semua indikator berkisar antara 0,002 sampai dengan 0,140. Nilai yang dihasilkan cukup kecil terutama pada indikator Y<sub>1</sub> dan Y<sub>2</sub>, sebagai konsekuensinya proporsi variabilitas pada setiap unit kerja

cenderung rendah. Sementara itu nilai ICC untuk laten remunerasi yang diperoleh dari rata-rata indikatornya adalah sebesar 0,051, yang berarti mengindikasikan bahwa terdapat variabilitas yang cukup antar unit kerja untuk dapat dianalisis menggunakan analisis multilevel.

#### **4.2.4 Analisis Model Pengukuran Pada Multilevel SEM**

Setelah diketahui bahwa data layak dilakukan analisis multilevel melalui perhitungan nilai ICC, selanjutnya adalah mengestimasi parameter model multilevel SEM untuk melihat efektifitas pemberian remunerasi di ITS Surabaya. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan paket program Mplus 7.1 dengan algoritma EM pada pendekatan MLE yang telah dijelaskan di subbab 4.1. Hasil analisis model pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.9 yang menyajikan nilai estimasi koefisien, standar error, *P-value*, estimasi koefisien yang telah distandarisasi, dan R-square dengan jumlah iterasi sebanyak 500 hingga mencapai konvergen.

Definisi *loading factor* adalah besarnya hubungan atau korelasi antara indikator dengan latennya. Nilai *loading factor* yang lebih tinggi pada variabel indikator dibanding indikator lain mempunyai arti bahwa indikator tersebut memiliki kontribusi yang lebih tinggi untuk menjelaskan latennya dibanding indikator lain. Untuk mengetahui signifikansi indikator dalam mengukur latennya dapat dilihat dari nilai *P-value*. Berdasarkan Tabel 4.9 terlihat bahwa dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$  maka pada within level semua variabel indikator mampu mengukur variabel latennya. Sementara itu pada between level variabel  $Y_{b2}$  tidak signifikan dalam mengukur laten remunerasi.

Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat variasi persepsi Tenaga Kependidikan mengenai pemberian remunerasi baik di level individu maupun unit kerja. Tenaga Kependidikan mempunyai persepsi bahwa untuk pekerjaan yang membutuhkan pengetahuan, keterampilan serta tanggungjawab yang lebih tinggi maka diberikan remunerasi yang lebih tinggi dan pemberian remunerasi didasarkan pada beban kerja yang diemban, sehingga besaran remunerasi semua unit kerja bergantung pada pengetahuan, keterampilan, tanggungjawab, dan beban kerja yang diemban. Sementara itu untuk pekerjaan dengan beban kerja yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang sama, Tenaga kepen-

didikan mempunyai persepsi yang negatif, yang berarti untuk pekerjaan yang sama walaupun berbeda jabatan diberikan remunerasi yang berbeda.

**Tabel 4.9.** Hasil Estimasi *Loading Factor* Model Pengukuran

Variabel laten dan indikator	Estimate	Std error	P-value	Estimate STD	R-square	Keterangan
Within level						
Remunerasi						
Y <sub>w1</sub>	1,000*	0,000	-	0,711	0,505	Signifikan
Y <sub>w2</sub>	0,969	0,321	0,003	0,472	0,223	Signifikan
Y <sub>w3</sub>	0,713	0,378	0,059	0,497	0,247	Signifikan
Kinerja						
Y <sub>w4</sub>	1,000*	0,000	-	0,752	0,566	Signifikan
Y <sub>w5</sub>	1,194	0,185	0,000	0,771	0,595	Signifikan
Y <sub>w6</sub>	0,790	0,150	0,000	0,569	0,324	Signifikan
Motivasi						
X <sub>w1</sub>	1,000*	0,000	-	0,941	0,886	Signifikan
X <sub>w2</sub>	0,749	0,100	0,000	0,667	0,445	Signifikan
X <sub>w3</sub>	0,865	0,102	0,000	0,726	0,527	Signifikan
Lingkungan Kerja						
X <sub>w4</sub>	1,000*	0,000	-	0,833	0,695	Signifikan
X <sub>w5</sub>	0,978	0,131	0,000	0,745	0,554	Signifikan
X <sub>w6</sub>	0,985	0,116	0,000	0,809	0,655	Signifikan
Transfer Pelatihan						
X <sub>w7</sub>	1,000*	0,000	-	0,818	0,669	Signifikan
X <sub>w8</sub>	0,904	0,109	0,000	0,834	0,696	Signifikan
X <sub>w9</sub>	0,778	0,108	0,000	0,773	0,598	Signifikan
Between Level						
Remunerasi						
Y <sub>b1</sub>	1,000*	0,000	-	0,701	0,491	Signifikan
Y <sub>b2</sub>	3,762	4,174	0,367	0,983	0,966	Tidak Signifikan
Y <sub>b3</sub>	-9,143	3,007	0,002	-0,966	0,933	Signifikan

\*) Indikator tersebut disebut sebagai *variable reference* dimana untuk laten yang memiliki lebih dari satu indikator pengukuran, ditetapkan salah satu koefisien *loading factor* bernilai 1.

Evaluasi model pengukuran mencakup reliabilitas indikator yang dapat dilihat dari nilai *R-square* dan reliabilitas konstruk menggunakan *composite reliability* (CR). Reliabilitas merupakan suatu nilai koefisien yang menunjukkan tingkat

konsistensi suatu data. Hasil pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa secara umum nilai *R-square* yang dihasilkan lebih besar dari 0,50 yang berarti proporsi setiap variabel indikator mampu menjelaskan variabel latennya sudah cukup tinggi.

**Tabel 4.10.** Hasil Uji Reliabilitas Konstruk

Variabel Laten	Composite Reliability
Within Level	
Remunerasi	0,60
Kinerja	0,74
Motivasi	0,83
Lingkungan Kerja	0,83
Transfer Pelatihan	0,85
Between Level	
Remunerasi	0,92

Namun pada beberapa indikator pada *within level* seperti  $Y_{w5}$ ,  $Y_{w6}$ ,  $Y_{w3}$ , dan  $X_{w2}$  menghasilkan nilai *R-square* di bawah 0,50 yang berarti proporsi variabel indikator di luar model yang mampu menjelaskan variabel laten cukup tinggi. Nilai *R-square* diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.2). Sementara itu berdasarkan rumus pada persamaan (3.3) diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.10.

Berdasarkan Tabel 4.10, diketahui bahwa semua variabel laten memiliki nilai *composite reliability* (CR) yang lebih besar dari 0,70 atau berada pada selang 0,60 hingga 0,70; sehingga dapat disimpulkan reliabilitas konstruk pada *within level* maupun *between level* telah konsisten dan indikator-indikator tersebut representatif bagi variabel latennya.

#### 4.2.5 Model Struktural Multilevel SEM pada Within Level (Individu)

Hubungan antara variabel laten pada *within level*, yaitu individu tersajikan pada Tabel 4.11. Hasil menunjukkan bahwa semua variabel memiliki pengaruh positif dengan koefisien yang bervariasi. Besar kecilnya hasil estimasi koefisien dapat diartikan sebagai besar kecilnya pengaruh suatu variabel yang dipengaruhi ketika variabel yang dianalisis bersifat kontinu sementara ketika menganalisis mengenai persepsi besar kecilnya hasil estimasi tidak dapat diartikan. Dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$  terlihat bahwa persepsi tenaga kependidikan mengenai kinerja dipengaruhi oleh persepsi motivasi berprestasi dan persepsi karakteristik

lingkungan kerja yang nyaman dan memiliki hubungan yang positif. Sementara itu remunerasi hanya dipengaruhi oleh kinerja.

**Tabel 4.11.** Hasil Estimasi Koefisien Model Struktural Within Level

Variabel laten	Estimate	Std error	P-value	Estimate STD	R-square	Keterangan
Kinerja dipengaruhi oleh					0,610	
Motivasi	0,450	0,173	0,009	0,507	-	Signifikan
Lingkungan Kerja	0,231	0,132	0,080	0,271	-	Signifikan
Transfer Pelatihan	0,090	0,098	0,362	0,109	-	Tidak Signifikan
Remunerasi dipengaruhi oleh					0,293	
Kinerja	0,573	0,210	0,006	0,542	-	Signifikan
Usia	0,008	0,139	0,953	0,016	-	Tidak Signifikan
Jenis Kelamin	0,011	0,096	0,907	0,008	-	Tidak Signifikan

Ketika tenaga kependidikan memiliki persepsi motivasi berprestasi yang tinggi dan karakteristik lingkungan kerja yang nyaman maka mereka cenderung lebih terpuaskan dengan pekerjaan-pekerjaannya (kinerjanya). Karena tenaga kependidikan mempunyai persepsi bahwa kinerja mempunyai hubungan yang linear dengan motivasi berprestasi dan karakteristik lingkungan kerja. Tenaga kependidikan juga mempersepsikan bahwa pemberian remunerasi yang diterapkan di ITS telah berbasis kinerja atau telah efektif. Sementara itu usia dan jenis kelamin memiliki hubungan yang positif namun tidak begitu berpengaruh terhadap persepsi tenaga kependidikan mengenai efektivitas pemberian remunerasi. Tenaga kependidikan, baik yang berjenis kelamin laki-laki maupun perempuan dan berbagai rentang usia mempunyai persepsi bahwa penerapan sistem remunerasi berbasis kinerja saat ini dapat membuat sistem pengukuran yang adil dan mampu mengukur secara riil kinerja seseorang.

Nilai R-square untuk konstruk persepsi kinerja menunjukkan nilai sebesar 0,610 yang berarti variabel persepsi kinerja yang dapat dijelaskan oleh variabel konstruk persepsi motivasi berprestasi, persepsi karakteristik lingkungan kerja, dan persepsi transfer pelatihan adalah sebesar 61%, sedangkan 39% lainnya dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Begitu pula untuk variabel konstruk persepsi efektivitas pemberian remunerasi, variasi persepsi efektivitas pemberian re-

munerasi yang dapat dijelaskan oleh persepsi kinerja, usia, dan jenis kelamin sebesar 29,3%.

#### 4.2.6 Model Struktural Multilevel SEM pada Between Level (Unit Kerja)

Analisis efek faktor demografi, yaitu persentase tenaga kependidikan yang memiliki pendidikan setara S1 sederajat ke atas dan persentase golongan III dan IV pada persepsi efektivitas remunerasi di tingkat unit kerja dapat dilihat pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12.** Hasil Estimasi Koefisien Model Struktural Between Level

Variabel laten	Estimate	Std error	P-value	Estimate STD	R-square	Keterangan
Remunerasi dipengaruhi oleh					0,252	
% Pendidikan $\geq$ S1	-0,037	0,055	0,504	-0,309	-	Tidak Signifikan
% Golongan 3 dan 4	0,056	0,093	0,550	0,370	-	Tidak Signifikan

Dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$  terlihat bahwa efektivitas remunerasi pada level unit kerja tidak dipengaruhi oleh kedua variabel tersebut. Komposisi tenaga kependidikan di ITS dengan pangkat/golongan tinggi di unit kerja memiliki hubungan yang positif namun tidak berpengaruh signifikan pada persepsi tenaga kependidikan mengenai pemberian remunerasi. Sedangkan komposisi tenaga kependidikan di ITS dengan pendidikan tinggi di unit kerja memiliki hubungan yang negatif dan tidak berpengaruh signifikan pada persepsi tenaga kependidikan mengenai pemberian remunerasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa tenaga kependidikan dengan semua tingkat pendidikan dan golongan memberikan tanggapan yang positif terhadap efektivitas pemberian remunerasi. Variasi persepsi tenaga kependidikan mengenai remunerasi antar unit kerja berdasarkan tingkat pendidikan dan golongan cenderung sama.

Hal itu juga didukung oleh nilai *R-square* yang dikategorikan kecil. Nilai *R-square* untuk konstruk persepsi efektivitas pemberian remunerasi pada *between level* menunjukkan nilai sebesar 0,252 yang berarti variabel persepsi efektivitas pemberian remunerasi yang dapat dijelaskan oleh variabel persentase pendidikan terakhir tenaga kependidikan  $\geq$  S1 dan persentase golongan tenaga kependidikan

setara golongan 3 dan 4 adalah sebesar 25,2%, sedangkan 74,8% lainnya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

#### **4.2.7 Evaluasi Model Secara Keseluruhan**

Evaluasi model secara keseluruhan menggunakan kriteria *goodness of fit* yang merupakan indikasi dari perbandingan antara model yang dispesifikasi dengan matriks varians kovarians antar indikator. Jika *goodness of fit* yang dihasilkan suatu model itu baik, maka model tersebut dapat diterima. Kriteria *goodness of fit* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Comparative Fit Index* (CFI) dan *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA).

Hasil analisis menunjukkan nilai CFI sebesar 0,906 dan RMSEA sebesar 0,072. Menurut Latan (2012) nilai CFI yang direkomendasikan untuk indikasi model fit adalah  $> 0,90$  dan nilai RMSEA yang kurang dari 0,05 mengindikasikan *goodnes of fit* model sangat baik, nilai RMSEA  $\leq 0,08$  mengindikasikan *goodness of fit* model cukup baik selebihnya mengindikasikan model perlu untuk diperbaiki. Kriteria *Goodness of Fit* yang dihasilkan memberikan indeks kesesuaian yang sesuai dengan batas yang ditentukan, sehingga tidak terdapat perbedaan antara matrik kovarian sampel dengan matrik kovarian populasi yang diestimasikan. Secara keseluruhan model dapat diterima.

#### **4.2.8 Persamaan Multilevel SEM untuk Model Remunerasi Tenaga Kependidikan**

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada Tabel 4.10, Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 yang didapatkan, maka persamaan multilevel SEM yang terbentuk baik untuk model pengukuran dan model struktural adalah.

## Model Pengukuran

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_{w1} \\ \hat{x}_{w2} \\ \hat{x}_{w3} \\ \hat{x}_{w4} \\ \hat{x}_{w5} \\ \hat{x}_{w6} \\ \hat{x}_{w7} \\ \hat{x}_{w8} \\ \hat{x}_{w9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,941 & 0 & 0 \\ 0,667 & 0 & 0 \\ 0,726 & 0 & 0 \\ 0 & 0,833 & 0 \\ 0 & 0,745 & 0 \\ 0 & 0,809 & 0 \\ 0 & 0 & 0,818 \\ 0 & 0 & 0,834 \\ 0 & 0 & 0,773 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\zeta}_{w1} \\ \hat{\zeta}_{w2} \\ \hat{\zeta}_{w3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{\delta}_{w1} \\ \hat{\delta}_{w2} \\ \hat{\delta}_{w3} \\ \hat{\delta}_{w4} \\ \hat{\delta}_{w5} \\ \hat{\delta}_{w6} \\ \hat{\delta}_{w7} \\ \hat{\delta}_{w8} \\ \hat{\delta}_{w9} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{y}_{w1} \\ \hat{y}_{w2} \\ \hat{y}_{w3} \\ \hat{y}_{w4} \\ \hat{y}_{w5} \\ \hat{y}_{w6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,711 & 0 \\ 0,472 & 0 \\ 0,497 & 0 \\ 0 & 0,752 \\ 0 & 0,771 \\ 0 & 0,569 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\eta}_{w1} \\ \hat{\eta}_{w2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{\varepsilon}_{w1} \\ \hat{\varepsilon}_{w2} \\ \hat{\varepsilon}_{w3} \\ \hat{\varepsilon}_{w4} \\ \hat{\varepsilon}_{w5} \\ \hat{\varepsilon}_{w6} \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad \begin{bmatrix} \hat{y}_{b1} \\ \hat{y}_{b2} \\ \hat{y}_{b3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,701 \\ 0,983 \\ -0,966 \end{bmatrix} \hat{\eta}_{b1} + \begin{bmatrix} \hat{\varepsilon}_{b1} \\ \hat{\varepsilon}_{b2} \\ \hat{\varepsilon}_{b3} \end{bmatrix}$$

## Model Struktural

$$\begin{bmatrix} \hat{\eta}_{w1} \\ \hat{\eta}_{w2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0,542 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\eta}_{w1} \\ \hat{\eta}_{w2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,008 & 0,016 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,507 & 0,271 & 0,109 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{w10} \\ x_{w11} \\ \hat{\zeta}_{w1} \\ \hat{\zeta}_{w2} \\ \hat{\zeta}_{w3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{\zeta}_{w1} \\ \hat{\zeta}_{w2} \end{bmatrix}$$

$$\text{dan } \hat{\eta}_{b1} = -0,037x_{b1} + 0,056x_{b2} + \hat{\zeta}_{b1}$$

Sementara itu berdasarkan hasil estimasi parameter yang didapatkan menggunakan bantuan software Mplus 7.1, maka matriks adalah  $\hat{\Psi}_w, \hat{\Psi}_b, \hat{\Theta}_{w\delta}, \hat{\Theta}_{w\varepsilon}, \hat{\Theta}_{b\varepsilon}, \hat{\Phi}_w$  sebagai berikut.

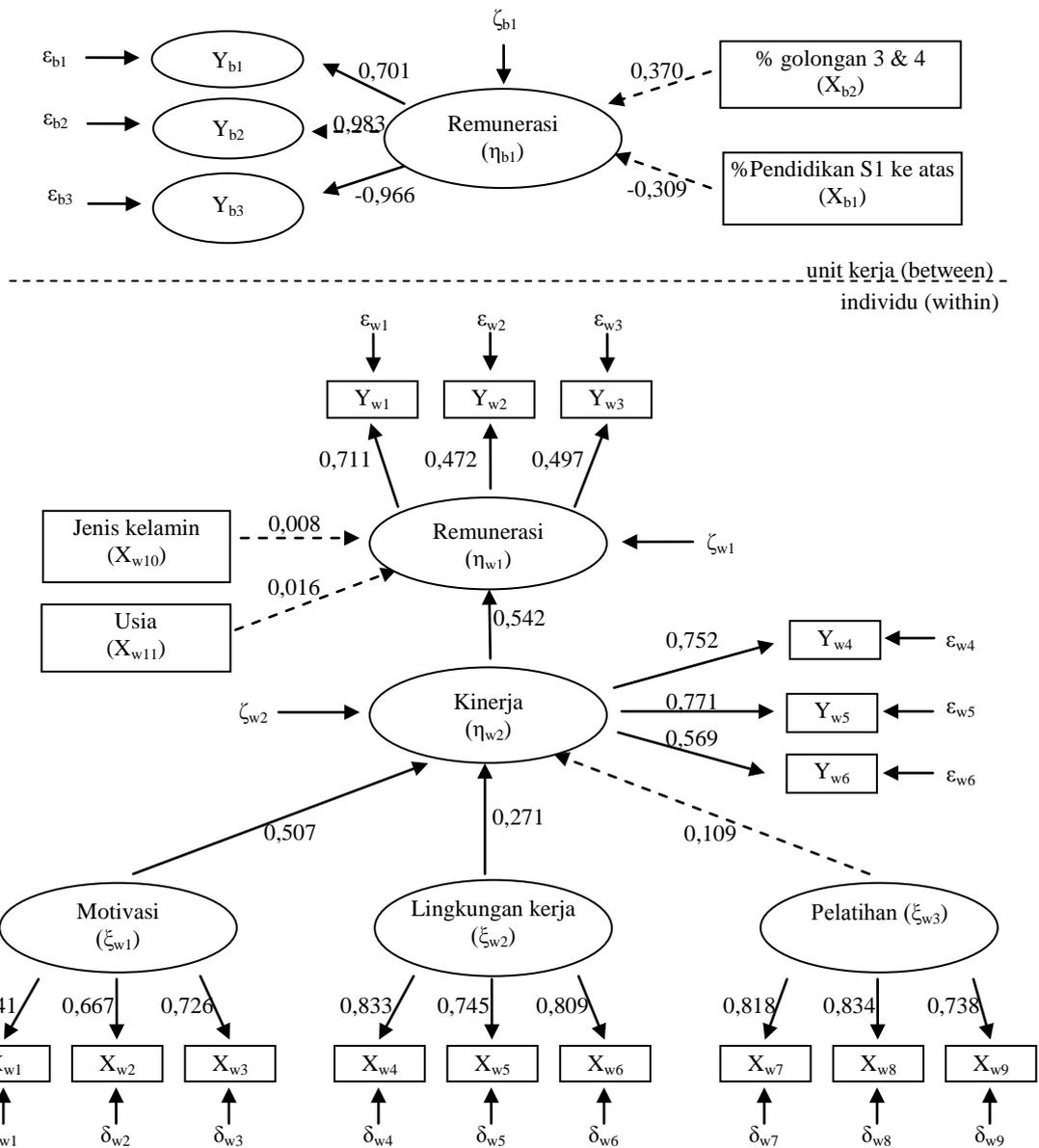
$$\hat{\Theta}_{w\delta} = \begin{bmatrix} 0,114 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,555 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,473 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,305 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,446 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,345 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,331 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,304 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,402 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\Theta}_{w\varepsilon} = \begin{bmatrix} 0,495 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,777 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,753 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,434 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,405 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,676 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\Theta}_{b\varepsilon} = \begin{bmatrix} 0,509 & 0 & 0 \\ 0 & 0,034 & 0 \\ 0 & 0 & 0,067 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\Psi}_b = [0,748], \hat{\Psi}_w = \begin{bmatrix} 0,707 & 0 \\ 0 & 0,390 \end{bmatrix}, \hat{\Phi}_w = \begin{bmatrix} 0,255 \\ 0,182 & 0,276 \\ 0,146 & 0,103 & 0,294 \end{bmatrix}$$

Jika dilihat secara visual, hasil nilai estimasi parameter sesuai dengan Gambar 4.3. Garis putus-putus menunjukkan bahwa variabel tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel lainnya.



**Gambar 4.3.** Hasil Analisis Model Multilevel SEM Tendik ITS

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Penelitian Remunerasi**

Unit Kerja	Tendik	Remunerasi			<i>Within Group</i>														<i>Between group</i>	
		y1	y2	y3	Kinerja			Motivasi			Karakteristik Lingkungan Kerja			Transfer Pelatihan			Usia	Jenis Kelamin	Pendidikan	Golongan
					y4	y5	y6	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9				
Badan	1	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	28	0	0.684	0.789
	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	50	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	19	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	40		
FMIPA	1	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	49	0	0.429	0.714
	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	7	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3	4	4	5	3	43	1		
FTI	1	4	2	4	5	4	5	4	5	4	3	5	3	4	4	4	44	0	0.353	0.647
	2	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	45	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	17	5	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	37	0		
FTIf	1	5	3	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	49	1	0.250	0.750
	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	46	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	0		
FTK	1	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	48	1	0.333	0.833
	2	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	37	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	6	4	1	5	5	4	5	4	4	4	3	3	4	2	2	3	38	1		

FTSP	1	3	3	5	4	4	4	4	4	5	3	4	3	3	3	4	30	1	0.429	0.571
	2	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	32	0		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	14	4	2	3	2	1	3	2	4	2	2	2	3	1	3	3	41	1		
Lembaga Penelitian	1	4	2	4	5	5	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	51	1	1.000	0.667
	2	5	3	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	57	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	6	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	2	3	4	30	0		
UPM dan Pasca	1	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	31	1	0.600	0.200
	2	3	3	5	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	38	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	5	3	3	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	47		
Unit Fasilitas	1	5	3	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	0	0.250	0.500
	2	4	3	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	53	1		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	50	1		
UPT	1	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	55	1	0.500	0.571
	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	25	0		
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
	14	4	2	4	4	4	5	5	4	4	3	4	3	4	5	5	39	1		

## Lampiran 2. Program Multilevel Structural Equation Model (Multilevel SEM)

```
TITLE: Tesis Multilevel SEM
DATA: FILE IS data1.dat;

VARIABLE:
NAMES ARE clus y1-y3 y4-y6 x1-x3 x4-x6 x7-x9 x10 x11 edu gol;
USEVARIABLES ARE clus y1-y3 y4-y6 x1-x3 x4-x6 x7-x9 x10 x11 edu gol;
WITHIN = y4-y6 x1-x3 x4-x6 x7-x9 x10 x11;
BETWEEN = edu gol;
CLUSTER = clus;

ANALYSIS: TYPE = TWOLEVEL;
          ESTIMATOR = ML;

MODEL:
%WITHIN%
remunW by y1-y3;
kinerja by y4-y6;
motiv by x1-x3;
lingk by x4-x6;
pelt by x7-x9;
kinerja on motiv lingk pelt;
remunW on kinerja x10 x11;

%BETWEEN%
remunB by y1-y3;
remunB on edu gol;

OUTPUT:
TECH1 TECH2 TECH3 TECH4 TECH8;
SAMPSTAT;
STANDARDIZED (STDYX);
```

## Lampiran 3. Langkah Penggunaan Program Multilevel SEM

1. Simpan data dalam format .dat, tanpa ada nama variabel atau header, misal dengan nama *data1.dat*. Susunan data dimulai dari variabel cluster yang menyatakan unit kerja, remunerasi, kinerja, motivasi, lingkungan kerja, pelatihan, usia, jenis kelamin, persentase pendidikan dan persentase golongan. Misalkan file disimpan di *drive d* folder *Aplikasi D:\Aplikasi\data1.dat*
2. Aktifkan jendela program Mplus 7.1
3. Klik file new – copy semua syntax program multilevel SEM kemudian simpan dalam folder D:\Aplikasi sesuai dengan tempat tersimpannya data dengan nama *Mptext1.inp*

4. Running program dengan cara klik Mplus – Run Mplus (Alt + R)
5. Tunggu hingga proses iteratif menggunakan algoritma EM selesai
6. Hasil *running* program akan muncul di D:\Aplikasi, dengan nama *Mptext2.out*

#### Lampiran 4. Ringkasan Variabel yang Digunakan

##### SUMMARY OF ANALYSIS

Number of groups	1
Number of observations	100
Number of dependent variables	15
Number of independent variables	4
Number of continuous latent variables	6

##### Observed dependent variables

###### Continuous

Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X1	X2	X3	X4	X5	X6
X7	X8	X9			

##### Observed independent variables

X10	X11	EDU	GOL
-----	-----	-----	-----

##### Continuous latent variables

REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT	REMUNB
--------	---------	-------	-------	------	--------

##### Variables with special functions

###### Cluster variable

CLUS
------

###### Within variables

Y4	Y5	Y6	X1	X2	X3
X4	X5	X6	X7	X8	X9
X10	X11				

###### Between variables

EDU	GOL
-----	-----

Estimator	ML
Information matrix	OBSERVED
Maximum number of iterations	100
Convergence criterion	0.100D-05
Maximum number of EM iterations	500
Convergence criteria for the EM algorithm	
Loglikelihood change	0.100D-02
Relative loglikelihood change	0.100D-05
Derivative	0.100D-03
Optimization algorithm	EMA

Input data file(s)  
 data1.dat  
 Input data format FREE

**SUMMARY OF DATA**

Number of clusters 10  
 Average cluster size 10.000

**Estimated Intraclass Correlations for the Y Variables**

Intraclass		Intraclass		Intraclass	
Variable	Correlation	Variable	Correlation	Variable	Correlation
Y1	0.002	Y2	0.011	Y3	0.140
Y4	0.000	Y5	0.000	Y6	0.000
X1	0.000	X2	0.000	X3	0.000
X4	0.000	X5	0.000	X6	0.000
X7	0.000	X8	0.000	X9	0.000

**Lampiran 5. Model Fit Information**

**MODEL FIT INFORMATION**

Number of Free Parameters 62

Loglikelihood  
 H0 Value -1161.188  
 H1 Value -1073.869

Information Criteria  
 Akaike (AIC) 2446.376  
 Bayesian (BIC) 2607.897  
 Sample-Size Adjusted BIC 2412.085  
 ( $n^* = (n + 2) / 24$ )

Chi-Square Test of Model Fit  
 Value 174.639  
 Degrees of Freedom 115  
 P-Value 0.0003

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)  
 Estimate 0.072

CFI/TLI  
 CFI 0.906

TLI 0.882

Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value 775.242  
 Degrees of Freedom 144  
 P-Value 0.0000

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

Value for Within 0.076  
 Value for Between 0.187

**Lampiran 6. Hasil Estimasi Multilevel SEM**

MODEL RESULTS

	Estimate	S.E.	Two-Tailed Est./S.E.	P-Value
<b>Within Level</b>				
<b>REMUNW BY</b>				
Y1	1.000	0.000	999.000	999.000
Y2	0.969	0.321	3.019	0.003
Y3	0.713	0.378	1.889	0.059
<b>KINERJA BY</b>				
Y4	1.000	0.000	999.000	999.000
Y5	1.194	0.185	6.454	0.000
Y6	0.790	0.150	5.252	0.000
<b>MOTIV BY</b>				
X1	1.000	0.000	999.000	999.000
X2	0.749	0.100	7.501	0.000
X3	0.865	0.102	8.455	0.000
<b>LINGK BY</b>				
X4	1.000	0.000	999.000	999.000
X5	0.978	0.131	7.463	0.000
X6	0.985	0.116	8.510	0.000
<b>PELT BY</b>				
X7	1.000	0.000	999.000	999.000
X8	0.904	0.109	8.304	0.000
X9	0.778	0.105	7.446	0.000

KINERJA	ON				
MOTIV		0.450	0.173	2.599	0.009
LINGK		0.231	0.132	1.748	0.080
PELT		0.090	0.098	0.912	0.362
REMUNW	ON				
KINERJA		0.573	0.210	2.725	0.006
REMUNW	ON				
X10		0.011	0.096	0.117	0.907
X11		0.008	0.139	0.059	0.953
LINGK	WITH				
MOTIV		0.182	0.037	4.887	0.000
PELT	WITH				
MOTIV		0.146	0.037	3.979	0.000
LINGK		0.103	0.038	2.726	0.006
Variances					
MOTIV		0.255	0.044	5.791	0.000
LINGK		0.276	0.058	4.757	0.000
PELT		0.294	0.064	4.563	0.000
Residual Variances					
Y1		0.220	0.099	2.211	0.027
Y2		0.733	0.127	5.788	0.000
Y3		0.348	0.080	4.379	0.000
Y4		0.154	0.032	4.741	0.000
Y5		0.194	0.043	4.563	0.000
Y6		0.261	0.042	6.234	0.000
X1		0.033	0.018	1.832	0.067
X2		0.178	0.028	6.440	0.000
X3		0.171	0.028	6.150	0.000
X4		0.121	0.028	4.295	0.000
X5		0.212	0.039	5.490	0.000
X6		0.142	0.030	4.777	0.000
X7		0.146	0.034	4.326	0.000
X8		0.105	0.025	4.231	0.000
X9		0.120	0.024	5.049	0.000
REMUNW		0.158	0.107	1.475	0.140
KINERJA		0.078	0.027	2.931	0.003

Between Level

REMUNB BY

Y1	1.000	0.000	999.000	999.000
Y2	3.762	4.174	0.901	0.367
Y3	-9.143	3.007	-3.040	0.002

REMUNB ON

EDU	-0.037	0.055	-0.669	0.504
GOL	0.056	0.093	0.598	0.550

Residual Variances

Y1	0.001	0.045	0.016	0.988
Y2	0.000	0.059	0.006	0.996
Y3	0.004	0.520	0.008	0.994
REMUNB	0.001	0.005	0.101	0.920

STANDARDIZED MODEL RESULTS

STDYX Standardization

		Two-Tailed	
Estimate	S.E.	Est./S.E.	P-Value

Within Level

REMUNW BY

Y1	0.711	0.157	4.521	0.000
Y2	0.472	0.119	3.962	0.000
Y3	0.497	0.169	2.935	0.003

KINERJA BY

Y4	0.752	0.063	12.024	0.000
Y5	0.771	0.060	12.912	0.000
Y6	0.569	0.081	7.010	0.000

MOTIV BY

X1	0.941	0.034	27.630	0.000
X2	0.667	0.062	10.841	0.000
X3	0.726	0.054	13.445	0.000

LINGK BY

X4	0.833	0.046	18.276	0.000
X5	0.745	0.056	13.238	0.000
X6	0.809	0.048	16.950	0.000

PELT BY				
X7	0.818	0.050	16.453	0.000
X8	0.834	0.046	18.110	0.000
X9	0.773	0.054	14.297	0.000

KINERJA ON				
MOTIV	0.507	0.169	3.001	0.003
LINGK	0.271	0.157	1.723	0.085
PELT	0.109	0.121	0.901	0.368

REMUNW ON				
KINERJA	0.542	0.198	2.731	0.006

REMUNW ON				
X10	0.016	0.132	0.118	0.906
X11	0.008	0.138	0.060	0.952

LINGK WITH				
MOTIV	0.684	0.072	9.447	0.000

PELT WITH				
MOTIV	0.532	0.087	6.111	0.000
LINGK	0.361	0.107	3.376	0.001

Residual Variances				
Y1	0.495	0.223	2.214	0.027
Y2	0.777	0.113	6.893	0.000
Y3	0.753	0.168	4.480	0.000
Y4	0.434	0.094	4.606	0.000
Y5	0.405	0.092	4.392	0.000
Y6	0.676	0.092	7.316	0.000
X1	0.114	0.064	1.786	0.074
X2	0.555	0.082	6.753	0.000
X3	0.473	0.078	6.026	0.000
X4	0.305	0.076	4.016	0.000
X5	0.446	0.084	5.318	0.000
X6	0.345	0.077	4.472	0.000
X7	0.331	0.081	4.077	0.000
X8	0.304	0.077	3.963	0.000
X9	0.402	0.084	4.815	0.000
REMUNW	0.707	0.214	3.294	0.001
KINERJA	0.390	0.096	4.065	0.000

Between Level

REMUNB	BY				
Y1		0.701	11.855	0.059	0.953
Y2		0.983	2.811	0.350	0.727
Y3		-0.966	4.394	-0.220	0.826

REMUNB ON

EDU	-0.309	1.417	-0.218	0.827
GOL	0.370	1.035	0.357	0.721

Residual Variances

Y1	0.509	16.616	0.031	0.976
Y2	0.034	5.525	0.006	0.995
Y3	0.067	8.490	0.008	0.994
REMUNB	0.748	1.724	0.434	0.664

R-SQUARE

Within Level

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed Est./S.E.	P-Value
Y1	0.505	0.223	2.261	0.024
Y2	0.223	0.113	1.981	0.048
Y3	0.247	0.168	1.467	0.142
Y4	0.566	0.094	6.012	0.000
Y5	0.595	0.092	6.456	0.000
Y6	0.324	0.092	3.505	0.000
X1	0.886	0.064	13.815	0.000
X2	0.445	0.082	5.421	0.000
X3	0.527	0.078	6.723	0.000
X4	0.695	0.076	9.138	0.000
X5	0.554	0.084	6.619	0.000
X6	0.655	0.077	8.475	0.000
X7	0.669	0.081	8.227	0.000
X8	0.696	0.077	9.055	0.000
X9	0.598	0.084	7.149	0.000

Latent Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed Est./S.E.	P-Value
REMUNW	0.293	0.214	1.368	0.171
KINERJA	0.610	0.096	6.348	0.000

Between Level

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
Y1	0.491	16.616	0.030	0.976
Y2	0.966	5.525	0.175	0.861
Y3	0.933	8.490	0.110	0.912

Latent Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
REMUNB	0.252	1.724	0.146	0.884

**Lampiran 7. Starting Value**

	LAMBDA				
	REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT
Y1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y2	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y3	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y4	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Y5	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Y6	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
X1	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
X2	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
X3	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
X4	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	LAMBDA				
	REMUNB	X10	X11	EDU	GOL
Y1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Y2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

THETA

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	0.224				
Y2	0.000	0.479			
Y3	0.000	0.000	0.259		
Y4	0.000	0.000	0.000	0.179	
Y5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.242
Y6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

THETA					
	Y6	X1	X2	X3	X4
Y6	0.195				
X1	0.000	0.145			
X2	0.000	0.000	0.162		
X3	0.000	0.000	0.000	0.182	
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.201
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

THETA					
	X5	X6	X7	X8	X9
X5	0.241				
X6	0.000	0.207			
X7	0.000	0.000	0.222		
X8	0.000	0.000	0.000	0.174	
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

THETA				
	X10	X11	EDU	GOL
X10	0.000			
X11	0.000	0.000		
EDU	0.000	0.000	0.000	
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000

BETA					
	REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT
REMUNW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

KINERJA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MOTIV	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LINGK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PELT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
REMUNB	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

BETA

	REMUNB	X10	X11	EDU	GOL
REMUNW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KINERJA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MOTIV	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LINGK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PELT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
REMUNB	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PSI

	REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT
REMUNW	0.050				
KINERJA	0.000	0.050			
MOTIV	0.000	0.000	0.050		
LINGK	0.000	0.000	0.000	0.050	
PELT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050
REMUNB	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PSI

	REMUNB	X10	X11	EDU	GOL
REMUNB	0.000				
X10	0.000	0.217			
X11	0.000	0.000	0.113		

EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

STARTING VALUES FOR BETWEEN

LAMBDA	REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT
Y1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LAMBDA	REMUNB	X10	X11	EDU	GOL
Y1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y2	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y3	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

THETA

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	0.224				
Y2	0.000	0.479			
Y3	0.000	0.000	0.259		
Y4	0.000	0.000	0.000	0.000	
Y5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

THETA

	Y6	X1	X2	X3	X4
Y6	0.000				
X1	0.000	0.000			
X2	0.000	0.000	0.000		
X3	0.000	0.000	0.000	0.000	
X4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

THETA

	X5	X6	X7	X8	X9
X5	0.000				
X6	0.000	0.000			
X7	0.000	0.000	0.000		
X8	0.000	0.000	0.000	0.000	
X9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

THETA

	X10	X11	EDU	GOL
X10	0.000			
X11	0.000	0.000		
EDU	0.000	0.000	0.000	
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000

BETA

	REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT
REMUNW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KINERJA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MOTIV	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LINGK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PELT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
REMUNB	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

BETA

	REMUNB	X10	X11	EDU	GOL
REMUNW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

KINERJA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MOTIV	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LINGK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PELT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
REMUNB	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PSI

	REMUNW	KINERJA	MOTIV	LINGK	PELT
REMUNW	0.000				
KINERJA	0.000	0.000			
MOTIV	0.000	0.000	0.000		
LINGK	0.000	0.000	0.000	0.000	
PELT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
REMUNB	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EDU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PSI

	REMUNB	X10	X11	EDU	GOL
REMUNB	0.050				
X10	0.000	0.000			
X11	0.000	0.000	0.000		
EDU	0.000	0.000	0.000	0.018	
GOL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Tahapan algoritma EM untuk mendapatkan estimator Multilevel SEM dengan pendekatan *Maximum Likelihood Estimation* antara lain.
  - a. Merekonstruksi fungsi likelihood untuk *complete data*.
  - b. Membentuk fungsi log-likelihood untuk *complete data* dari fungsi likelihood yang diperoleh.
  - c. Menghitung ekspektasi dari fungsi log-likelihood dengan memperhatikan data yang tidak lengkap.
  - d. Mencari penaksir parameter yang meminimumkan fungsi log-likelihood hasil dari perhitungan ekspektasi sebelumnya dengan iterasi Newton-Raphson. Namun pada algoritma EM penting untuk mendapatkan nilai matriks Hessian yang definit positif sehingga matriks Hessian akan digantikan oleh matriks Informasi.
  - e. Mendapatkan estimator multilevel SEM
2. Pemodelan studi kasus remunerasi tenaga kependidikan di ITS Surabaya dengan Multilevel SEM memperoleh hasil bahwa ketika tenaga kependidikan memiliki persepsi motivasi berprestasi yang tinggi dan karakteristik lingkungan kerja yang nyaman maka mereka cenderung lebih terpuaskan dengan pekerjaan-pekerjaannya (kinerjanya). Tenaga kependidikan juga mempersepsikan bahwa pemberian remunerasi yang diterapkan di ITS telah berbasis kinerja atau telah efektif. Selain itu tenaga kependidikan dengan semua tingkat pendidikan dan golongan memberikan tanggapan yang positif terhadap efektivitas pemberian remunerasi yang telah diterapkan di ITS. Variasi persepsi tenaga kependidikan mengenai remunerasi antar unit kerja berdasarkan tingkat pendidikan dan golongan cenderung sama.

## 5.2 Saran

Berdasarkan analisis dan pembahasan sebelumnya, saran yang disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini hanya fokus pada mendeskripsikan tahapan algoritma EM untuk mendapatkan estimator Multilevel SEM sehingga selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan kajian yang lebih menyeluruh untuk mendapatkan estimator Multilevel SEM.
2. Terkait dengan studi kasus pada penelitian ini hanya dibatasi pada penggunaan Multilevel SEM dengan 2-level, yaitu level 1 pada individu dan level 2 pada unit kerja. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pemodelan Multilevel SEM dengan 3-level, yaitu level 1 pada tingkat individu, level 2 pada jurusan dan level 3 setingkat fakultas untuk mengetahui faktor yang diduga berpengaruh terhadap persepsi Tenaga Kependidikan terhadap efektivitas pemberian remunerasi.
3. Penambahan variabel yang diduga berpengaruh baik untuk level individu maupun level unit kerja. Dimana variabel pada level 2 bukanlah nilai agregat dari variabel pada level 1.
4. Bagi pihak ITS hendaknya meningkatkan motivasi berprestasi para tenaga kependidikan dengan jalan mengadakan berbagai kegiatan yang menyenangkan dan membuat lingkungan kerja menjadi nyaman mungkin agar kinerja tenaga kependidikan juga akan meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alawiya, N., Yuliantiningsih, A., Sudrajat, T., dan Sari, D.P.Y.P. (2011), “Kebijakan Remunerasi Pegawai Negeri Sipil (Analisis Materi Muatan Penentuan Nilai dan Kelas Jabatan dalam Pemberian Remunerasi)”, *Jurnal Dinamika Hukum*, Vol. 13, hal. 210–216.
- Andri, S. (2011), “Pengaruh Program Pendidikan Dan Latihan Terhadap Kinerja Dan Kepuasan Kerja Karyawan”, *Aplikasi Bisnis*, Vol. 01, hal. 64–77.
- Beranda ITS. (2015), *Awal Diberlakukannya Remunerasi di ITS*, Majalah ITS Surabaya edisi 30, diakses 13 Oktober 2015 dari URL: [http://issuu.com/majalahits/docs/beranda\\_its-edisi\\_30\\_2015](http://issuu.com/majalahits/docs/beranda_its-edisi_30_2015).
- Bollen, K. A. (1989), *Structural Equation with Latent Variables*, Department Of Sociology The University of North Carolina, Chapel Hill North Carolina.
- Chiandotto, B., dan Masserini, L. (2011), “A Two-Level Structural Equation Model For Evaluating The External Effectiveness of PHD”, *Journal of Applied Quantitative Methods*, Vol. 06.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., dan Rubin, D. B. (1977), “Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm”, *Journal of Royal Statistical Society B*, Vol 39, No. 1, hal. 1-39.
- Dhermawan, A.A.N.B., Sudibya, I.G.A., dan Utama, I.W.M (2012), “Pengaruh Motivasi, Lingkungan Kerja, Kompetensi, Dan Kompensasi Terhadap Kepuasan Kerja Dan Kinerja Pegawai Di Lingkungan Kantor Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali”, *Jurnal Manajemen, Strategi Bisnis, dan Kewirausahaan*, Vol. 06, hal. 173–184.
- Goldstein, H. (1995), *Multilevel Statistical Models*, 2<sup>nd</sup> edition, Arnold, London.
- Goldstein, H., dan MacDonald, R. P. (1988), “A General Model For The Analysis of Multilevel Data”, *Psychometrika* Vol. 53, hal. 455-467.
- Goldstein, H. (2011), “Bootstrapping in multilevel models”, dalam *Handbook of Advanced Multilevel Analysis*, Eds. J. J. Hox & J. K. Robers, Routledge Taylor & Francis Group, New York, hal.163–172.

- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., dan Anderson. (2010), *Multivariate Data Analysis*, 6<sup>th</sup> edition, Pearson Prentice Hall, New York.
- Hox, J. J. (2010), *Multilevel Analysis: Techniques and Applications*, 2<sup>nd</sup> edition, Routledge Taylor & Francis Group, New York.
- Ismartini, P. (2013), *Pengembangan Model Linear Hirarki Dengan Pendekatan Bayesian Untuk Pemodelan Data Pengeluaran Perkapita Rumah tangga*, Disertasi Program Studi Doktor, Statistika ITS, Surabaya.
- Khumaidi, H. (2013), “Tenaga Kependidikan dalam Sistem Pendidikan nasional (Analisis: Aspek Sumber Daya Pendidikan)”, *Jurnal Edu-Math*, Vol. 04, hal. 83–97.
- Latan, H. (2002), *Structural Equation Modeling: Konsep dan Aplikasi menggunakan Program LISREL*. Alfabeta, Bandung.
- Lee, S.Y. (1990), ”Multilevel Analysis of Structural Equation Models”, *Biometrika*, Vol. 77, hal. 763-772.
- Lee, S.Y., dan Poon W.Y. (1998), “Analysis of Two-Level Structural Equation Models Via EM Type Algorithms”, *Statistics Sinica*, Vol. 8, hal. 749-766.
- Metha, N. K., dan Chang, V.W. (2008), “Weight Status and Restaurant Availability”, *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 34, hal. 127-133.
- Muthén, B. O. (1994), “Multilevel Covariance Structure Analysis”, *Sociological Methods and Research*, Vol. 22, hal. 376–398.
- Parwoto. (2012). *Regresi Multilevel Zero Inflated Poisson Untuk Pemodelan Data Respon Count (Studi Kasus: Kejadian Kematian Bayi di Provinsi Jawa Barat)*, Thesis Program Studi Magister Statistika Terapan, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Pasanen, T. (2012), *Two-Level Structural Equation Modeling With Non-Normal Observed Variables for Assesing Poverty in Laos*, Thesis Program Studi Magister Statistika, Universitas Tampere, Laos.
- Poon, W.Y., dan Wang, H.B. (2010), “Analysis of Two-Level Structural Equation Model With Missing Data”, *Sociological Method & Research*, Vol. 39, No. 1, hal. 25-55.

- Prasetyo, H.N., Yunarso, E.W., dan Nugroho, H. (2014), “Implementasi Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja Di Perguruan Tinggi (Studi Kasus Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom D/H Politeknik Telkom)”, *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi*, Vol. 20, hal. c-10-1 – c10-9.
- Ryu, E. (2014), “Model Fit Evaluation in Multilevel Structural Equation Models”, *Frontiers in Psychology*, Vol. 05, No. 08, hal. 01–08.
- Salihat, I. K., dan Kurniawidjaja, L. M. (2010), “Persepsi Risiko Berkendara dan Perilaku Penggunaan Sabuk Keselamatan di Kampus Universitas Indonesia, Depok”, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, Vol. 4, No. 6, hal. 275-280.
- Sancoko, B. (2010), “Pengaruh Remunerasi Terhadap Kualitas Pelayanan Publik”, *Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*, Vol. 17, No. 1, hal. 43-51.
- Saputra, H. (2014), *Disiplin Pegawai Sebagai Mediator Antara Remunerasi, Supervisi, Komitmen Pegawai Terhadap Prestasi Kerja di Pangkalan Sarana Operasi Bea dan Cukai Tipe A Tanjung Balai Karimun*, Thesis Program Studi Magister Manajemen, Universitas Terbuka, Batam.
- Sarimah, U. (2009), *Pengaruh Peningkatan Remunerasi terhadap Motivasi Berprestasi dan kepuasan Kerja Pegawai dalam Lingkungan Kanwil Ditjen Pajak di Jakarta*, BPPK Kementerian Keuangan, Jakarta.
- Sedarmayanti. (2001), *Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Mandar Maju, Bandung.
- Simamora, H. (2003), *Manajemen Sumber Daya Manusia*, SIE YKPN, Yogyakarta.
- Tahar, I. (2012), *Kajian Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja (Studi Kasus Pada Bank Indonesia)*, Thesis Program Studi Magister Ilmu Administrasi, Universitas Indonesia, Depok.
- Timm, N. H. (2002), *Applied Multivariate Analysis*, Springer-Verlag Inc., New York.
- Winardi. (2012), *The Influence of Organizational Culture and Motivation on Employee Performance with Organizational Commitment as Intervening Variable (Study on The Employee of Dinas Pengairan Provinsi Aceh)*, Thesis Program Manajemen, Universitas Syiah Kuala, Malaysia.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang mempunyai nama lengkap Farisca Susiani lahir di Surabaya tanggal 28 November 1991 dari pasangan suami istri, Muchlas dan Sri Mulyani. Penulis merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara. Pendidikan dasar dimulai di bangku SDN Bluru Kidul II Sidoarjo. Lulus dari sekolah dasar, pendidikan dilanjutkan di SMPN 1 Sidoarjo. Jenjang pendidikan selanjutnya ditempuh di SMAN 1 Gedangan, Kabupaten Sidoarjo selama 1 tahun dan dilanjutkan di SMAN 3 Sidoarjo mulai kelas 2 SMA. Penulis sejak awal mengimpikan melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, sehingga selepas SMA mendaftarkan diri sebagai peserta SNM-PTN dengan pilihan jurusan teknik industri dan statistika ITS Surabaya. Akhirnya penulis terdaftar sebagai mahasiswa di jurusan Statistika ITS Surabaya pada tahun 2009. Penulis melanjutkan studi untuk program magister di jurusan Statistika FMIPA ITS melalui program Beasiswa *Fresh Graduate* ITS pada Tahun 2014. Penulis diterima dengan NRP 1314201029. Selama masa perkuliahan, penulis tergabung dalam kegiatan kemahasiswaan divisi *Statistic Computer Course* (SCC) dan menjadi asisten dosen pada beberapa mata kuliah, seperti mata kuliah Pengendalian Kualitas Statistika dan Analisis Data 1. Penulis yang biasa dipanggil Fafa dapat dihubungi melalui alamat email [fariscasu@gmail.com](mailto:fariscasu@gmail.com) untuk diskusi lebih lanjut terkait tulisan yang pernah dibuat. Semoga Bermanfaat.