

LAPORAN KEGIATAN
PELATIHAN *STRUCTURAL EQUATION MODELING*
TEORI DAN PRAKTEK DENGAN KOMPUTER

LARAS SITOAYU
NIK/ NIDN. 215080596/ 0320128406

PROGRAM STUDI GIZI
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2018

1. Latar Belakang

Pengaruh satu atau beberapa variabel bebas terhadap variabel terikat secara sederhana dapat dianalisis dengan analisis regresi. Sering kali pengaruh variabel tersebut sangat kompleks, dimana terdapat variabel bebas, variabel antara dan variabel terikat. Keadaan semacam ini tidak dapat diselesaikan dengan analisis regresi, tetapi lebih tepat digunakan analisis jalur dengan catatan semua variabel yang terkait bisa diukur secara langsung.

Pada analisis jalur jika variabel yang terkait terbentuk laten (tidak bisa diukur secara langsung), maka analisis data yang lebih tepat adalah pemodelan persamaan structural (Structural Equation Modeling/SEM). SEM merupakan teknik analisis multivariate yang merupakan gabungan antara, analisis jalur dengan analisis faktor untuk semua variabel yang terkait berbentuk laten. Kelebihan SEM selain bisa digunakan untuk menguji validitas dan reliabilitas suatu instrument, juga bisa untuk menguji pengaruh variabel endogen intervening terhadap variabel endogen dependen. Untuk menguji pengaruh variabel yang meperlemah atau memperkuat pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya bisa juga digunakan SEM. Variabel yang pengaruhnya meperlemah atau memperkuat pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya disebut moderating. Jika salah satu persyaratan SEM tidak terpenuhi, maka alternatif analisis yang digunakan adalah Partial Least Square (PLS).

2. Tujuan

Tujuan mengikuti pelatihan SEM ini agar dapat mendalami SEM dengan AMOS, LISREL dan PLS secara bertahap mulai dari analisis jalur, analisis faktor hingga pemodelan persamaan structural.

3. Metode

Metode yang digunakan dalam pelatihan ini adalah teori dan praktek. Teori diberikan dalam bentuk ceramah dan diskusi dalam kelas, sedangkan praktek digunakan program AMOS, LISREL dan PLS untuk mengerjakan beberapa latihan soal.

4. Sasaran Pelatihan

Mahasiswa (S2 dan S3), peneliti, akademisi serta staf perencanaan dan pendataan.

5. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Pelatihan dilaksanakan pada tanggal 30 Oktober – 1 November 2018 di Fakultas Kedokteran Hewan Unair Kampus C, Mulyorejo, Surabaya.

6. Hasil Pelatihan

Structural Equation Modeling (SEM)

Structural Equation Modeling (SEM) adalah analisis jalur (Path Analysis) antar variabel laten (CFA). Pendekatan terintegrasi dari *Confirmatory Factor Analysis* dan *Path Analysis* (Analisis Jalur). Pemodelan SEM merupakan suatu metode statistika yang menggunakan pendekatan *hypothesis testing* atau dikenal dengan istilah *Confirmatory*.

Kegiatan yang secara serempak dilakukan dalam SEM meliputi :

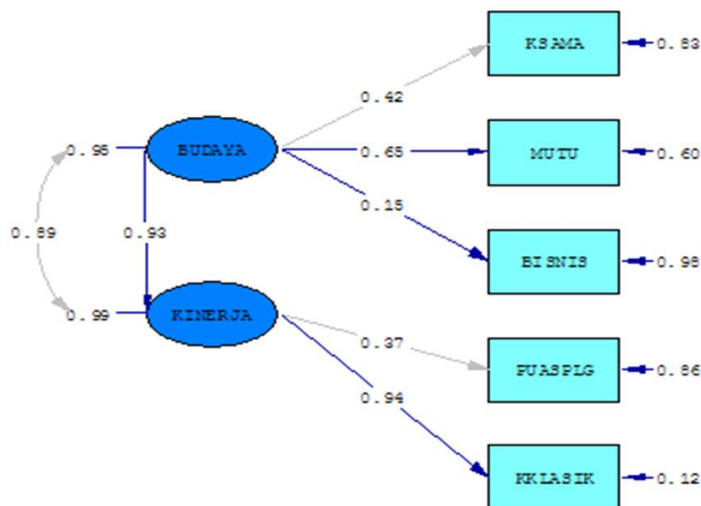
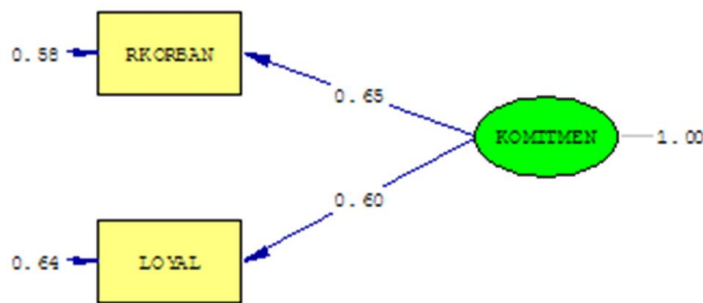
1. Pemeriksaan validitas dan reliabilitas indikator (setara dengan CFA)
2. Pengujian model hubungan antar variabel laten (setara Analisis Jalur)

Model SEM dapat didekomposisi menjadi 2 sub model antara lain :

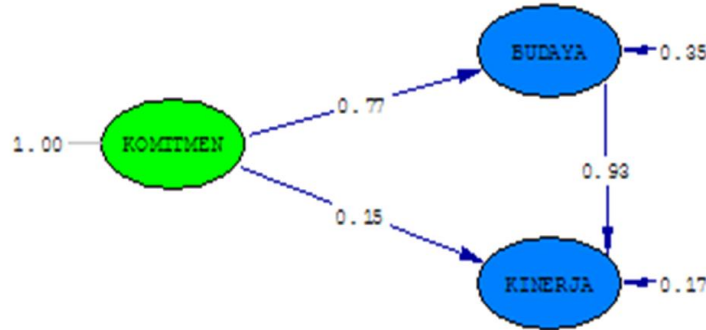
1. Model pengukuran

- Model yang berhubungan dengan faktor
- Indikator yang digunakan dapat mengkonfirmasi sebuah faktor
- CFA

Contoh pengukuran model :

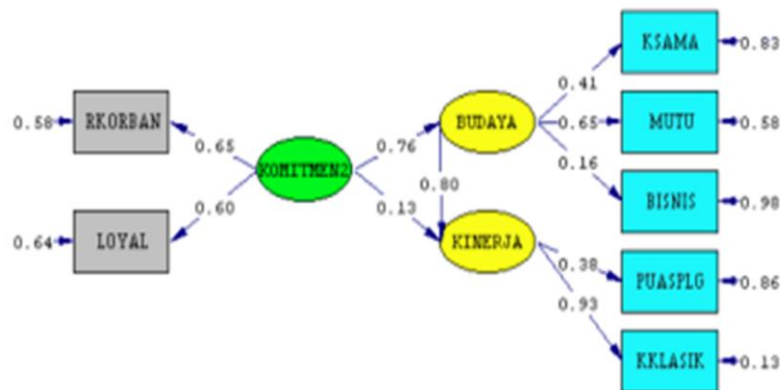


2. Model struktural
 Hubungan antar konstruk atau variabel laten
 Contoh pengukuran struktural :



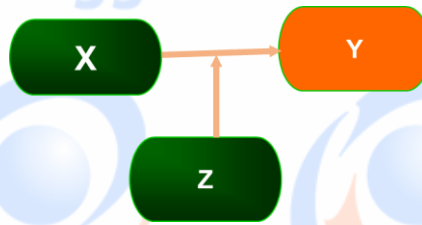
Langkah-langkah SEM :

1. Pengembangan model berbasis konsep dan teori, menganalisis hubungan kausal antar variabel eksogen dan endogen, sekaligus validitas dan reliabilitas indikator penelitian
 2. Mengkonstruksi diagram jalur, untuk menunjukkan alur hubungan kausal antar variabel eksogen dan endogen
 3. Mengkonversikan diagram jalur ke dalam model struktural
 4. Estimasi Parameter
 5. Pengujian Model :
 - Overall Model : Goodness of fit statistics
 - Pengujian parameter : Lambda, Delta, Epsilon, Beta, Gamma
 6. Interpretasi dan Modifikasi Model. Bila model sudah baik model bisa diinterpretasikan, tetapi bila belum baik perlu dilakukan modifikasi
- Contoh model yang sudah dapat diinterpretasikan sebagai berikut :



Chi-Square=91.96, df=11, P-value=0.00000, RMSEA=0.136

Moderating SEM (MSEM) – SEM with AMOS



Indikator tunggal sebagai indikator variabel moderating (perkalian antara indikator variabel laten eksogen dengan indikator variabel moderatornya). Menetapkan nilai parameter pada SEM bukanlah suatu masalah yang akan menyebabkan estimasi menjadi bias, asalkan variabel laten adalah unidimensi dan bukan multi dimensi (*second order factor*).

Langkah MSEM Metode Ping :

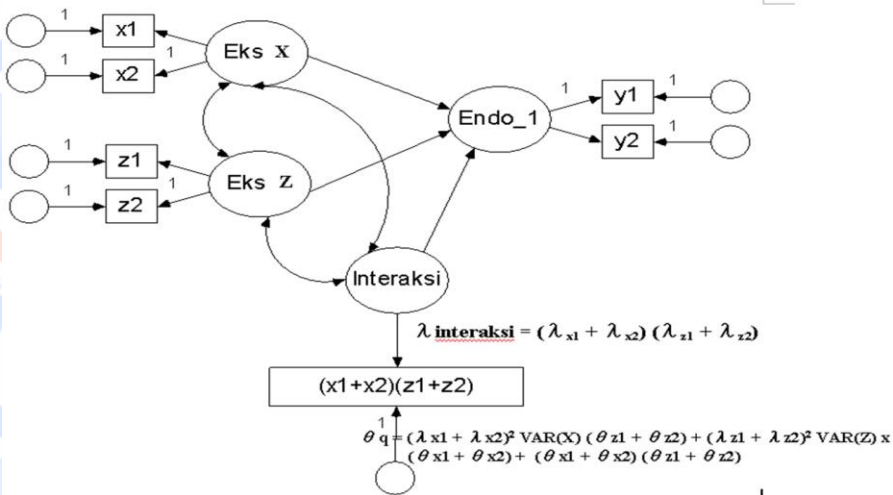
Tahap pertama:

- Melakukan estimasi tanpa memasukkan variabel interaksi sehingga kita hanya mengestimasi model dengan dua variabel exogen ξ_1 dan ξ_2 yang digunakan untuk memprediksi variabel endogen η_1
- Hasil output model ini digunakan untuk menghitung nilai *loading factor* variabel laten interaksi (λ interaksi) dan nilai error variance dari indikator variabel laten interaksi.

Tahap Kedua:

- Setelah nilai λ interaksi dan nilai θ_q diperoleh dari tahap pertama, maka nilai-nilai ini dimasukkan kedalam model dengan variabel laten interaksi
- Hasil perhitungan manual dari loading faktor interaksi kita gunakan untuk menetapkan nilai parameter nilai loading interaksi sedangkan hasil manual perhitungan *error variance* variabel interaksi kita gunakan untuk menetapkan error variance variabel interaksi.

Contoh ilustrasi dengan Metode PING :



Partial Least Square (PLS)

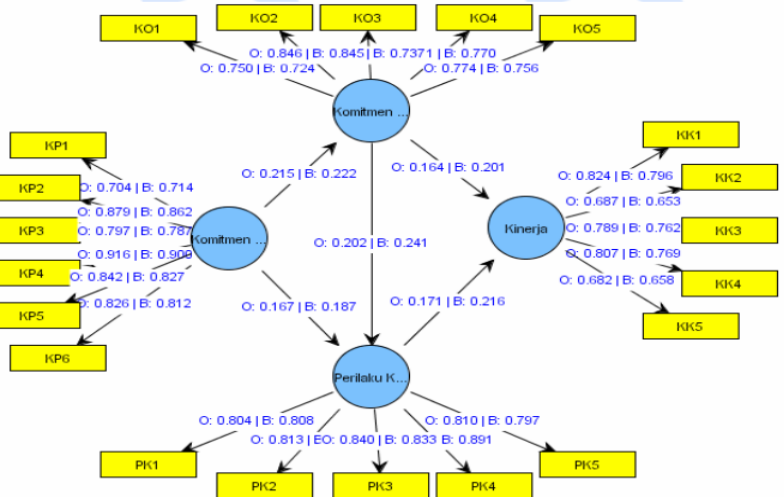
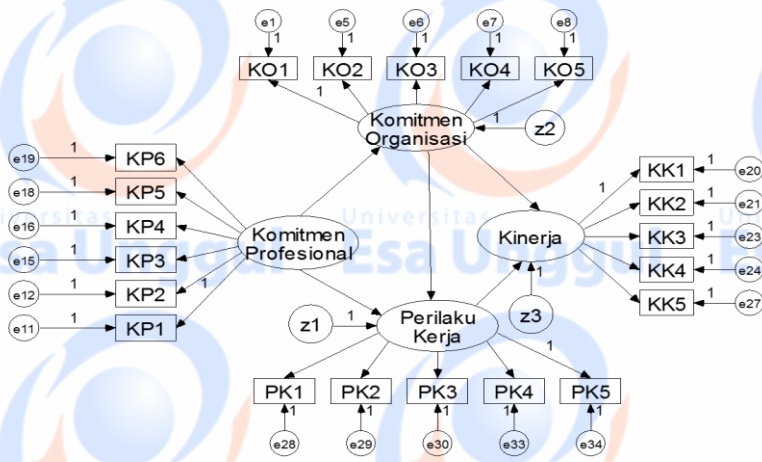
PLS merupakan metode analisis yang powerful oleh karena tidak mengasumsikan data harus dengan pengukuran skala tertentu, jumlah sample kecil. PLS dapat juga digunakan untuk teori konfirmasi. Dibandingkan dengan SEM yang didasarkan pada kovarians, komponen dasar PLS mampu menghindari dua masalah besar yang dihadapi oleh SEM yaitu inadmissible solution dan factor interminancy. Hal ini dikarenakan pendekatan untuk mengestimasi variabel laten dianggap sebagai kombinasi linier dari indikator maka menghindari masalah interminancey dan memberikan definisi yang pasti dari komponen skor.

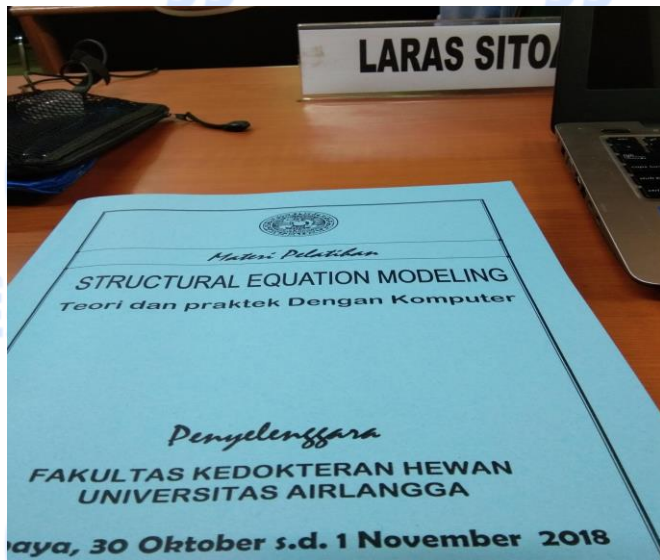
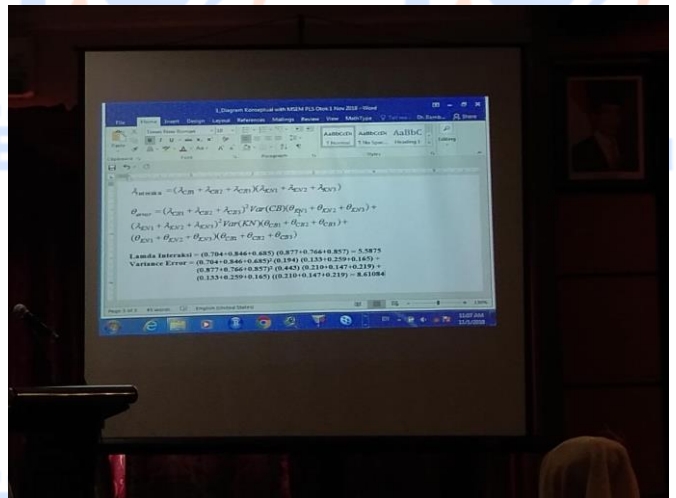
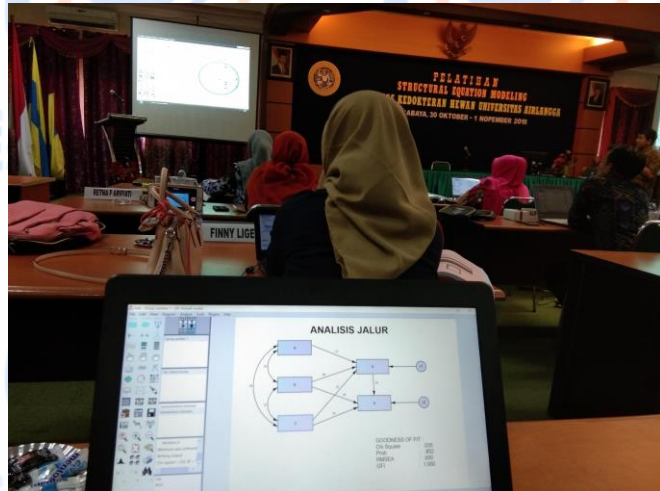
Ruang lingkup yang luas dan "keluwesan" dari pendekatan metode PLS dicerminkan oleh banyaknya variasi pemodelan PLS yang ditunjukkan dalam model hubungan internal maupun eksternal yang bersifat linear ataupun non linear dan tidak diketahui bentuknya. Metode ini bisa menangani data berskala rasio, interval, ordinal maupun nominal.

Penggunaan metode statistik parametrik biasanya mensyaratkan informasi mengenai distribusi yang harus dipenuhi dan ini sulit untuk dipenuhi. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan metode-metode yang tidak memerlukan asumsi ketat, salah satunya metode Bootstrap. Metode Bootstrap merupakan teknik nonparametrik untuk penarikan kesimpulan (inference). Pada PLS dapat dilanjutkan dengan metode bootstrap terutama untuk jumlah sampel yang tidak terpenuhi.

Contoh model dengan PLS dan bootstrap :

Model Persamaan Struktural Pada Kinerja





METODOLOGI PENELITIAN

Prof. Dr. Sarmanu, Drh, M.S.

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

HP 081 2323 5841

Email : prof.sarmanu@yahoo.com

METODOLOGI PENELITIAN

METHOD = cara, **LOGI** = ilmu

RESEARCH : *Re* → kembali
To search → mencari

Arti sederhana : Ilmu tentang prosedur mencari kembali

Arti yang luas : Ilmu tentang metode mencari kebenaran ilmiah

Output kebenaran ilmiah : Skripsi, Tesis, Disertasi dan laporan

Penelitian. Hasil kebenaran ilmiah belum tentu lebih hebat dibanding kebenaran non ilmiah.

Berikut ini diuraikan tentang kebenaran non ilmiah

Kebenaran Non Ilmiah

- 1. Kebetulan**
- 2. Wahyu**
- 3. Intuitif**
- 4. Trial and Error**
- 5. Wibawa**

1. Kebenaran yang diperoleh secara kebetulan. Hukum gravitasi, test GM (Galli Mainini), Hukum Archimedes dll
2. Kebenaran yang diperoleh karena wahyu
Susuilah anakmu minimal 2 tahun, darah haram, daging babi haram, air liur anjing najis.
3. Kebenaran yang diperoleh melalui intuisi (renungan). Orang2 sakti banyak menemukan kebenaran karena intuisi.

4. Trial and error, kebenaran yang diperoleh melalui coba-coba. Contoh Ketela Mukibat, ditemukan dg cara menyambung ketela kasper dengan ketela pohon.
5. Wibawa, kebenaran yang disampaikan oleh orang yang berwibawa. Raja sering mengeluarkan pernyataan yang dianggap benar oleh rakyatnya.

JENIS PENELITIAN

Terdiri atas 3 macam

- Jenis Penelitian Eksperimental dan Non Eksperimental
- Jenis Penelitian Cross Sectional dan Longitudinal
- Jenis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif

- **Jenis Penelitian Eksperimental :**
Jenis penelitian, unit penelitian diberi perlakuan. Pengaruh obat terhadap kesembuhan pasien. Pengaruh pupuk terhadap produktivitas padi.
- **Jenis Penelitian Non Eksperimental :**
Jenis penelitian, unit yang diteliti tidak diberi perlakuan. Gambaran darah Sapi Madura, tingkat hunian hotel di Kota Surabaya

- **Jenis Penelitian Cross Sectional**

Jenis penelitian sesaat waktu bukan menjadi variabel yang berpengaruh

Pengaruh obat tidur terhadap kecepatan tertidur. Pengaruh lampu penerangan terhadap produktivitas karyawan.

- **Jenis penelitian Longitudinal**

Jenis Penelitian, waktu menjadi variabel yang berpengaruh. Perkembangan organ reproduksi sejak lahir sampai dewasa, nilai tukar rupiah terhadap dolar pada tahun 2000 sampai tahun 2018.

- **Jenis Penelitian kuantitatif dan Kualitatif**

Penelitian kuantitatif penelitian yang bertujuan menguji/mengkonfirmasi teori yang sudah ada benar atau salah.

Penelitian kualitatif penelitian yang bertujuan menemukan teori, bukan menguji teori yang sudah ada.

Pada dasarnya penelitian kuantitatif sulit digabung dengan penelitian kualitatif.

Secara ringkas perbedaan antara penelitian kuantitatif dengan penelitian kualitatif tertera pada tabel berikut ini.

PERBEDAAN PENELITIAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF

PENELITIAN KUANTITATIF

- 1. Judul penelitian spesifik, relatif tidak berubah**
- 2. Masalah spesifik, relatif tidak berubah**
- 3. Teori spesifik sbg pegangan rumusan masalah, hipotesis dan variabel**
- 4. Tujuan penelitian kuantitatif menguji teori**
- 5. Populasi seluruh obyek (finit & infinit)**
- 6. Generalisasi dasarnya kesesuaian sampel, sampling, instrumen, kolekting data & uji statistika**
- 7. Sampel, besar sampel minimal ditentukan sebelumnya. Pemberi informasi (responden)**
- 8. Sampling
Probabiliy (Simple random sampling, sistematis, stratified & cluster)**
- 9. Disain spesifik, relatif tetap**

PENELITIAN KUALITATIF

- 1. Judul penelitian sementara (tetap, berkembang atau berubah)**
- 2. Masalah sementara (tetap, berkembang atau berubah)**
- 3. Teori bersifat sementara tergantung di lapangan**
- 4. Tujuan penelitian kualitatif menemukan teori**
- 5. Subyek yg ada aktifitas & tempat (situasi sosial)**
- 6. Transferability
Asal situasi sosial mirip**
- 7. Subyek (besar tidak ditentukan sebelumnya
Pemberi informasi (informan, narasumber, partisipan, guru)**
- 8. Sampling
Nonprobability (purpusiv, snowball, kadang2 axidental)**
- 9. Disain umum dan berkembang**

PERBEDAAN PENELITIAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF

10. Variabel diklasifikasi dan definisi operasional

11. Data berbentuk kuantitatif

12. Analisis data untuk menguji hipotesis

Dilakukan setelah data terkumpul dengan menggunakan uji statistika

13. Instrumen berupa angket

Metode wawancara terstruktur & angket

14. Hubungan peneliti dg responden berjarak

15. Terminal penelitian setelah data terkumpul sesuai rencana

16. Uji validitas dan reliabilitas dg uji statistika (Pearson, Cronbach, CFA)

17. Hubungan antar variabel bersifat kausal

10. Variabel tanpa klasifikasi & definisi operasional

11. Data berbentuk kualitatif

12. Analisis data untuk membangun hipotesis dan teori. Sejak awal sampai selesai penelitian. Tanpa uji statistika

13. Instrumen peneliti, buku catatan, tape, kamera. Metode observasi partisipasi & wawancara mendalam

14. Hubungan peneliti dg informan sangat dekat

15. Terminal penelitian setelah data jenuh

16. Uji validitas dan reliabilitas tanpa uji statistika dg metode triangulasi.

17. Hubungan antar variabel bersifat interaktif

Tahapan Penelitian Kuantitatif

- 1. Identifikasi Masalah, Pemilihan Masalah, Perumusan Masalah, dan Judul Penelitian**
- 2. Tujuan Penelitian**
- 3. Telaah Kepustakaan**
- 4. Kerangka Konseptual**
- 5. Hipotesis Penelitian**
- 6. Klasifikasi dan Definisi Operasional**
- 7. Pemilihan Instrumen**
- 8. Rancangan Penelitian**
- 9. Penentuan Sampel**
- 10. Pengumpulan Data**
- 11. Analisis Data**
- 12. Interpretasi Hasil**
- 13. Kesimpulan**
- 14. Laporan Penelitian**

Identifikasi Masalah, Pemilihan Masalah, Perumusan Masalah, dan Judul Penelitian

- **Masalah** : Kesenjangan antara yang seharusnya terjadi dan kenyataan yang ada
- *Misal:* - informasi
- SDM, dll

Sumber Masalah:

1. Bacaan
2. Pertemuan ilmiah
3. Pengalaman
4. Pengamatan
5. Pemegang otoritas
6. Intuisi

Rumusan Masalah

- Rumusan Masalah, Penting Untuk Penuntun Langkah Selanjutnya.
- **Rumusan Masalah yang Baik:**
 - Kalimat bertanya
 - Padat makna
 - Petunjuk pengumpulan data
 - Sinkron dengan judul penelitian

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian harus sinkron dg judul penelitian, rumusan masalah dan hipotesis

1. Tujuan Umum

Menjajagi, mengetahui, menguraikan, menerangkan, menganalisis faktor, dan keterkaitan faktor 1 dg lainnya.

2. Tujuan Khusus

Menjajagi, mengetahui, menguraikan, menerangkan, menganalisis pengaruh variabel, dan keterkaitan variabel 1 dg variabel lainnya.

Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritik utk pengembangan ilmu
2. Manfaat praktis utk implementasi

Judul Penelitian

- Usulan, Laporan, dan Karya Ilmiah Lain Pertama Dibaca Judul
- Perannya Sangat Penting

Syarat judul penelitian yang baik :

- ▶ Informatif (padat makna)
- ▶ Dalam Bahasa Indonesia \leq 12 Kata
- ▶ Dalam Bahasa Inggris \leq 10 Kata
- ▶ Bila Terpaksa Pakai Anak Judul
- ▶ Hindari :
 - Penggunaan kata Pendahuluan, Studi, Analisis
 - Jangan ada singkatan

Tinjauan Pustaka

- **Landasan Teoritik dan Empirik**
Penelitian tanpa tinjauan pustaka berarti coba-coba.
- **Sumber: Buku Teks, Jurnal, Tesis, Disertasi, Internet**
- **Sumber memperhatikan relevansi, kemutakhiran & keaslian.**
- **Cara Penulisan, digunakan sistem nama tahun.**
- **Bila pernyataan sangat penting, nama penulis diletakkan pada awal kalimat.**
Penulis lebih dari dua, penulis I diikuti dkk, atau et al.
- **Bila penulisnya dua, ditulis semua**

Cara Penulisan Daftar Pustaka

Penulis dalam daftar kepustakaan sesuai dengan nama dalam teks penulis I dibalik, II dst. tidak dibalik

Penulis Diurutkan Menurut Abjad.

Cooper, D.R. and. C.W. Emory. 1995. *Business Research Methods*. 5th Ed Richard D. Irwin, Inc. New York.

Deshpande, R. and J. V. Farley. 2000. Organizational Culture and Marketing. *J. of Market*. 53 : 3-15

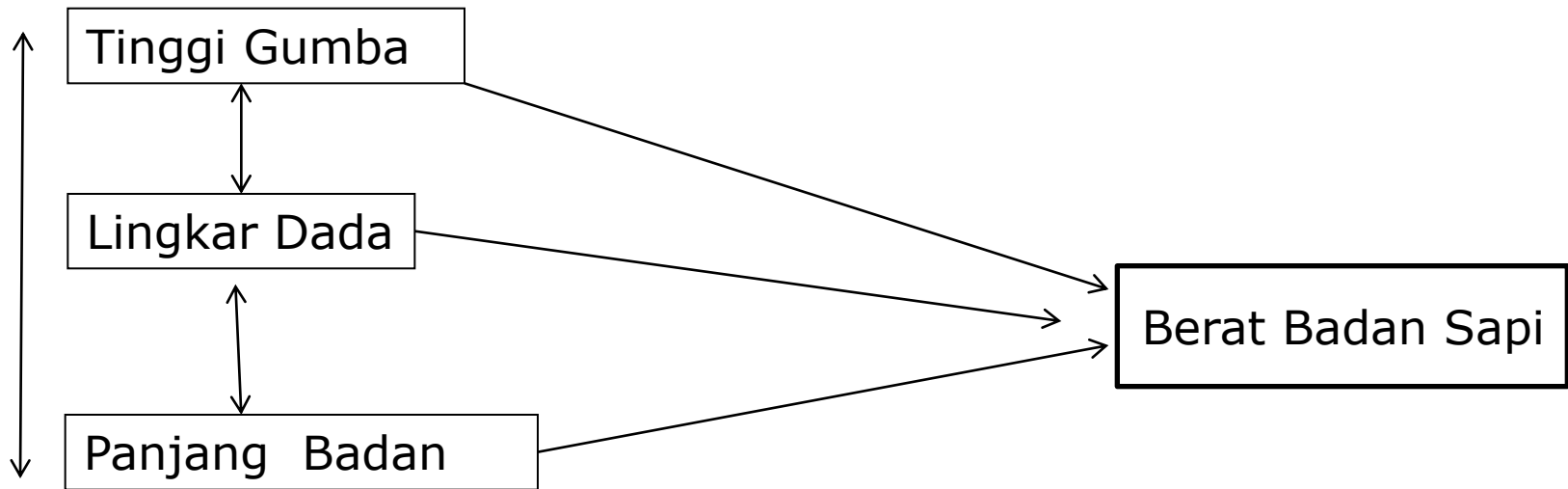
Ditbinlitabmas. 2002. *Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Ditjen Dikti, Jakarta.

Jurnal Dinamika Sosial. 2002. Hak Asasi Manusia. 3 : 1-19.

Soeratno dan L. Arsyad. 1988. *Metodologi Penelitian Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Edisi Pertama. BPFE Yogyakarta.

Penyusunan Kerangka Konseptual

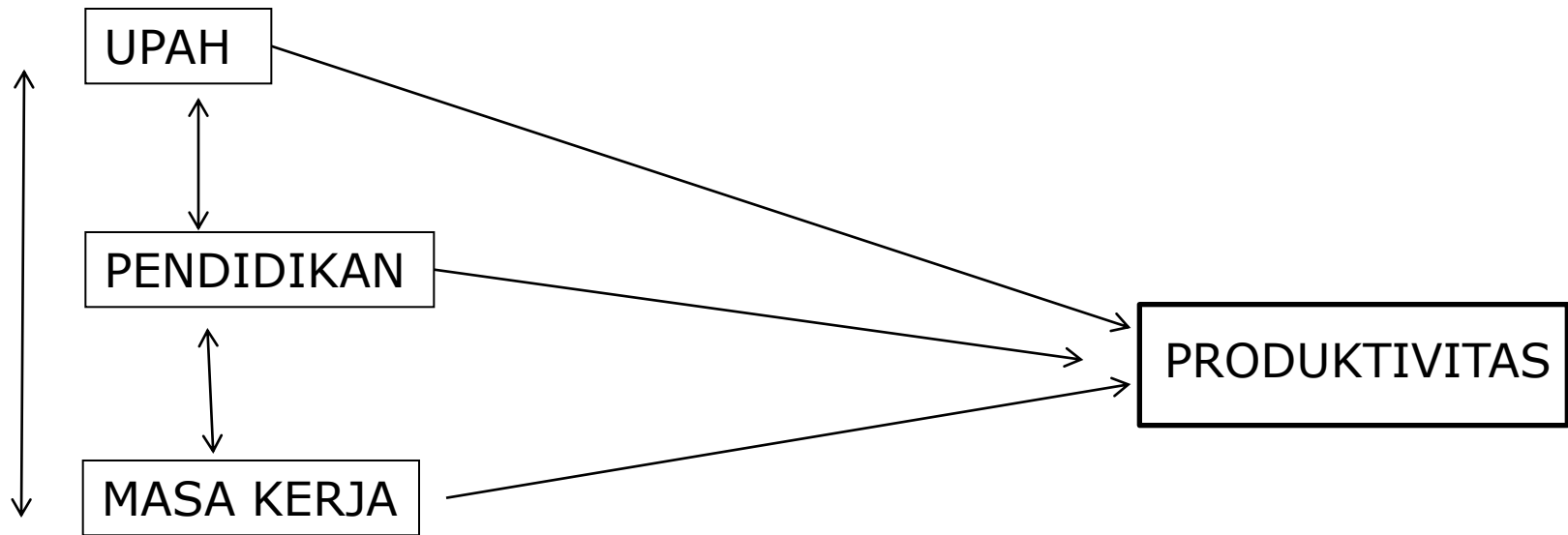
- **Kerangka Teori Dari Studi Kepustakaan**
- **Memudahkan Pemahaman Hipotesis**



**Digunakan Analisis Regresi dg program SPSS
Tidak (Multikolinier, Otokorelasi, Heterokedastisitas)
dan residu distribusi normal**

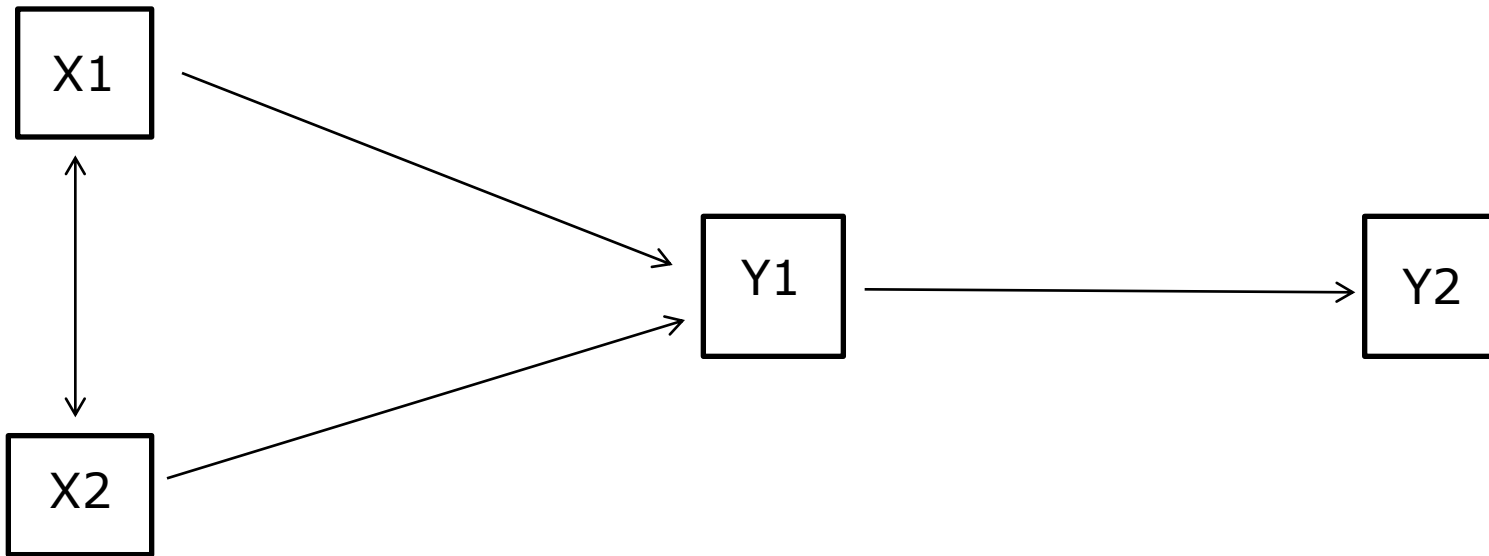
Penyusunan Kerangka Konseptual

- **Kerangka Teori Dari Studi Kepustakaan**
- **Memudahkan Pemahaman Hipotesis**



**Digunakan Analisis Regresi dg program SPSS
Tidak (Multikolinier, Otokorelasi, Heterokedastisitas)
dan residu distribusi normal**

SEMUA VARIABEL TERUKUR DAN ADA VARIABEL INTERVENING



X1 = Kemandirian Keuda

X2 = Pertumbuhan Ekonomi

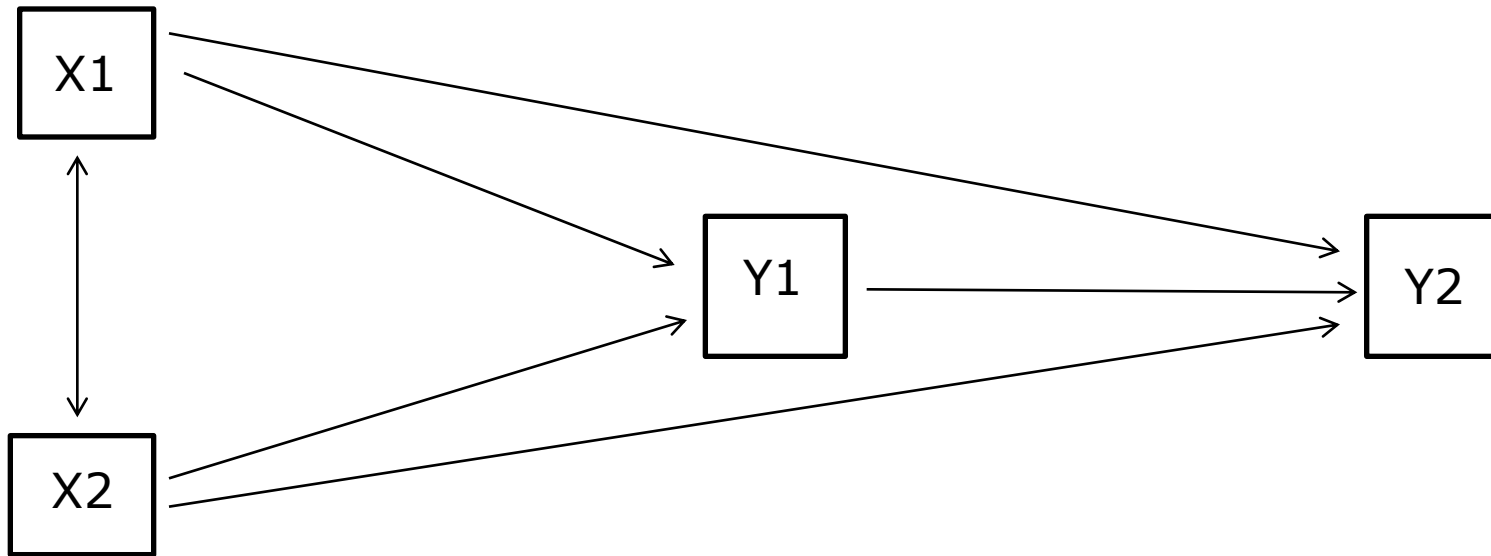
Y1 = Belanja Modal

Y2 = Kesejahteraan
Masyarakat

↔ Multikolinier

Analisis Jalur Dengan AMOS, LISREL ATAU SPSS

SEMUA VARIABEL TERUKUR DAN ADA VARIABEL INTERVENING



X1 = Konsumsi Glukosa

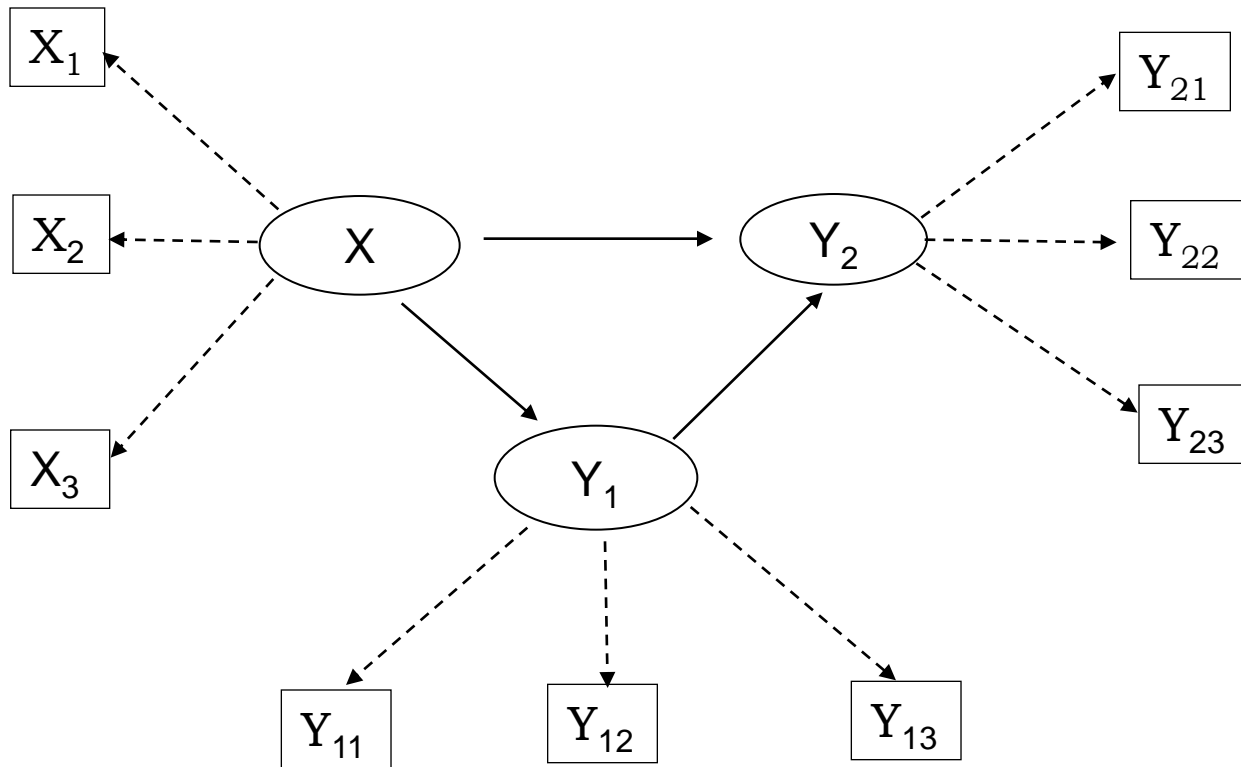
Y1 = Kadar Glukosa Darah

X2 = Konsumsi Lemak

Y2 = Kualitas Spermatozoa

↔ Multikolinier

14/11/2015 Analisis Jalur Dengan AMOS, LISREL ATAU SPSS

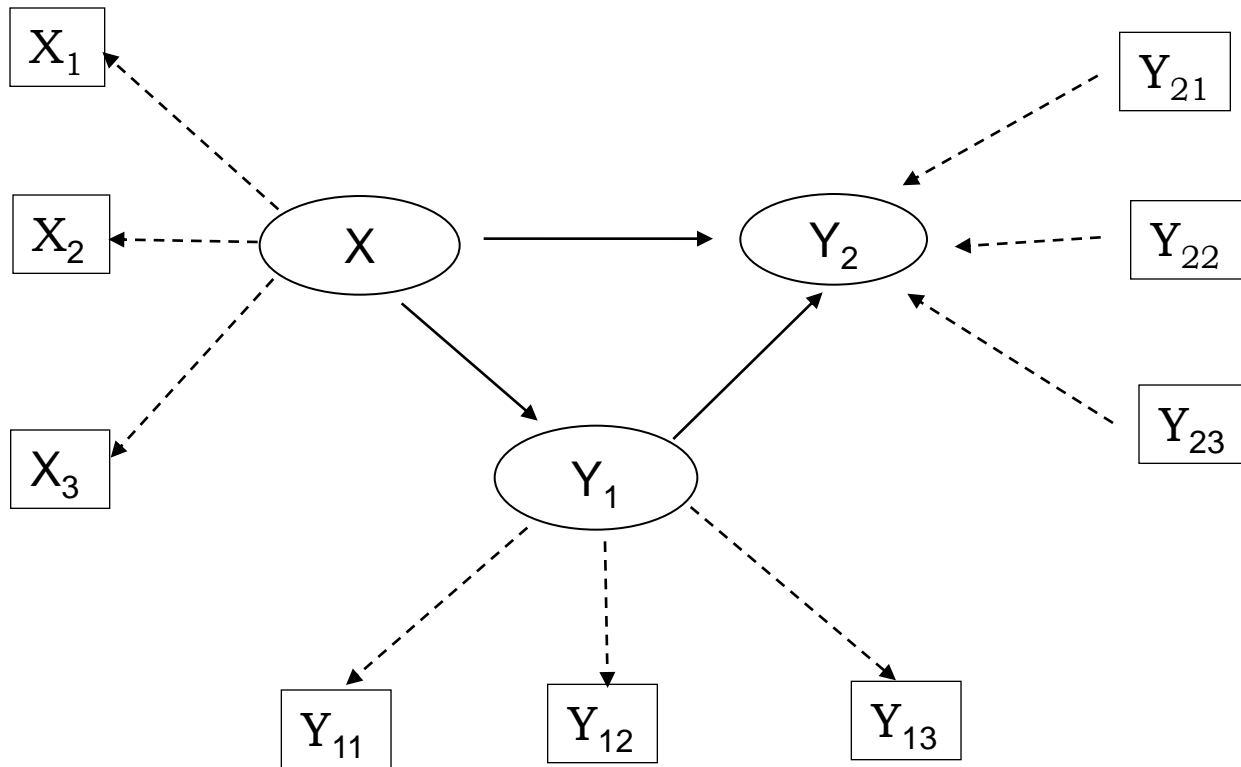


X = Motivasi

Y1 = Komitmen

Y2 = Kinerja Karyawan

Digunakan SEM (AMOS/LISREL)

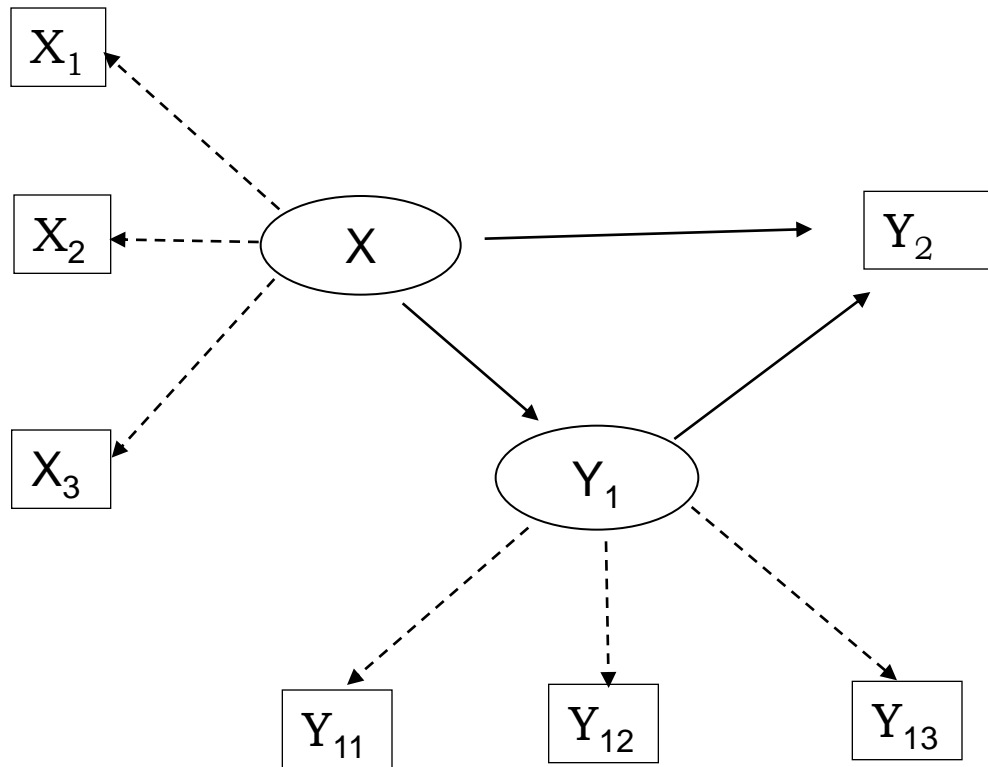


X = Laten

Y1 = Laten

Y2 = Laten

Digunakan PLS (Partial Least Square)



X = Laten

Y1 = Laten

Y2 = Terukur

Digunakan PLS (Partial Least Square)

Hipotesis Penelitian

- **Kata Hipo** : - Lemah
- **Tesis** : - Pernyataan
- **Penelitian Kualitatif** tidak perlu Hipotesis
- **Hipotesis Yang Baik** :
 - Pernyataan tanpa diawali kata diduga
 - Informatif
 - Dapat diuji
 - Sinkron dengan rumusan masalah
 - Penulisan tidak boleh bentuk H_0 dan H_1
- **Isi** :
 - Pengaruh
 - Hubungan
 - Perbedaan

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian eksperimental :

- Acak lengkap
- Acak kelompok
- Bujur sangkar latin
- Sama subyek
- Faktorial

Rancangan penelitian non eksperimental :

- Ranc Eksplanatori, Cohort, Case Control

POPULASI SAMPSEL

Populasi: - Totalitas Unit yang diteliti

Sampel : - Bagian Populasi
- Proses Sampling

Populasi: - Finit
- Infinit

SELURUH POPULASI  **SENSUS**

Alasan Sampling :

- Menghemat biaya, tenaga & waktu
- Ketelitian
- Kelestarian unit penelitian

BESAR SAMPEL

Uji hipotesis satu rata-rata

$$n_i \geq \frac{\sigma^2 (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2}{(\mu_0 - \mu_a)^2}$$

BESAR SAMPEL

Uji hipotesis dua rata-rata

$$n_i \geq \frac{\sigma^2 (Z_\alpha + Z_\beta)^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

BESAR SAMPEL

Tanpa mempertimbangkan homogenitas populasi

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

t = banyak perlakuan

r = jumlah replikasi

BESAR SAMPEL

Uji hipotesis satu proporsi

$$n \geq \frac{\{Z_{\alpha} \sqrt{P_0 (1-P_0)} + Z_{\beta} \sqrt{P_a (1-P_a)}\}^2}{(P_a - P_0)^2}$$

BESAR SAMPEL

Uji hipotesis dua proporsi

$$n_i \geq \frac{\{Z_\alpha \sqrt{P_1(1-P_1)} + Z_\beta \sqrt{P_2(1-P_2)}\}^2}{(P_1 - P_2)^2}$$



BESAR SAMPEL

Berdasarkan uji Statistika

Uji Chi Square

$n = \text{jumlah kategori tiap variabel} \times \text{jumlah kategori variabel lain} \times 5$

AMOS atau LISREL

$n = 100-200$

$n = 5-10 \times \text{jumlah indikator}$

$n = 5-10 \times \text{jumlah parameter yg diestimasi}$

Besar Sampel dan Syarat Penggunaan PLS

- Besar sampel PLS = AMOS dan LISREL
- Besar sampel PLS = jumlah indikator terbanyak variabel eksogen
- **Syarat Penggunaan PLS**
 - Indikator bersifat formatif
 - Indikator campuran (ada yang formatif dan reflektif)
 - Variabel campuran (ada yang laten dan terukur)
 - Skala data nominal atau ada yang nominal
 - Semua variabel laten, semua indikator reflektif, tidak ada skala data nominal, tetapi besar sampel tidak mencukupi
 - Distribusi data tidak normal atau tidak diketahui

Metode Pengambilan Sampel (Sampling)

SAMPLING: I. Prob. Sampling
II. Non Prob. Sampling

- **PROB. SAMPLING (Cocok untuk penelitian Kuantitatif)**

1. Simple Random Sampling
2. Sistematic Sampling
3. Stratified Random Sampling
4. Cluster Random Sampling

NON PROB. SAMPLING (Cocok untuk penelitian Kualitatif)

1. Quota Sampling
2. Axidental Sampling
3. Purposive Sampling
4. Saturation Sampling
5. Snowball Sampling

Klasifikasi, dan Definisi Operasional Variabel

- Variabel adalah suatu konsep yang nilainya bervariasi.
- Fungsi:
 - Variabel sebab
 - Variabel penghubung
 - Variabel tergantung

Klasifikasi Variabel tidak perlu utk penelitian kualitatif

Variabel bebas (variabel independen, variabel eksogen) : variabel yg berpengaruh, tetapi tidak dipengaruhi oleh variabel lain

Variabel moderating adalah variabel yg memperkuat atau memperlemah pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya

Variabel intervening (variabel endogen intervening) adalah variabel yg selain dipengaruhi juga mempengaruhi variabel lain.

Variabel tidak bebas (variabel tergantung, variabel terikat, variabel dependen, variabel endogen dependen) adalah variabel yang dipengaruhi, tetapi tidak mempengaruhi variabel lainnya.

Jika variabel laten (tidak bisa diukur langsung), mengukurnya melalui indikator dengan memberikan skor.

Skoring yang sering digunakan adalah skala Likert. Skala Likert yang orisinal adalah 1, 2, 3, 4 dan 5. Nilai di tengah sering dihilangkan agar tidak terjadi sentral tendensi sehingga menjadi 1, 2, 3, dan 4.

Rancangan Penelitian Eksperimental

1. Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Semua variabel selain perlakuan yang diberikan adalah homogen.

Skema RAL

Perlakuan

1 2 k

Data

Pengamatan

Rata-rata

Uji Statistika yg digunakan : Uji t, Wilcoxon, X^2 , Kruskal Wallis, Anava dg lanjutan LSD, HSD, SNK, DMRT, Dunnett dll.

2. Rancangan Sama Subyek (RSS)

Semua variabel selain perlakuan yang diberikan adalah homogen dg menggunakan subyek yg sama

Skema RSS

Subyek	Perlakuan			
	1	2	k
1				
..				
s				
Rata-rata				

Uji Statistika yg digunakan : Uji t, Wilcoxon, Mc Nemar, Cochran, Friedman, Anava dg lanjutan LSD, HSD, SNK, DMRT, Dunnett dll.

3. Rancangan Acak Kelompok (RAK)

Semua variabel selain perlakuan yang diberikan adalah homogen kecuali kelompok tidak homogen.

Skema RAK

Kelompok	Perlakuan			
	1	2	k
1				
..				
b				
Rata-rata				

Uji Statistika yg digunakan : Uji t, Wilcoxon, Friedman, Anava dg lanjutan LSD, HSD, SNK, DMRT, Dunnett dll.

3. Rancangan Acak Kelompok (RAK)

Semua variabel selain perlakuan yang diberikan adalah homogen kecuali kelompok tidak homogen.

Skema RAK

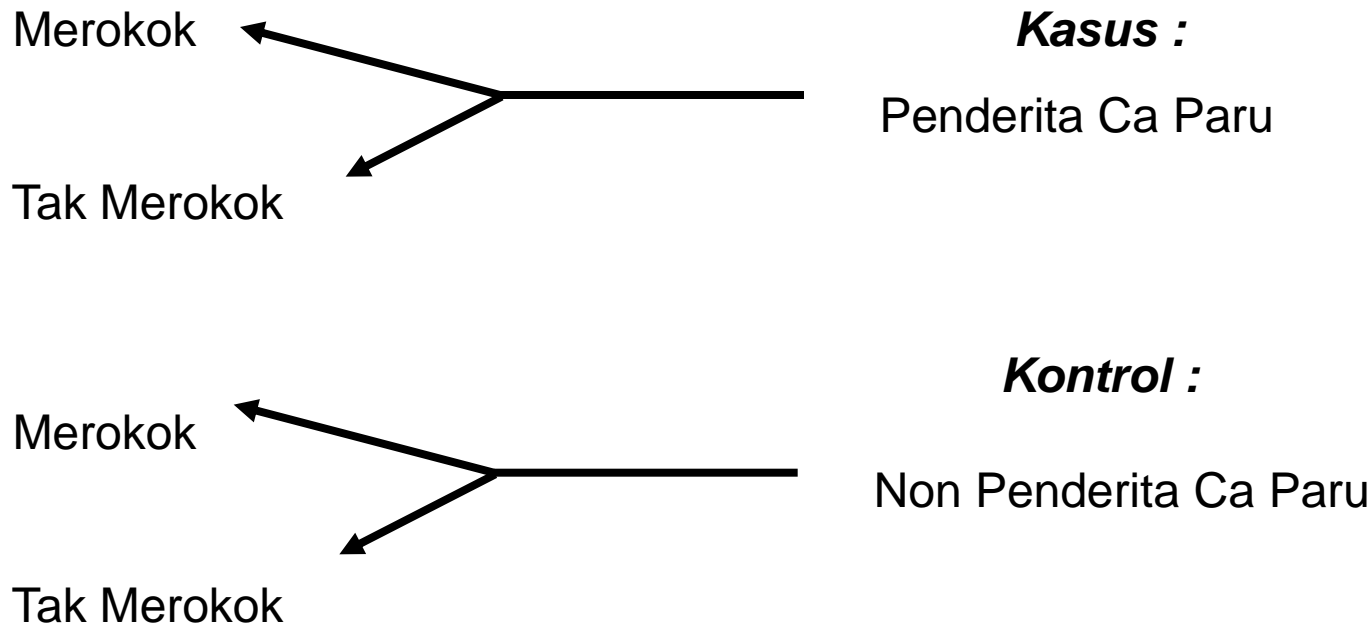
Kelompok	Perlakuan			
	1	2	k
1				
..				
b				
Rata-rata				

Uji Statistika yg digunakan : Uji t, Wilcoxon, Friedman, Anava dg lanjutan LSD, HSD, SNK, DMRT, Dunnett dll.

Rancangan Penelitian Non Eksperimental

1. Rancangan Penelitian Case Control

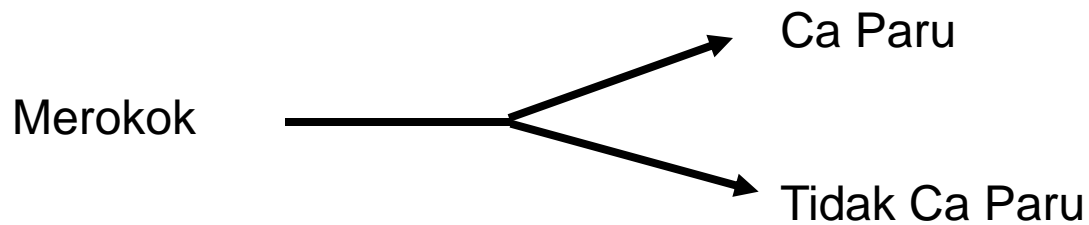
Menggunakan pendekatan retrospective



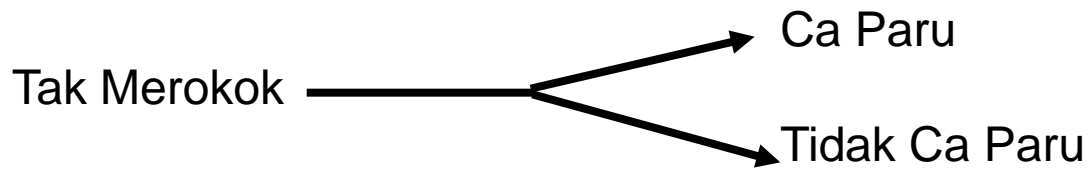
2. Rancangan Penelitian Cohort

Menggunakan pendekatan prospektif

Risiko :



Kontrol :



3. Rancangan Eksplanatori

Rancangan yang menjelaskan tentang pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya. Digunakan pada Analisis Regresi, Analisis Jalur dan SEM (Structural Equation Modeling = Pemodelan Persamaan Struktural)

Metode Pengumpulan Data

- **1. Metode Observasi:**
 - Partisipasi
 - Non Partisipasi
- **2. Metode Wawancara**
 - Terstruktur
 - Tak Terstruktur
- **3. Metode Angket**
 - Tertutup
 - Terbuka
 - Kombinasi Terbuka Dan Tertutup
- **4. Metode Dokumenter**

Data (Datum)

- **Ciri Yang Dipunyai Individu**
- **Sumber :**
 - Data Primer
 - Data Sekunder
- **Cara :**
 - Data Diskret
 - Data Kontinu
- **Skala Pengukuran:**
 - Data Rasio / Nisbah
 - Data Interval / Selang
 - Data Ordinal / Jenjang
 - Data Nominal / Kategorial

UJI STATISTIKA PARAMETRIK DAN NONPARAMETRIK

SKALA DATA	DUA SAMPEL		LEBIH 2 SAMPEL		REGRESI	KORELASI /ASOSIASI
	RELATED	INDEPENDENT	RELATED	INDEPENDENT		
RASIO /INTERVAL	t pasangan	t bebas	Anova sama subyek & Multiple Comparison	Anova & Multiple Comparison	Linier	Pearson Korelasi Multiple
ORDINAL	Wilcoxon pasangan	Wilcoxon/U Test	Friedman & Multiple Comparison	Kruskal Wallis & Multiple Comparison	Ordinal	Spearman
NOMINAL	Mc Nemar	X ² Fisher Exact Test	Cochran & Multiple Comparison	X ² & Multiple Comparison	Logistik	Asosiasi Phi, C

MODERATING STRUCTURAL EQUATION MODELLING

Oleh:
Dr. Bambang Widjanarko Otok



PERGURUAN TINGGI

**Pemecahan Masalah
(Penelitian)**

**Masalah Baru
Yang Mendasar**

**Masalah yang
membuat pengetahuan
menjadi lebih bermanfaat**

PENGEMBANGAN SAINS

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

EKSPERIMEN – EKSPERIMEN & SURVEY

DATA

STATISTIKA



Pemecahan Masalah (Penelitian)
Seringkali Membatasi Jumlah Peubah Terkait



**sebagian informasi hilang yang justru
berkonsekuensi dalam kesimpulan penelitian**

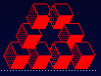


*penelitian harus melihat kerangka
permasalahan secara menyeluruh*

Klasifikasi Metode Statistika



Jenis Data



Data Kualitatif



Data Kuantitatif



DISKRIT

KONTINU



$$\text{DATA} = \text{MODEL} + \text{ERROR}$$

PENENTUAN MODEL TERBAIK

- estimasi parameter dan pengujian parameter
- sederhana, akurasi tinggi
- terpenuhi asumsi pada error → Pendekatan Parametrik

Tidak Ada Model Yang Benar, Yang Ada Model Terbaik

Pemecahan Masalah Adalah Proses Yang Berulang Yang Tidak Kunjung Selesai

MODEL REGRESI
 $(X, Y): \rightarrow Y = G(x) + \varepsilon$

Parametrik
 $Y = X\beta + \varepsilon$

Nonparametrik
 $Y = f(x) + \varepsilon$

Semiparametrik
 $Y = X\beta + f(t) + \varepsilon$

- Bentuk G diketahui

- Bentuk G tidak diketahui

- Bentuk G sebagian diketahui & sebagian tidak

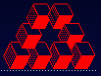
$\hat{G} \approx \hat{\beta}$
(Estimasi Parameter)

$\hat{G} \approx \hat{f}$
(Estimasi Fungsi)

$\hat{G} \approx \hat{\beta} \ \& \ \hat{f}$
(Estimasi Parameter & Estimasi Fungsi)

TATA CARA PEMODELAN

- Scatter Plot
- Informasi masa lalu
- Filosofis data



Model Regresi

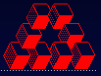
Analisis Regresi

Menganalisa hubungan dan mengetahui pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen dengan terlebih dahulu mencari pola hubungan secara matematis.

Regresi Linier Berganda

Mencari pola hubungan yang dapat digambarkan secara matematis antara satu variabel respon dengan beberapa variabel prediktor secara serentak.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$



Model Regresi

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

dimana:

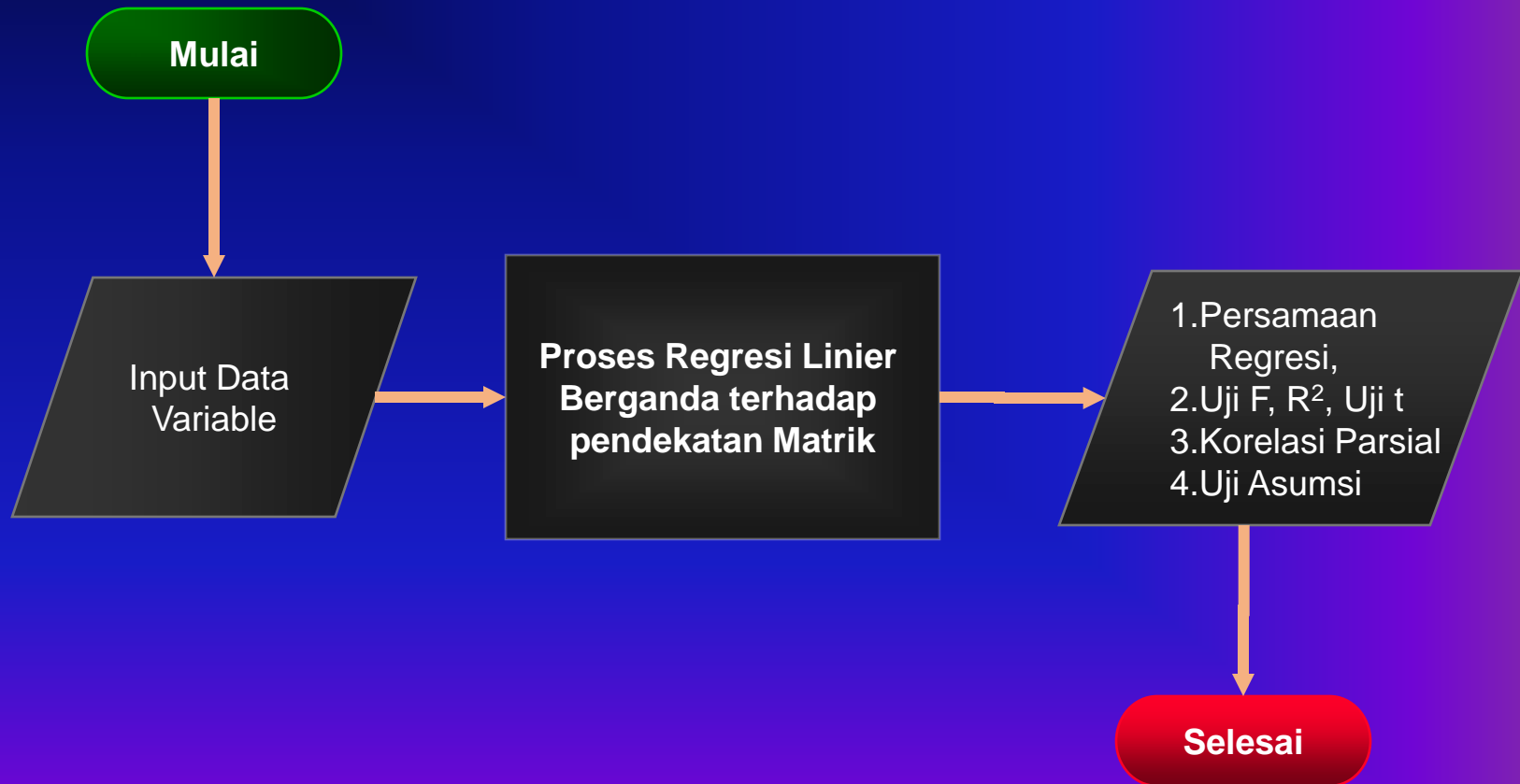
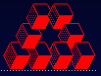
Y_i = variabel dependent/respon/output

X_i = variabel independent/prediktor/input/fixed

β_i = parameter/koeffisien regresi

ε_i = unsur gangguan yang diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal atau $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$

Alur Pemodelan Regresi



Koefisien Regresi

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Persamaan Regresi

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki}$$

Pengujian koefisien regresi
secara serentak

$$\begin{aligned} F_{\text{rasio}} &= \text{MSReg}/\text{MSRes} \\ &= (\text{SSReg}/k)/(\text{SSRes}/n-k-1) \end{aligned}$$

Keterangan

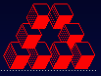
MSReg = jumlah kuadrat yang
dijelaskan (akibat regresi)
MSRes = jumlah kuadrat residual
(akibat residual)

Pengujian koefisien regresi
secara individu

$$t = \frac{\hat{\beta}_i}{se(\hat{\beta}_i)}$$

Keterangan

$\hat{\beta}_i$ = Nilai taksiran dari β_i
 $se(\hat{\beta}_i)$ = Standart deviasi dari β_i



Koefisien Determinasi

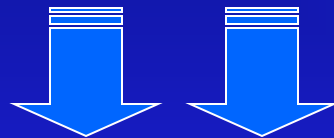
Koefisien determinasi (R^2) merupakan rasio antara variasi regresi terhadap variasi total, yaitu proporsi yang menyatakan berapa persen variasi data (variasi di sekitar Y) yang diterangkan oleh model.

$$R^2 = \frac{SSReg}{SST} \times 100\%$$

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki}$$



Jika pada variabel independen terjadi korelasi (ada multikolinearitas) maka Analisis Regresi Ganda (ARG) tidak layak dipakai



RKU (Regresi Komponen Utama)

atau

PLS (Partial Least Square)

MODERATING SEM (MSEM)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

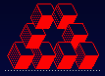
ADA INTERAKSI



MODERATED REGRESSION ANALYSIS (MRA)
Regresi linear yang memasukkan variabel ketiga (Moderating):
PERKALIAN ANTARA DUA VARIABEL INDEPENDEN
(Misal $D = X_1 X_2$)

**Problem: Jika X_1 dan X_2 variabel laten
maka berakibat estimator β akan bias**

MODERATING SEM (MSEM)



VARIABEL LATEN

X1

X2

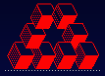
Y

MODERATING SEM (MSEM)

**INDIKATOR TUNGGAL
SEBAGAI INDIKATOR
VARIABEL MODERATING**

**(PERKALIAN ANTARA INDICATOR
VARIABEL LATEN EXOGEN
DENGAN INDICATOR
VARIABEL MODERATORNYA)**

MODERATING SEM (MSEM)

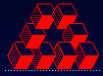


PROSEDUR MSEM

❖ Tahap pertama:

- ❖ Melakukan estimasi tanpa memasukkan variabel interaksi sehingga kita hanya mengestimasi model dengan dua variabel exogen ξ_1 dan ξ_2 yang digunakan untuk memprediksi variabel endogen η_1
- ❖ Hasil output model ini digunakan untuk menghitung nilai loading factor variabel laten interaksi (λ interaksi) dan nilai error variance dari indikator variabel laten interaksi. dengan rumus seperti dibawah ini:

MODERATING SEM (MSEM)



PROSEDUR MSEM

- $\lambda_{\text{interaksi}} = (\lambda_{x1} + \lambda_{x2}) (\lambda_{z1} + \lambda_{z2})$
- $\theta_q = (\lambda_{x1} + \lambda_{x2})^2 \text{VAR}(X) (\theta_{z1} + \theta_{z2}) + (\lambda_{z1} + \lambda_{z2})^2 \text{VAR}(Z) (\theta_{x1} + \theta_{x2}) + (\theta_{x1} + \theta_{x2}) (\theta_{z1} + \theta_{z2})$
- **dimana :**
 - $\lambda_{\text{interaksi}}$ = loading factor dari variabel laten interaksi
 - θ_q = error variance dari indikator variabel laten interaksi

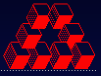
MODERATING SEM (MSEM)

PROSEDUR MSEM Metode Ping

❖ Tahap Kedua:

- ❖ Setelah nilai λ interaksi dan nilai θ_q diperoleh dari tahap pertama, maka nilai-nilai ini dimasukkan kedalam model dengan variabel laten interaksi
- ❖ Hasil perhitungan manual dari loading faktor interaksi kita gunakan untuk menetapkan nilai parameter nilai loading interaksi sedangkan hasil manual perhitungan error variance variabel interaksi kita gunakan untuk menetapkan error variance variabel interaksi.

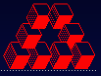
MODERATING SEM (MSEM)



Problem:

Menetapkan nilai parameter pada SEM bukanlah suatu masalah yang akan menyebabkan estimasi menjadi bias, asalkan variabel laten adalah unidimensi dan bukan multi dimensi (second order factor).

MODERATING SEM (MSEM)



Problem:

Menetapkan nilai parameter pada SEM bukanlah suatu masalah yang akan menyebabkan estimasi menjadi bias, asalkan variabel laten adalah unidimensi dan bukan multi dimensi (second order factor).

PROSEDUR MSEM Analisis Sub Group

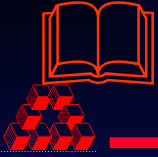


- ❖ Model MSEM dengan Pendekatan Analisis Sub Group dilakukan dengan memisahkan (split) menjadi dua kelompok.
- ❖ Pemisahan dua kelompok seringkali didasarkan pada nilai rata-rata. Kelompok Tinggi (Nilai Diatas rata-rata), sedangkan kelompok Rendah (Nilai Dibawah rata-rata)

PROSEDUR MSEM Analisis Sub Group

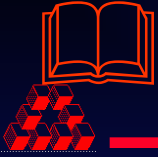


- ❖ Lakukan estimasi dua model, yaitu pada kondisi variabel moderating tinggi (kelompok tinggi), dan kondisi variabel moderating rendah (kelompok rendah)
- ❖ Bandingkan hasil koefisien parameter kedua model, yaitu untuk melihat ada tidaknya pengaruh moderasi dalam model



DAFTAR PUSTAKA

- **Bollen. 1989. *Structural Equations with Latent Variables*. New York. John Wiley & Sons.**
- **Chin, W.W. 1998. *The Partial Least Squares Approach for Structural Equation Modeling*. Cleveland. Ohio.**
- **Dijkstra, T. 1983. Some Comments on Maximum Likelihood and Partial Least Squares Methods. *Journal of Econometrics*, 22, 67-90.**
- **Dijkstra, T. 1985. *Latent Variables in Linear Stochastic Models: Reflections on Maximum Likelihood and Partial Least Squares Methods*. 2nd ed. Amsterdam, The Netherlands: Sociometric Research Foundation.**
- **Garthwaite, P.H., 1994. An Interpretation of Partial Least Squares, *Journal of American Statistical Association*, vol. 89, no. 425: 112-127**
- **Geladi, P. and B.R. Kowalski. 1986. *Partial Least Squares : a Tutorial*, *Analytica Chimica Acta*, 185:1-17.**
- **Geisser, S. 1975. The Predictive Sample Reuse Method with Application. *Journal of The American Statistical Association*. Vol. 70. 320-328.**
- **Ghozali, I. 2006. *Structural Equation Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square (PLS)*. Universitas Diponegoro.**



DAFTAR PUSTAKA

- Jolliffe, I.T. 1986. *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag, New York.
- Joreskog , K.G & Young.F. 1996. Non Linear structural equation models : the Kenny Jud model with interaction effect, in Marcoulides, GA & Schumaker, RE. (eds)
- Krzanowski, W.J. 1990. *Principles of Multivariate Analysis: A User's Prespective* Oxford University Press, New York
- Martens, H. & T. Naes. 1989. *Multivariate Calibration*. John Willey & Sons. Chichester, England.
- Montgomery, Douglas C and Peck, Elisabeth A, 1991. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Second Edition. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Myers, Reymond H. 1989. *Classical and Modern Regression with Application*. Second Editon, Boston, PWS-KENT Publishing Company
- Naest, T & Marthens, H, 1985. Comparison of Prediction Methods for Multikoliner Data, *Comm, Statistics Simulation Comput*, 14: 545-576
- Ping.R.A.1995.A Parsimonious estimating technique for interaction and quadratic latent variable. *Journal of Marketing Research*, 32. 336-347
- Tobias, R. 1995. *An Introduction to Partial Least Squares Regression*. In Proceedings of the Twentieth Annual SAS Users Group International Coference, Cary, NC : SAS Insitute Inc., 1250-1257.
- Wisberg, Sanford. 1985. *Applied Linear Regression*. Second Edition. John Wiley & Son, Inc
- Wold. S., Ruhe, A., Wold, H., and Dunn, W.J. 1984. The Collinearity Problem in Linear Regression: The Partial Least Square (PLS) Approach to Generalized Inverses, *SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing*, vol.5, no. 3: 735-743
- Wold, H. 1985. Partial Least Square. *Encyclopedia of Statistical Sciencies*. Vol 8. 587-599.
- Young, P.J. 1994. A reformulation of the partial least square regression algorithm. *SIAM J. SCL STAT Comput*, vol.5, no.1:225-230

(PLS)

FKH UNAIR SURABAYA

Structural Equation Modeling dengan PLS

PARTIAL LEAST SQUARE

Oleh:
Bambang Widjanarko Otok



PERGURUAN TINGGI

**Pemecahan Masalah
(Penelitian)**

**Masalah Baru
Yang Mendasar**

**Masalah yang
membuat pengetahuan
menjadi lebih bermanfaat**

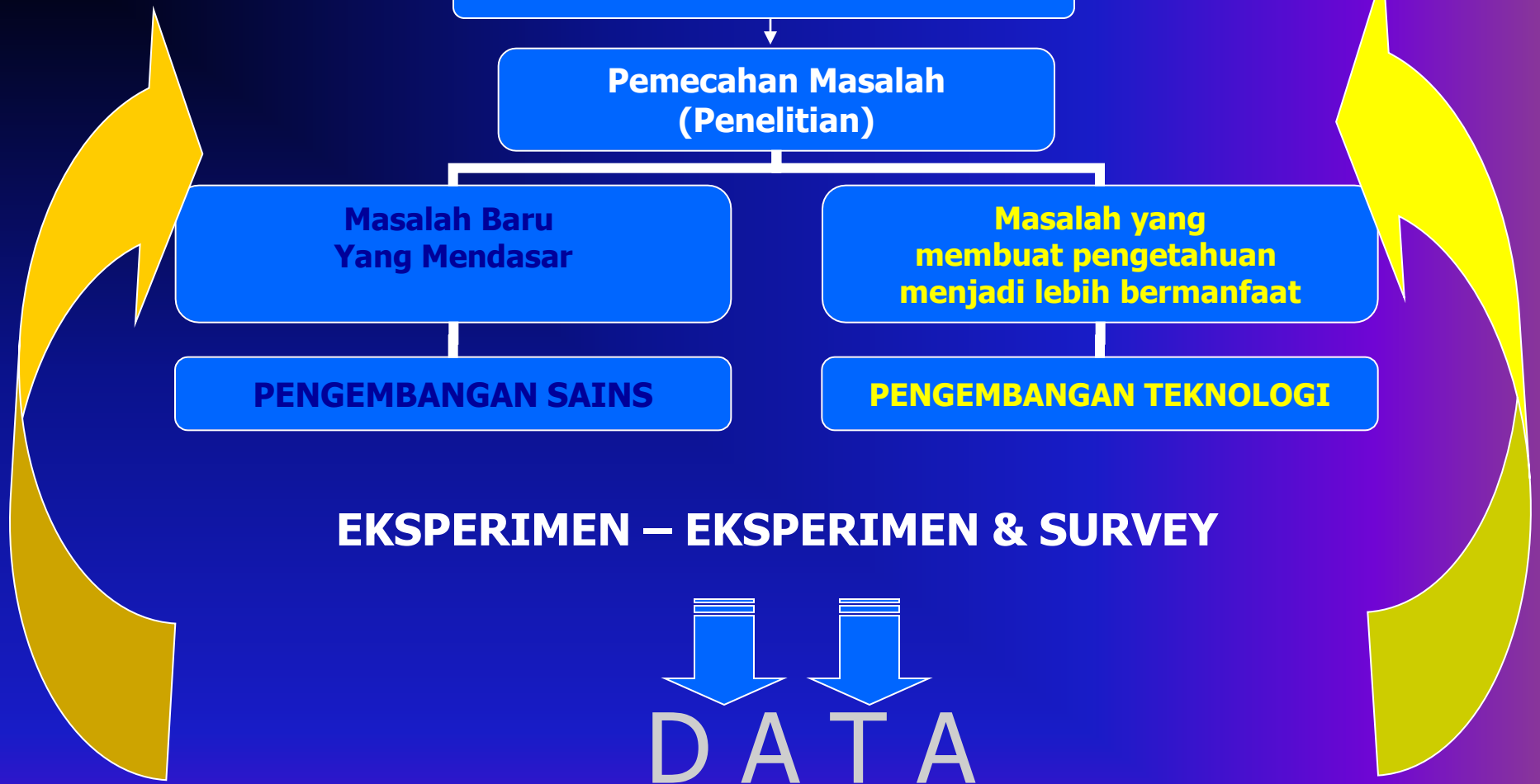
PENGEMBANGAN SAINS

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

EKSPERIMEN – EKSPERIMEN & SURVEY

DATA

STATISTIKA



**Pemecahan Masalah (Penelitian)
Seringkali Membatasi Jumlah Peubah Terkait**



**sebagian informasi hilang yang justru
berkonsekuensi dalam kesimpulan penelitian**

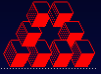


*penelitian harus melihat kerangka
permasalahan secara menyeluruh*

Klasifikasi Metode Statistika



Jenis Data



Data Kualitatif

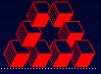


DISKRIT

Data Kuantitatif



KONTINU



$$\text{DATA} = \text{MODEL} + \text{ERROR}$$

PENENTUAN MODEL TERBAIK

- estimasi parameter dan pengujian parameter
- sederhana, akurasi tinggi
- terpenuhi asumsi pada error → Pendekatan Parametrik

Tidak Ada Model Yang Benar, Yang Ada Model Terbaik

Pemecahan Masalah Adalah Proses Yang Berulang Yang Tidak Kunjung Selesai

MODEL REGRESI

$$(X, Y): \rightarrow Y = G(x) + \varepsilon$$

Parametrik

$$Y = \mathbf{X}\beta + \varepsilon$$

- Bentuk G diketahui

$$\hat{G} \approx \hat{\beta}$$

(Estimasi Parameter)

Nonparametrik

$$Y = f(x) + \varepsilon$$

- Bentuk G tidak diketahui

$$\hat{G} \approx \hat{f}$$

(Estimasi Fungsi)

Semiparametrik

$$Y = \mathbf{X}\beta + f(t) + \varepsilon$$

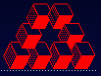
- Bentuk G sebagian diketahui & sebagian tidak

$$\hat{G} \approx \hat{\beta} \& \hat{f}$$

(Estimasi Parameter & Estimasi Fungsi)

TATA CARA PEMODELAN

- Scatter Plot
- Informasi masa lalu
- Filosofis data



Model Regresi

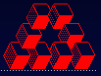
Analisis Regresi

Menganalisa hubungan dan mengetahui pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen dengan terlebih dahulu mencari pola hubungan secara matematis.

Regresi Linier Berganda

Mencari pola hubungan yang dapat digambarkan secara matematis antara satu variabel respon dengan beberapa variabel prediktor secara serentak.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$



Model Regresi

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

dimana:

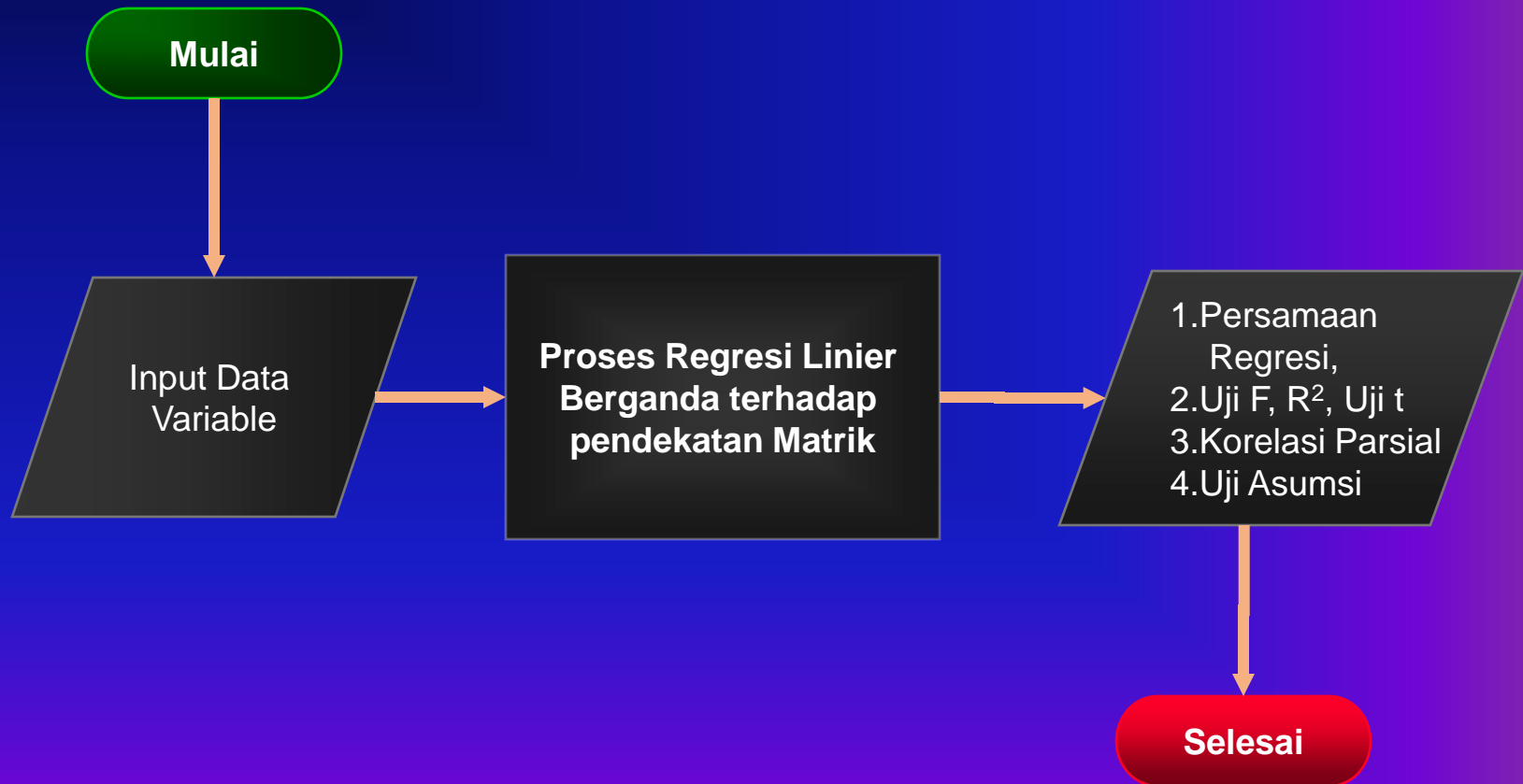
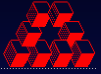
Y_i = variabel dependent/respon/output

X_i = variabel independent/prediktor/input/fixed

β_i = parameter/koeffisien regresi

ε_i = unsur gangguan yang diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal atau $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$

Alur Pemodelan Regresi



Koefisien Regresi

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Persamaan Regresi

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki}$$

Pengujian koefisien regresi
secara serentak

$$\begin{aligned} F_{\text{rasio}} &= \text{MSReg}/\text{MSRes} \\ &= (\text{SSReg}/k)/(\text{SSRes}/n-k-1) \end{aligned}$$

Keterangan

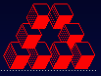
MSReg = jumlah kuadrat yang
dijelaskan (akibat regresi)
MSRes = jumlah kuadrat residual
(akibat residual)

Pengujian koefisien regresi
secara individu

$$t = \frac{\hat{\beta}_i}{se(\hat{\beta}_i)}$$

Keterangan

$\hat{\beta}_i$ = Nilai taksiran dari β_i
 $se(\hat{\beta}_i)$ = Standart deviasi dari β_i



Koefisien Determinasi

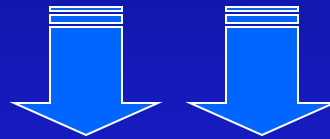
Koefisien determinasi (R^2) merupakan rasio antara variasi regresi terhadap variasi total, yaitu proporsi yang menyatakan berapa persen variasi data (variasi di sekitar Y) yang diterangkan oleh model.

$$R^2 = \frac{SSReg}{SST} \times 100\%$$

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki}$$



Jika pada variabel independen terjadi korelasi (ada multikolinearitas) maka Analisis Regresi Ganda (ARG) tidak layak dipakai

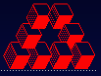


RKU (Regresi Komponen Utama)

atau

PLS (Partial Least Square)

RKU (Regresi Komponen Utama)



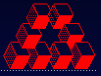
RKU digunakan untuk mengatasi kolinearitas ganda yang sering dijumpai pada model ARG (khususnya jika $m < n$), baik yang respon tunggal maupun respon ganda.

Variabel-variabel \mathbf{X} diganti oleh variabel baru (komponen utama) yang memiliki sifat lebih baik (orthogonal) dan merentang dimensi ganda ruang matriks \mathbf{X}

$$\mathbf{T} = \mathbf{X}\mathbf{P} = \mathbf{T}\mathbf{P}^T\mathbf{P} = \mathbf{T}\mathbf{I}_n$$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{T}^T\mathbf{T})^{-1}\mathbf{T}^T\mathbf{Y}$$

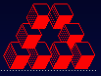
RKU (Regresi Komponen Utama)



Matriks kebalikan $T^T T$ tidak lagi menjadi masalah karena keortogonalan skor.

RKU dapat menyelesaikan masalah kolinearitas (melalui jaminan matriks non singular) dengan dimensi yang lebih kecil (Jackson, 1991).

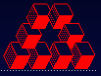
PLS (Partial Least Square)



KONSEP

Pada RKU, komponen utama dihitung masing-masing pada variabel-variabel X dan variabel-variabel Y secara terpisah, sedangkan pada PLS, komponen utama disusun berdasarkan konsep NIPALS, dengan cara dekomposisi nilai tunggal (*Single Value Decomposition*). Setiap iterasinya variansi pada variabel-variabel X dan variansi pada variabel-variabel Y saling mempengaruhi, dimana struktur variansi kelompok variabel Y mempengaruhi kombinasi linear kelompok variabel X dan sebaliknya, struktur variansi kelompok variabel X mempengaruhi kombinasi linear kelompok variabel Y (Young,1994).

PLS (Partial Least Square)



MODEL

Model PLS terdiri atas hubungan eksternal (*outer*) yaitu hubungan kelompok X dan kelompok Y secara individual, dan hubungan internal (*inner*) yaitu hubungan antara kedua kelompok (Jackson,1991).

Hubungan eksternal untuk kelompok X adalah :

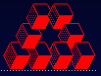
$$X = TP' + E = \sum t_h p'_h + E$$

Hubungan eksternal untuk kelompok Y adalah :

$$Y = UQ' + F^* = \sum u_h q'_h + F^*$$

Hubungan antara X dan Y terbaik diperoleh pada kondisi $\|E\|$ dan $\|F^*\|$ sekecil mungkin.

PLS (Partial Least Square)



MODEL

Model hubungan internal antara X dan Y adalah :

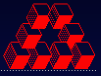
$$\hat{u}_h = \mathbf{b}_h \mathbf{t}_h$$

dengan

$$\mathbf{b}_h = \mathbf{u}'_h \mathbf{t}_h / \mathbf{t}'_h \mathbf{t}_h.$$

Vektor \mathbf{b}_h memiliki kesamaan dengan koefisien regresi, \mathbf{b} , pada model ARG dan model RKU.

PLS (Partial Least Square)



ALGORITMA PLS

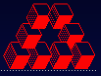
Untuk kelompok X:

1. ambil $t_0 =$ sembarang x_j , $t_i = t_0$
2. $p'_i = t'_i X / t'_i t_i (= u'X / u'u)$
3. $p'_{i+1} = p'_i / \|p'_i\|$
4. $t_{i+1} = X p'_{i+1} / p'_{i+1} p'_{i+1}$
5. bandingkan t_i dengan t_{i+1} , jika sama maka berhenti, tetapi jika tidak, kembali ke langkah 2 ($i = 1, 2, 3, \dots$).

Untuk kelompok Y:

1. ambil $u_0 =$ sembarang y_j , $u_i = u_0$
2. $q'_i = u'_i Y / u'_i u_i (= t'Y / t't)$
3. $q'_{i+1} = q'_i / \|q'_i\|$
4. $u_{i+1} = Y q'_{i+1} / q'_{i+1} q'_{i+1}$
5. bandingkan u_i dengan u_{i+1} , jika sama maka berhenti, tetapi jika tidak, kembali ke langkah 2 ($i = 1, 2, 3, \dots$).

PLS (Partial Least Square)



ALGORITMA PLS

Hubungan Kedua Kelompok:

1. ambil $u_0 = \text{sembarang } y_j$, $u_i = u_0$
2. $p'_i = u'_i X / u'_i u_i$
3. $p'_{i+1} = p'_i / \| p'_i \|^2$
4. $t_i = X p'_{i+1} / p'_{i+1} p'_{i+1}$
5. $q'_i = t'_i Y / t'_i t_i$
6. $q'_{i+1} = q'_i / \| q'_i \|^2$
7. $u_{i+1} = Y q'_{i+1} / q'_{i+1} q'_{i+1}$
8. bandingkan t_{i-1} dengan t_i , jika sama, maka berhenti, jika tidak kembali ke langkah 2 ($i = 1, 2, 3, \dots$). Pada kasus kelompok Y hanya ada satu variabel, langkah 5-8 bisa dihilangkan dengan memberi nilai $q=1$.

MODEL SPESIFIKASI PLS

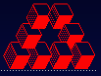


Partial Least Square (PLS) dikembangkan pertama kali oleh Wold (1966) sebagai metode umum untuk mengestimasi model jalur yang menggunakan konstruk laten dengan indikator ganda. Wold mempresentasikan dua prosedur interaktif menggunakan metode estimasi least squares (LS) untuk model komponen tunggal dan ganda serta korelasi kanonik.

PLS merupakan metode analisis yang powerfull oleh karena tidak mengasumsikan data harus dengan pengukuran skala tertentu, jumlah sample kecil. PLS dapat juga digunakan untuk teori konfirmasi.

Dibandingkan dengan SEM yang didasarkan pada kovarians, komponen dasar PLS mampu menghindari dua masalah besar yang dihadapi oleh SEM yaitu *inadmissible solution* dan *factor interminancy* (Fornell and Bookstein, 1982). Hal ini dikarenakan pendekatan untuk mengestimasi variabel laten dianggap sebagai kombinasi linier dari indikator maka menghindari masalah interminancey dan memberikan definisi yang pasti dari komponen skore (Wold, 1982).

MODEL SPESIFIKASI PLS



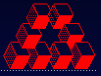
Menurut Tobias (1995), metode PLS merupakan metode pemodelan lunak (*soft modelling*), dimana:

- bentuk fungsional yang menghubungkan dua jenis variabel tidak diketahui,
- tidak memerlukan asumsi yang sangat ketat, dan
- aplikasi metode lebih ditekankan untuk pendugaan Variabel respon daripada bentuk modelnya.

Model dugaan yang eksplisit tidak terlalu penting, asalkan dipenuhi dua kriteria ketepatan, yakni:

kesesuaian model dugaan dengan seluruh data
dan
kesesuaian model dengan data baru (validasi)

MODEL SPESIFIKASI PLS

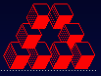


Ruang lingkup yang luas dan "keluwesan" dari pendekatan metode PLS dicerminkan oleh banyaknya variasi pemodelan PLS yang ditunjukkan dalam model hubungan internal maupun eksternal yang bersifat linear ataupun non linear dan tidak diketahui bentuknya.

Metode ini bisa menangani data berskala rasio, interval, ordinal maupun nominal.

Garthwaite (1994) menyatakan bahwa metode PLS untuk menduga model hubungan beberapa variabel prediktor dengan variabel respon ganda (PLS variabel ganda) dapat digunakan sebaik seperti untuk menduga model hubungan beberapa variabel prediktor dengan variabel respon tunggal (PLS variabel tunggal).

MODEL SPESIFIKASI PLS

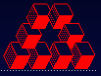


Model analisis jalur semua variabel laten dalam PLS terdiri dari tiga set hubungan (1) inner model yang menspesifikasikan hubungan antar variabel laten (structural model), (2) Outer model yang menspesifikasi hubungan antara variabel laten dengan indikator atau variabel manifestnya (measurement model), dan (3) weight relation dalam mana nilai kasus dari variabel laten dapat diestimasi.

Tanpa kehilangan generalisasi dapat diasumsikan bahwa variabel laten dan indikator atau variabel manifest yang mempunyai mean nol dan varians satu, sehingga parameter lokasi (parameter konstanta) dapat dihilangkan dalam model.

Inner model disebut juga dengan (*inner relation, structural model dan substantive theory*) menggambarkan hubungan antar variabel laten berdasarkan pada *substantive theory*.

MODEL SPESIFIKASI PLS

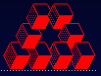


Outer model sering juga disebut (outer relation atau measurement model) mendefinisikan bagaimana setiap blok indikator berhubungan dengan variabel latennya.

Weight relation adalah estimasi spesifik dalam Inner dan outer model dalam algoritma PLS.

Model evaluasi PLS berdasarkan pengukuran prediksi yang mempunyai sifat nonparametrik. Model pengukuran atau outer model yang indikator refleksif dievaluasi dengan konvergen dan validitas diskriminan dari indikatornya dan composite reliabiliti untuk blok indikator. Sedangkan outer model dengan formatif indikator dievaluasi berdasarkan pada substantive contentnya yaitu dengan membandingkan besarnya relatif weight dan melihat signifikansi dari ukuran weight tersebut (Chin, 1998). Model struktural atau inner model dievaluasi dengan melihat nilai untuk konstruk laten respon sengan menggunakan ukuran Stone-Geisser uji (Stone, 1974; Geisser, 1975) dan juga melihat besarnya koefisien jalur strukturalnya stabilitas dari estimasi ini dievaluasi dengan menggunakan statistik uji-t yang didapat dari prosedur bootstrapping.

BOOTSTRAP

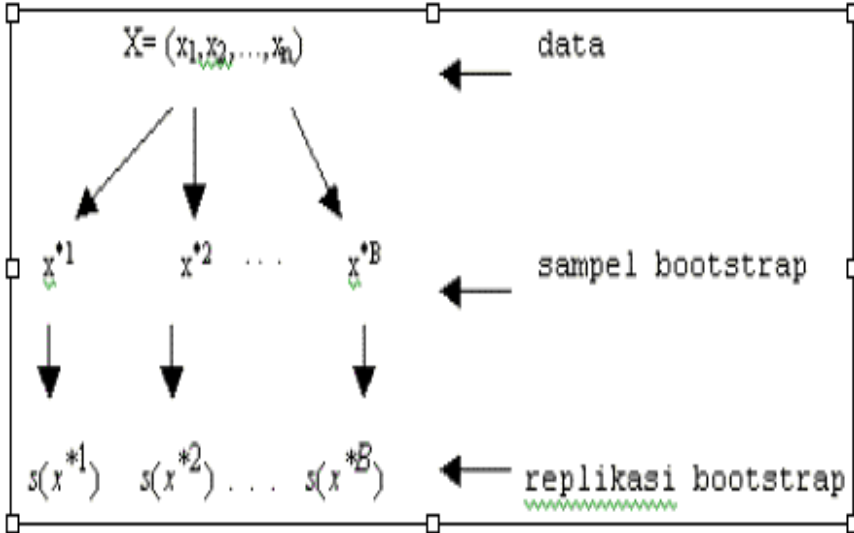


Penggunaan metode statistik parametrik biasanya mensyaratkan informasi mengenai distribusi yang harus dipenuhi dan ini sulit untuk dipenuhi. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan metode-metode yang tidak memerlukan asumsi ketat, salah satunya metode *Bootstrap*. Metode *Bootstrap* merupakan teknik nonparametrik untuk penarikan kesimpulan (*inference*).

Metode *bootstrap* pertama kali dipelajari oleh Efron (1979). Metode *bootstrap* merupakan suatu metode penaksiran nonparametrik yang dapat menaksir parameter-parameter dari suatu distribusi, variansi dari sampel median, serta dapat menaksir tingkat kesalahan (error). Pada metode *bootstrap* dilakukan pengambilan sampel dengan pengembalian (*resampling with replacement*) dari sampel data.

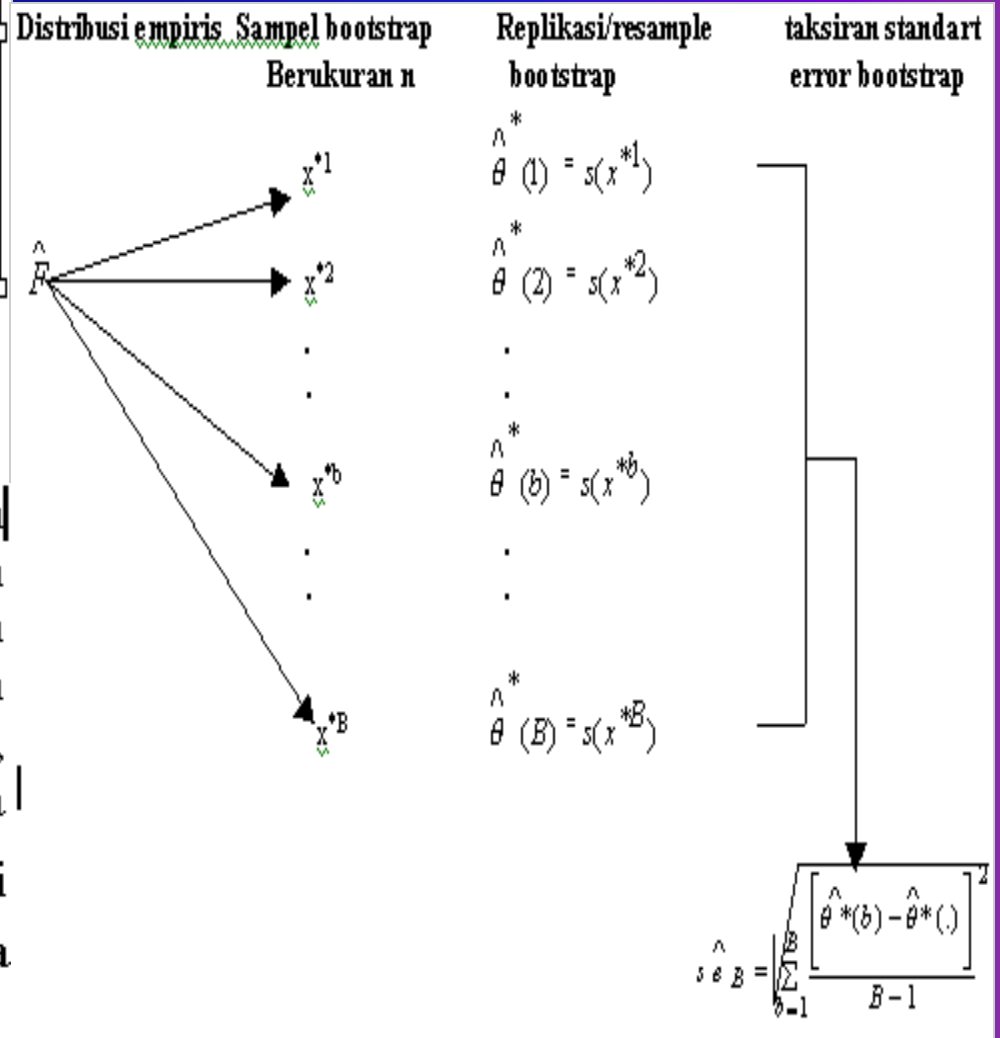
Bootstrap bertitik tolak atas dasar analog antara sampel dan populasi dari mana sampel tersebut diambil. Penarikan kesimpulan dengan *bootstrap* akan memberikan hasil yang lebih baik apabila asumsi yang ada tidak jelas dan kurang realistik untuk diterapkan pada populasi tersebut.

BOOTSTRAP



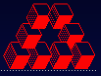
Gambar 1.
Skema Proses Bootstrap

Sebuah sampel asli (x) berukuran n yang terdiri dari x_1, x_2, \dots, x_n . Kemudian sebanyak B sampel bootstrap berukuran n diambil (*resample*) dengan pengembalian dari sample asli (x), sehingga didapatkan himpunan data bootstrap ($x_1^*, x_2^*, \dots, x_B^*$) yang terdiri dari anggota data asli, beberapa mungkin tidak akan muncul sama sekali, atau muncul hanya satu atau dua kali, tergantung randomisasi.



Gambar 2.
Algoritma bootstrap untuk perhitungan standar error

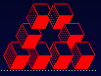
BOOTSTRAP



ALGORITMA Bootstrap

1. Ambil sampel berukuran n , yaitu $S : x_1, x_2, \dots, x_n$
2. Ambil sampel kembali dari S dengan pengembalian berukuran n dan dapatkan nilai statistik $\hat{\theta}_i$ untuk sample S_i .
3. Lakukan langkah 2 sebanyak B .
4. Tentukan nilai statistik dengan *bootstrap*:

$$\hat{\theta}_b = B^{-1} \sum \hat{\theta}_i \quad \text{dan} \quad \hat{\sigma}_\theta^* = \frac{\sum (\hat{\theta}_i - \hat{\theta}_b)^2}{(B - 1)}$$



STUDI KASUS

Identifikasi Variabel

Variabel eksogen:

- Variabel KP : Komitmen Profesional (KP1, ..., KP6)

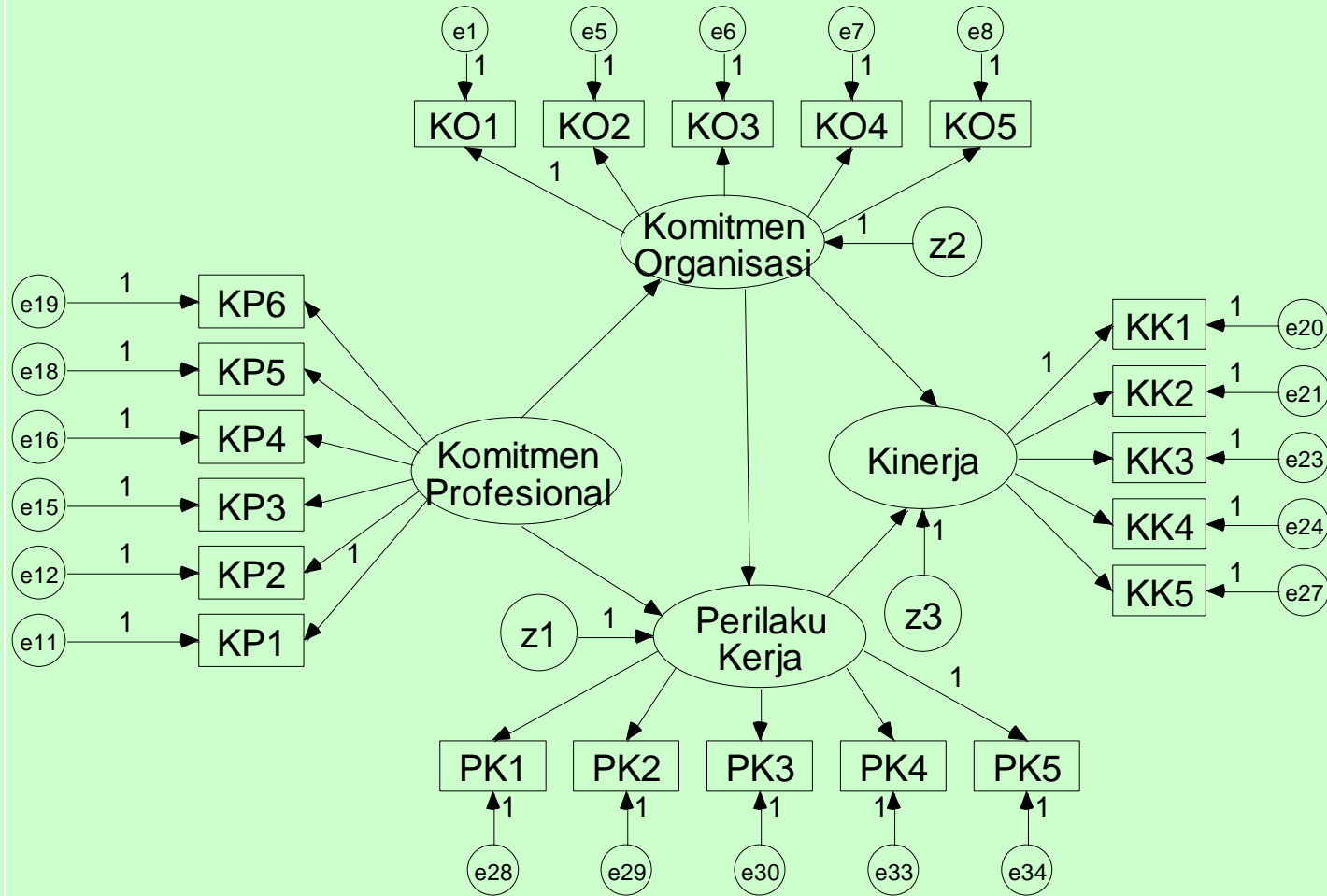
Variabel endogen, yaitu :

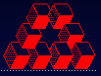
- Variabel KO : Komitmen Organisasional (KO1, ..., KO5)
- Variabel PK : Perilaku Kerja (PK1, ..., PK5)
- Variabel KK : Kinerja (KK1, ..., KK5)

Hipotesis

- Komitmen profesional berpengaruh positif terhadap perilaku kerja.
- Komitmen organisasional berpengaruh positif terhadap perilaku kerja.
- Perilaku kerja berpengaruh positif terhadap kinerja.
- Komitmen profesional berpengaruh positif terhadap komitmen organisasi.
- Komitmen Organisasional berpengaruh positif terhadap kinerja.

Model Persamaan Struktural Pada Kinerja





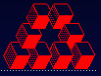
Outer loadings (measurement model)

Indikator	Komitmen Profesional	Komitmen Organisasi	Perilaku Kerja	Kinerja
1	0.704 (KP1)	0.750 (KO1)	0.804 (PK1)	0.824 (KK1)
2	0.879 (KP2)	0.846 (KO2)	0.813 (PK2)	0.687 (KK2)
3	0.797 (KP3)	0.742 (KO3)	0.840 (PK3)	0.789 (KK3)
4	0.916 (KP4)	0.761 (KO4)	0.895 (PK4)	0.807 (KK4)
5	0.842 (KP5)	0.774 (KO5)	0.810 (PK5)	0.682 (KK5)
6	0.826 (KP6)			

4

Baca Output:

Outer loadings (measurement model) atau validitas konvergen digunakan untuk menguji unidimensionalitas dari masing-masing konstruk. Chin (1998), nilai indikator loading factor yang lebih besar sama dengan 0,5 dapat dikatakan valid.

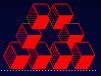


results for outer loadings

Komitmen Profesional	original sample estimate	Standard deviation	T-Statistic
KP1	0.704	0.126	5.580
KP2	0.879	0.058	15.079
KP3	0.797	0.088	9.076
KP4	0.916	0.047	19.656
KP5	0.842	0.066	12.788
KP6	0.826	0.077	10.772

Baca Output:

- nilai loading 0,704 untuk KP1 yang berarti indikator KP1 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur komitmen profesional sebesar 0,704;
- nilai loading 0,879 untuk KP2 yang berarti indikator KP2 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur komitmen profesional sebesar 0,879; ...
- nilai loading 0,826 untuk KP6 yang berarti indikator KP6 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur komitmen profesional sebesar 0,826

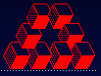


results for outer loadings

Komitmen Organisasi	original sample estimate	Standard deviation	T-Statistic
KO1	0.750	0.138	5.425
KO2	0.846	0.061	13.831
KO3	0.742	0.147	5.058
KO4	0.761	0.091	8.381
KO5	0.774	0.097	7.976

Baca Output:

- nilai loading 0,757 untuk KO1 yang berarti indikator KO1 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur komitmen organisasi sebesar 0,757;
- nilai loading 0,846 untuk KO2 yang berarti indikator KO2 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur komitmen organisasi sebesar 0,846; ...
- nilai loading 0,774 untuk KO5 yang berarti indikator KO5 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur komitmen organisasi sebesar 0,774.

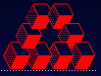


results for outer loadings

Perilaku Kerja	original sample estimate	Standard deviation	T-Statistic
PK1	0.804	0.066	12.121
PK2	0.813	0.061	13.342
PK3	0.840	0.068	12.391
PK4	0.895	0.031	29.058
PK5	0.810	0.080	10.187

Baca Output:

- nilai loading 0,804 untuk PK1 yang berarti indikator PK1 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur perilaku kerja sebesar 0,804;
- nilai loading 0,813 untuk PK2 yang berarti indikator PK2 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur perilaku kerja sebesar 0,813; ...
- nilai loading 0,810 untuk PK5 yang berarti indikator PK5 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur perilaku kerja sebesar 0,810.

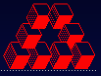


results for outer loadings

Kinerja Kerja	original sample estimate	Standard deviation	T-Statistic
KK1	0.824	0.144	5.727
KK2	0.687	0.169	4.060
KK3	0.789	0.159	4.958
KK4	0.807	0.136	5.931
KK5	0.682	0.198	3.437

Baca Output:

- nilai loading 0,824 untuk KK1 yang berarti indikator KK1 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur kinerja kerja sebesar 0,824;
- nilai loading 0,687 untuk KK2 yang berarti indikator KK2 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur kinerja kerja sebesar 0,687; ...
- nilai loading 0,682 untuk KK5 yang berarti indikator KK5 secara statistik signifikan atau valid dalam mengukur kinerja kerja sebesar 0,682.

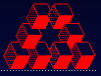


Composite Reliability

	Composite reliability
Komitmen Profesional	0.929
Komitmen Organisasi	0.883
Perilaku Kerja	0.919
Kinerja	0.872

Baca Output:

Dari Tabel di atas, menunjukkan masing-masing konstruk memiliki *composite reliability* lebih besar dari 0,8 yaitu komitmen profesional sebesar 0,929, komitmen organisasi sebesar 0,883, perilaku kerja sebesar 0,919 dan kinerja sebesar 0,812. Sehingga dapat dikatakan bahwa variabel latent komitmen profesional, komitmen organisasi, perilaku kerja dan kinerja adalah reliabel.



Average variance extracted

	Average variance extracted (AVE)	Akar AVE
Komitmen Profesional	0.689	0.830
Komitmen Organisasi	0.602	0.776
Perilaku Kerja	0.694	0.833
Kinerja	0.578	0.760



Baca Output:

Cross loadings digunakan untuk melihat validitas diskriminan. Nilai loading indikator terhadap konstraknya harus lebih besar dibandingkan nilai loading indikator dengan konstruk lainnya. Dari table di atas, criteria tersebut telah terpenuhi (angka yang dicetak tebal dan miring). Selain cross loadings, dalam melihat validitas diskriminan dapat digunakan Correlations of the latent variables dan Akar AVE, yang kriterianya hamper sama

Correlations of the latent variables dan Akar AVE



Indikator	Komitmen Profesional	Komitmen Organisasi	Perilaku Kerja	Kinerja
Komitmen Profesional	0.830			
Komitmen Organisasi	0.215	0.776		
Perilaku Kerja	0.210	0.238	0.833	
Kinerja	-0.048	0.204	0.210	0.760

1

Baca Output:

Nilai korelasi akar dari AVE setiap konstruknya harus lebih tinggi dibandingkan nilai korelasi antara konstruk dengan konstruk lainnya. Dari table di atas, criteria tersebut telah terpenuhi (angka yang dicetak tebal dan miring)

Inner weights (structural model)

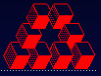


Indikator	Komitmen Profesional	Komitmen Organisasi	Perilaku Kerja	Kinerja
Komitmen Profesional		0,215	0,167	
Komitmen Organisasi			0,202	0,164
Perilaku Kerja				0,171
Kinerja				

1

Baca Output:

Setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas pada semua variabel laten yang hasil valid dan reliabel, maka variabel laten tersebut dapat dilanjutkan dalam analisis hubungan antar konstruk. Hal ini dapat dilihat dari *Inner weights (structural model)*



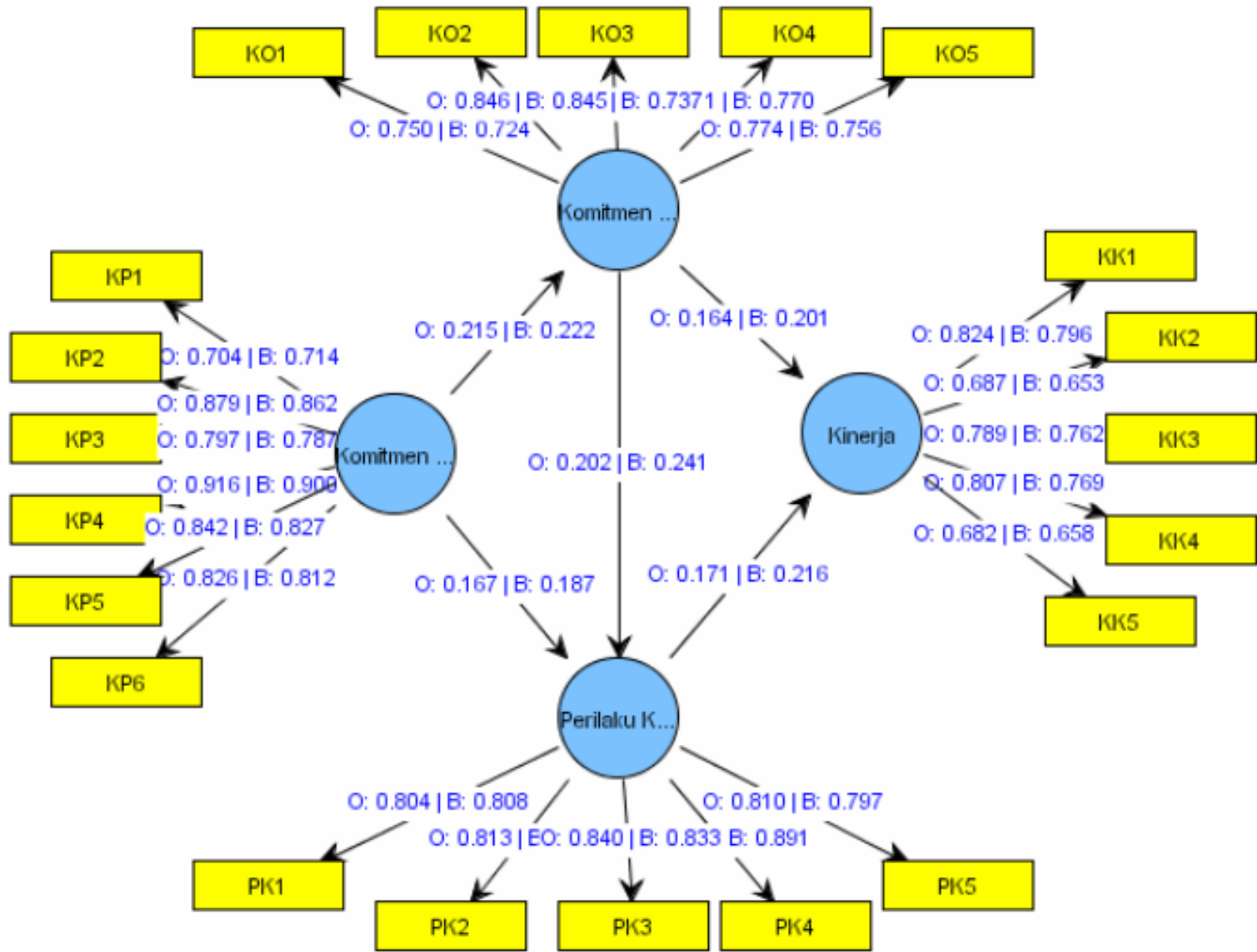
results for inner weights

	original sample estimate	mean of subsamples	Standard deviation	T-Statistic
Komitmen Profesional -> Komitmen Organisasi	0.215	0.222	0.165	1.303
Komitmen Profesional -> Perilaku Kerja	0.167	0.187	0.136	1.223
Komitmen Organisasi -> Perilaku Kerja	0.202	0.241	0.172	1.175
Komitmen Organisasi -> Kinerja	0.164	0.201	0.192	0.850
Perilaku Kerja -> Kinerja	0.171	0.216	0.178	0.957

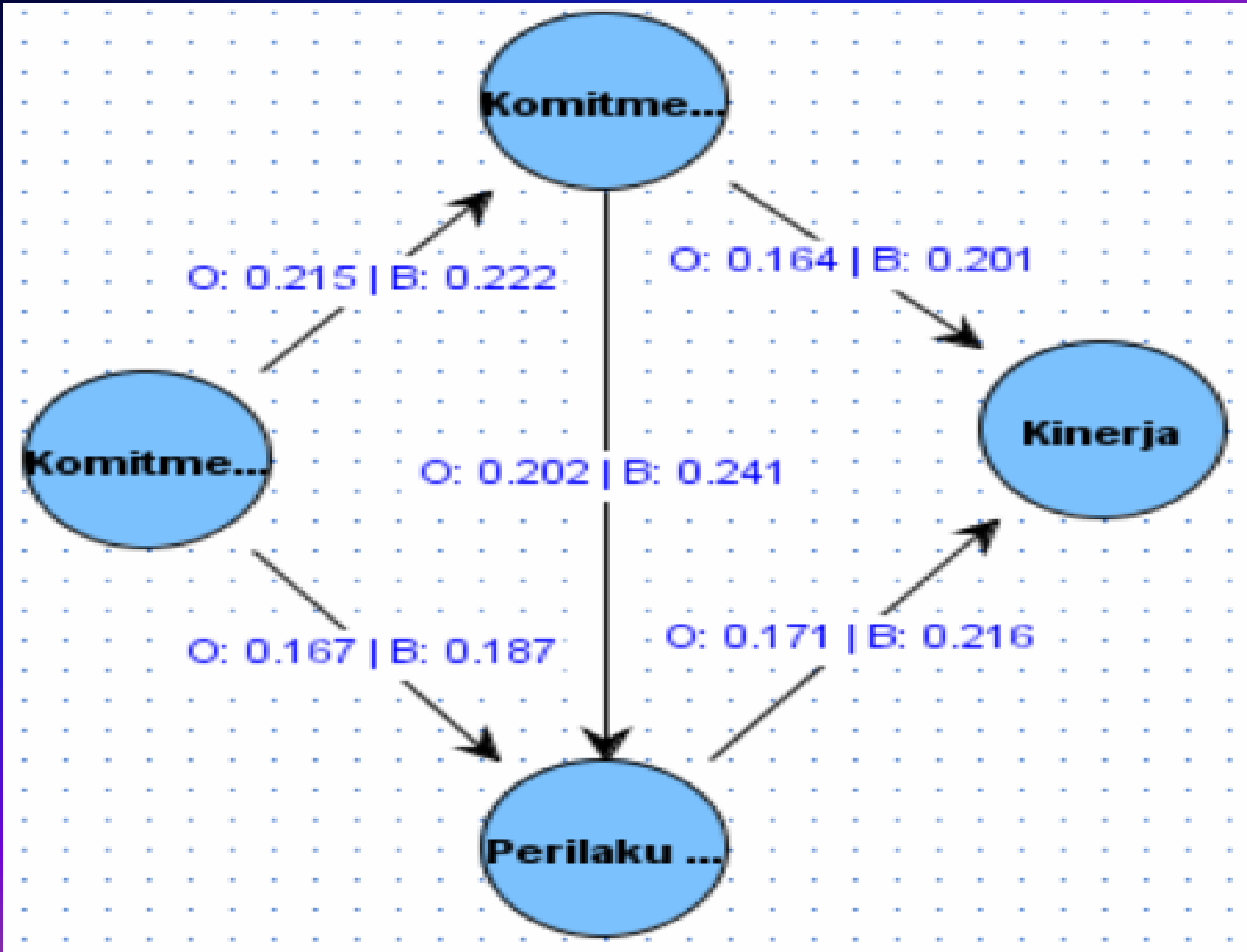
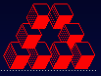
Baca Output:

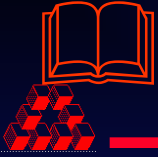
Sedangkan untuk melihat signifikan dari hubungan tersebut dapat dilihat dari *result for inner weights*. Dikatakan signifikan jika T-Statistics $> 1,96$.

Model



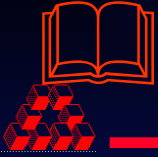
Model





DAFTAR PUSTAKA

- Almoj, T. 1996. A Simulation study on comparison of prediction methods when only a few components are relevant. *Computational Statistics & Data Analysis*, 21:87-107
- Ananta, A. 1987. *Landasan Ekonometrika*. Gramedia, Jakarta
- Berge, J.M.F.T. 1977. Orthogonal Procrustes Rotation for Two or More Matrices. *Psychometrika*. Vol. 42, No. 2, pp. 267-276.
- Bollen. 1989. *Structural Equations with Latent Variables*. New York. John Wiley & Sons.
- Chin, W.W. 1998. *The Partial Least Squares Approach for Structural Equation Modeling*. Cleveland. Ohio.
- Dijkstra, T. 1983. Some Comments on Maximum Likelihood and Partial Least Squares Methods. *Journal of Econometrics*, 22, 67-90.
- Dijkstra, T. 1985. *Latent Variables in Linear Stochastic Models: Reflections on Maximum Likelihood and Partial Least Squares Methods*. 2nd ed. Amsterdam, The Netherlands: Sociometric Research Foundation.
- Efron, B. 1979. *Bootstrap Method: Another look of the Jackknife*, *The Annals of Statistics*, 7, 1-24.
- Efron, B. and Tibshirani, R.J. 1993. *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman and Hall, Inc.
- Eubank, R. 1988, *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*, New York: Marcel Dekker.
- Garthwaite, P.H., 1994. An Interpretation of Partial Least Squares, *Journal of American Statistical Association*, vol. 89, no. 425: 112-127
- Geladi, P. and B.R. Kowalski. 1986. *Partial Least Squares : a Tutorial*, *Analytica Chimica Acta*, 185:1-17.
- Geisser, S. 1975. The Predictive Sample Reuse Method with Application. *Journal of The American Statistical Association*. Vol. 70. 320-328.
- Ghozali, I. 2006. *Structural Equation Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square (PLS)*. Universitas Diponegoro.



DAFTAR PUSTAKA

- Gittins, R. 1985. *Canonical Analysis: A Review with Application in Ecology*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hurley J.R & R.B. Cattell. 1962. The Procrustes Program: Producing Direct Rotation to Test a Hypothesized Factor Structure. *Computer in Behavioral Science* 7:258-262
- Jackson, J.E. 1991. *A User's Guide to Principal Components*, John Wiley and Sons. New York
- Jolliffe, I.T. 1986. *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag, New York.
- Krzanowski, W.J. 1990. *Principles of Multivariate Analysis: A User's Perspective* Oxford University Press, New York
- Martens, H. & T. Naes. 1989. *Multivariate Calibration*. John Willey & Sons. Chichester, England.
- Montgomery, Douglas C and Peck, Elisabeth A, 1991. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Second Edition. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Myers, Reymond H. 1989. *Classical and Modern Regression with Application*. Second Editon, Boston, PWS-KENT Publishing Company
- Naest, T & Marthens, H, 1985. Comparison of Prediction Methods for Multikolnear Data, *Comm, Statistics Simulation Comput*, 14: 545-576
- Tobias, R. 1995. *An Introduction to Partial Least Squares Regression*. In Proceedings of the Twentieth Annual SAS Users Group International Coference, Cary, NC : SAS Insitute Inc., 1250-1257.
- Wisberg, Sanford. 1985. *Applied Linear Regression*. Second Edition. John Wiley & Son, Inc
- Wold. S., Ruhe, A., Wold, H., and Dunn, W.J. 1984. The Collinearity Problem in Linear Regression: The Partial Least Square (PLS) Approach to Generalized Inverses, *SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing*, vol.5, no. 3: 735-743
- Wold, H. 1985. Partial Least Square. *Encyclopedia of Statistical Sciencies*. Vol 8. 587-599.
- Young, P.J. 1994. A reformulation of the partial least square regression algorithm. *SIAM J. SCL STAT Comput*, vol.5, no.1:225-230