

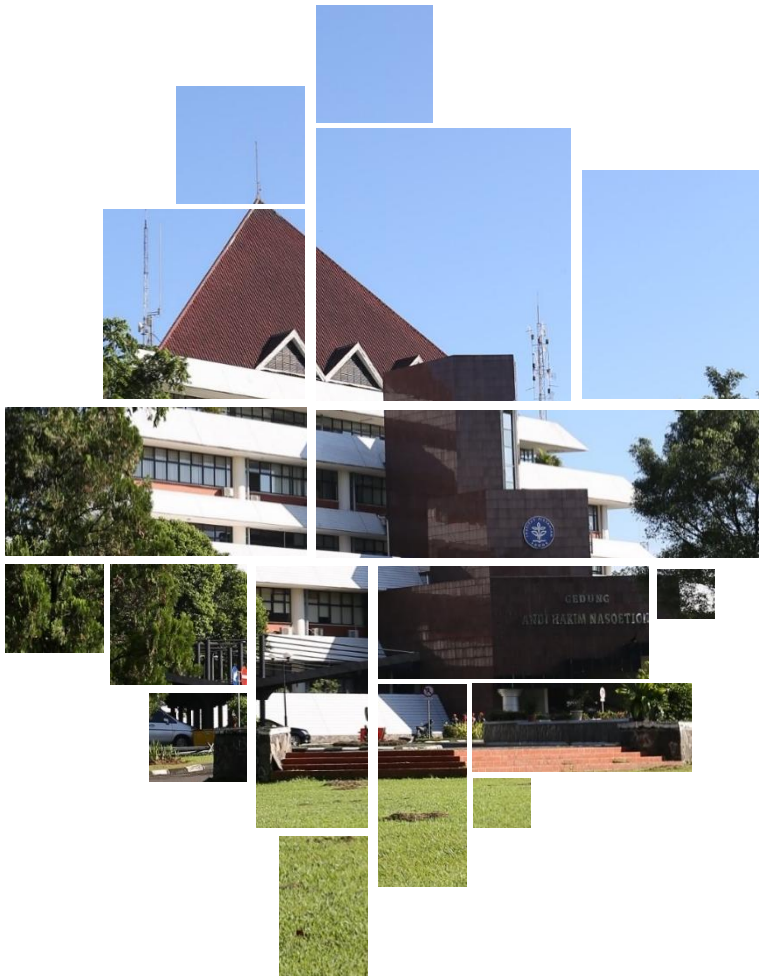


IPB University
— Bogor Indonesia —

Structural Equation Modelling

Prof. Muhammad Firdaus, PhD

**Departemen Ilmu Ekonomi
Fakultas Ekonomi dan Manajemen
Institut Pertanian Bogor**



SEM: Structural Equation Model

- *Covariance structure analysis*
- *Latent variable analysis*

Kegunaan SEM

1. Estimasi hubungan saling ketergantungan dari banyak variabel
2. Representasi dari konsep yang tidak dapat diamati secara eksplisit (laten)

Keunikan SEM

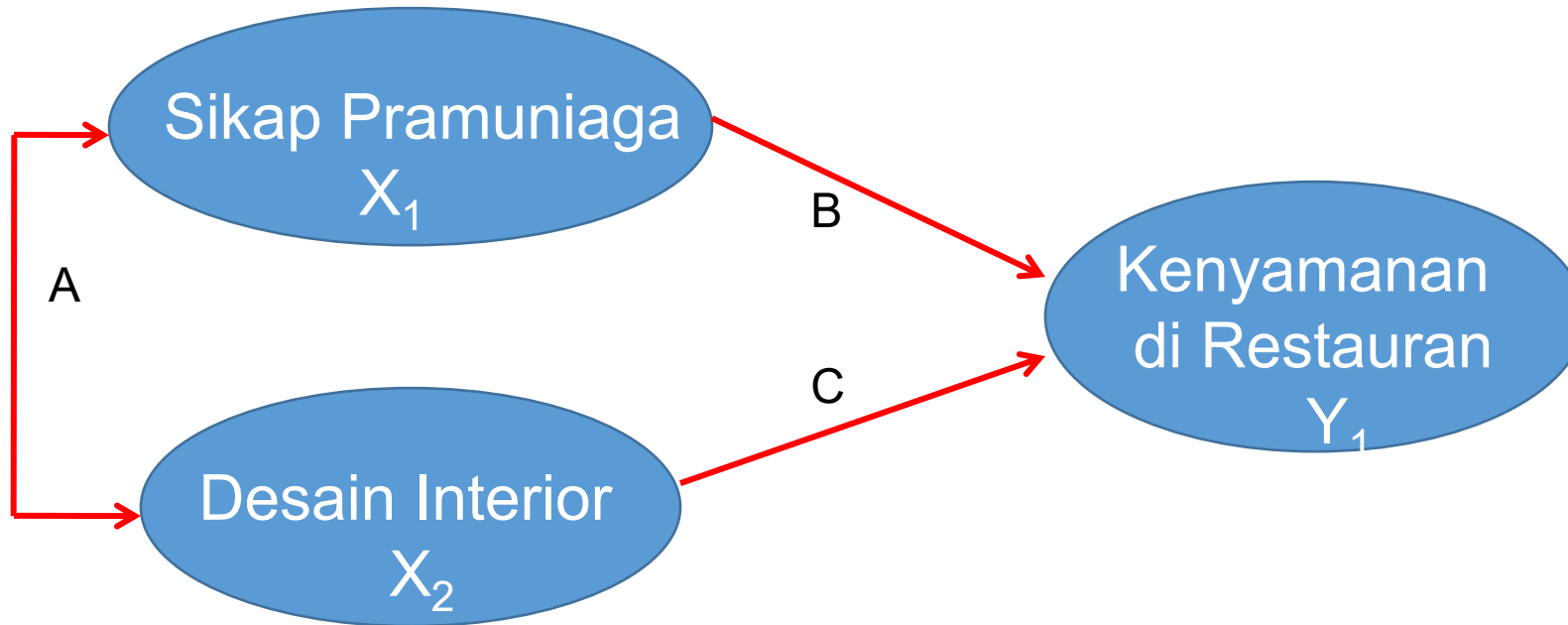
Perbedaan utama SEM dengan teknik multivariat lainnya adalah penggunaan hubungan terpisah untuk setiap kumpulan variabel dependen. SEM diestimasi secara simultan dari sekelompok persamaan, yang memiliki hubungan saling ketergantungan,

Spesifikasi model diterjemahkan ke dalam sekumpulan persamaan structural (mirip regresi) untuk setiap variabel dependen.

Variabel Laten dan Manifes

- **Variabel laten** adalah variabel yang menjadi fokus riset, merupakan konsep yang tidak dapat diobservasi secara langsung
- Variabel laten diproksi dari variabel-variabel indikatornya yang bisa diobservasi atau diukur. Variabel terukur ini diperoleh dari responden melalui berbagai teknik koleksi data, yang disebut sebagai **variabel manifes** (*observed variable*)

Path Analysis



Dua variabel independen (X_1 dan X_2) yang berkorelasi merupakan manifes dari kenyamanan (Y_1). Fenomena ini dapat dinyatakan dalam : $Y_1 = b_1 X_1 + b_2 X_2$

Path Analysis

- Variabel dependen dalam sebuah persamaan, bisa menjadi variabel independen pada persamaan yang lain. Tidak menjadi masalah seberapa kompleks model struktural yang dibangun atau seberapa banyak hubungan yang dilibatkan, analisis jalur dapat menyelesaikan dengan cara yang sederhana.
- Dengan prosedur tersebut, seluruh hubungan dalam diagram jalur dapat diestimasi untuk mengkuantifikasi hubungan antara variabel independen dan dependen.

Path Analysis

Dari data, diketahui matriks korelasi bivariat sebagai berikut :

| | X_1 | X_2 | Y_1 |
|-------|-------------|-------------|-------|
| X_1 | 1.00 | | |
| X_2 | 0.50 | 1.00 | |
| Y_1 | 0.60 | 0.70 | 1.00 |

Path Analysis

A = 0.50: jalur tunggal

Efek total X_1 dalam memproksi Y adalah korelasi X_1 dan Y (B); ditambah dengan korelasi X_1 dan X_2 (A) yang digabung dengan korelasi X_2 dan Y (C).

Efek total X_2 dalam memproksi Y adalah korelasi X_2 dan Y (C); ditambah dengan korelasi X_1 dan X_2 (A) yang digabung dengan korelasi X_1 dan Y (B).

Path Analysis

Dari matriks tersebut di atas, dapat dihitung koefisien struktural sebagai berikut :

$$r_{x_1, x_2} = A = 0.50$$

$$r_{x_1, y_1} = B + AC \quad 0.60 = B + AC \quad \mathbf{0.60 = B + 0.50 C}$$

$$r_{x_2, y_1} = C + AB \quad 0.70 = C + AB \quad \mathbf{0.70 = C + 0.50 B}$$

Dengan prinsip substitusi diperoleh

$$A = 0.50; B = 0.33 \text{ dan } C = 0.53$$

7 langkah dalam pemodelan SEM

1. Pengembangan model teoritis
2. Pengembangan diagram *path*
3. Mengkonversi diagram *path* ke persamaan
4. Menentukan matrik input dan estimasi model
5. Pendugaan koefisien model
6. Evaluasi kriteria *goodness-of-fit*. : df, RMSEA, GFI, AGFI
7. Interpretasi dan modifikasi model.

Peran Teori dalam SEM

- Pada model SEM, setiap komponen harus didefinisikan secara eksplisit berdasarkan teori tertentu.
- Peneliti dapat melakukan modifikasi terhadap model dasar yang berbasis murni kepada teori. Perbandingan ini dilakukan pada tahapan konfirmatori model untuk menentukan model mana yang lebih sesuai dalam menjelaskan fenomena hubungan berbagai variabel, namun tetap lebih berpedoman kepada teori.

Komponen

1. Variabel laten endogen dilambangkakan “eta” (η)
2. Variabel laten eksogen dengan “ksi” (ξ)
3. Variabel manifes yang berkaitan dengan variabel laten endogen, dilambangkan dengan **Y**
4. Variabel manifes yang berkaitan dengan variabel laten eksogen dilambangkan dengan **X**
5. Hubungan variabel endogen dengan variabel endogen lain dilambangkan dengan “beta” (β)

Komponen

6. Hubungan variabel eksogen dengan variabel endogen dilambangkan dengan “gamma” (γ)
7. Besarnya koragam antar variabel laten, dilambangkan dengan “phi” (ϕ)
8. *Loading* antara variabel laten dengan variabel manifestnya dilambangkan dengan “lambda” (λ): λ_x dan λ_y untuk variabel eksogen dan endogen.
9. Galat struktural dilambangkankan dengan “zeta” (ζ).

Sampel

Maximum Likelihood Estimation (MLE) merupakan prosedur estimasi yang paling umum digunakan (mensyaratkan 50 sampel cukup). Dalam SEM ukuran sampel ini tidak direkomendasikan.

Rekomendasi ukuran sampel dengan prosedur estimasi MLE adalah antara 100 – 200 sampel. Sampel yang terlampau besar (misal 400 – 500) akan menyebabkan MLE menjadi terlalu sensitif, dan membuat *goodness of fit*-nya turun.

Evaluasi Model

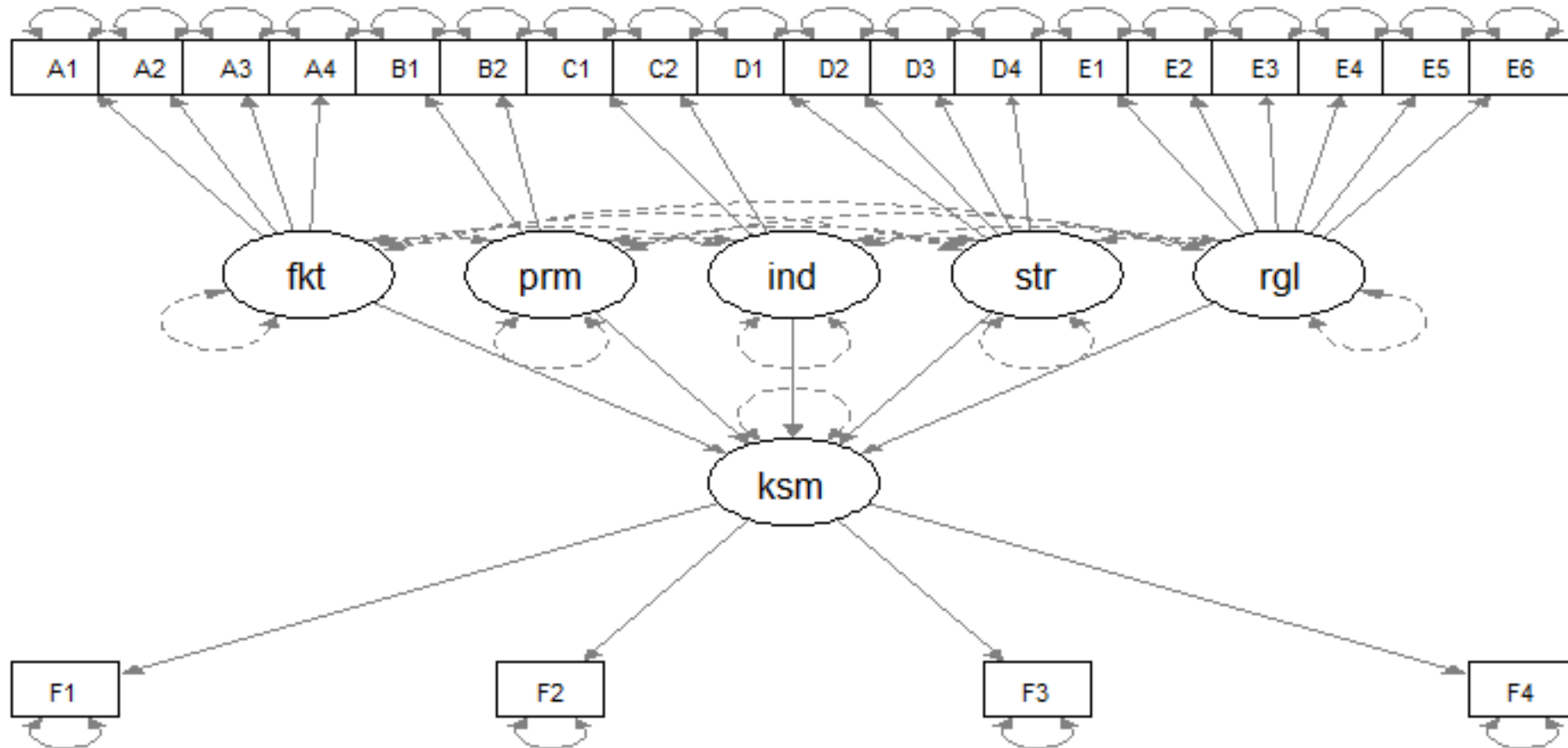
RMSEA (*Root Means Square Error of Approximation*) adalah indeks untuk mengkompensasikan *chi-square* dalam contoh besar, menunjukkan kesesuaian yang dapat diharapkan bila model diestimasi. **RMSEA \leq 0,08** adalah syarat agar model menunjukkan *close fit* dari model tersebut.

Interpretasi Model

Koefisien yang dekat dengan nol, memiliki pengaruh yang kecil.

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA



| Laten | Variabel Indikator | Kode |
|------------------------|---|-------------|
| Fkt = Faktor Produksi | Kondisi sarana dan prasarana utama baik (pabrik, mesin, dan gudang, alat angkut dsb) | A1 |
| | Kondisi sarana dan prasarana pendukung | A2 |
| | Bahan baku (harga murah, kualitas bahan baku bagus, ketersediaan bahan baku terjamin, kemudahan akses) | A3 |
| | Teknologi yang digunakan industri yang up to date | A4 |
| Prm = Permintaan | Permintaan ekspor 3 tahun terakhir meningkat | B1 |
| | Perluasan pasar ekspor baru di 3 tahun terakhir | B2 |
| Ind = Industri Terkait | Ketersediaan industri penyedia input mendukung | C1 |
| | Industri pendukung (industri perbankan dan penjaminan, industri pendidikan penyedia tenaga kerja) berkualitas | C2 |
| Str = Strategi | Strategi perusahaan tepat dalam bersaing | D1 |
| | Struktur pasar mendukung untuk berkembang | D2 |
| | Persaingan sehat di dalam pasar domestik | D3 |
| | Perusahaan memiliki pengalaman internasional yang baik | D4 |
| Rgl = Regulasi | Kebijakan pemerintah daerah mendukung | E1 |
| | Kebijakan pemerintah pusat mendukung | E2 |
| | Proses administrasi dan persyaratan mudah | E3 |
| | Fasilitas settlements mendukung | E4 |
| | Fasilitas penjaminan mendukung | E5 |
| | Fasilitasi lembaga promosi dan perdagangan tersedia | E6 |
| Ksm = Kesempatan | Kondisi ekonomi dan politik daerah mendukung | F1 |
| | Kondisi ekonomi dan politik nasional mendukung | F2 |
| | Kondisi ekonomi dan politik global mendukung | F3 |
| | Kondisi nilai tukar mendukung | F4 |

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA

```
install.packages("lavaan")  
install.packages("semPlot")  
library(lavaan)  
library(semPlot)
```

Packages yang digunakan untuk membuat model dan path SEM pada R-Studio

```
sem.model = "  
faktor =~ A1 + A2 + A3 + A4  
permintaan =~ B1 + B2  
industri =~ C1 + C2  
strategi =~ D1 + D2 + D3 + D4  
regulasi =~ E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6  
kesempatan =~ F1 + F2 + F3 + F4  
kesempatan ~ faktor + permintaan + industri + strategi + regulasi
```

Syntax untuk membuat model SEM berdasarkan variabel laten dan manifest yang telah disusun

```
sem.fit = sem(sem.model, data = datasem)  
summary(sem.fit, fit.measures=TRUE)
```

Syntax untuk menampilkan output akhir pada model SEM yang telah dibuat

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA

```
> sem.fit = sem(sem.model, data = datasem)
> summary(sem.fit, fit.measures=TRUE)
lavaan 0.6-8 ended normally after 90 iterations
```

| | | | |
|-----------------------------------|----------|--|------------|
| Estimator | ML | Loglikelihood and Information Criteria: | |
| Optimization method | NLMINB | Loglikelihood user model (H0) | -4608.159 |
| Number of model parameters | 59 | Loglikelihood unrestricted model (H1) | -4330.280 |
| Number of observations | 300 | Akaike (AIC) | 9334.318 |
| | | Bayesian (BIC) | 9552.841 |
| | | Sample-size adjusted Bayesian (BIC) | 9365.728 |
| Model Test User Model: | | | |
| Test statistic | 555.757 | Root Mean Square Error of Approximation: | |
| Degrees of freedom | 194 | RMSEA | 0.079 |
| P-value (Chi-square) | 0.000 | 90 Percent confidence interval - lower | 0.071 |
| | | 90 Percent confidence interval - upper | 0.087 |
| | | P-value RMSEA <= 0.05 | 0.000 |
| Model Test Baseline Model: | | | |
| Test statistic | 7355.210 | Standardized Root Mean Square Residual: | |
| Degrees of freedom | 231 | SRMR | 0.035 |
| P-value | 0.000 | | |
| User Model versus Baseline Model: | | Parameter Estimates: | |
| Comparative Fit Index (CFI) | 0.949 | Standard errors | Standard |
| Tucker-Lewis Index (TLI) | 0.940 | Information | Expected |
| | | Information saturated (h1) model | Structured |

Spellcheck

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA

Latent Variables:

| | Estimate | Std.Err | z-value | P(> z) | | | | | |
|---------------|----------|---------|---------|---------|---------------|----------|---------|---------|---------|
| faktor =~ | | | | | kesempatan =~ | | | | |
| A1 | 1.000 | | | | F1 | 1.000 | | | |
| A2 | 1.266 | 0.089 | 14.271 | 0.000 | F2 | 1.006 | 0.038 | 26.712 | 0.000 |
| A3 | 1.312 | 0.094 | 13.991 | 0.000 | F3 | 1.033 | 0.042 | 24.672 | 0.000 |
| A4 | 1.261 | 0.091 | 13.913 | 0.000 | F4 | 0.943 | 0.046 | 20.414 | 0.000 |
| permintaan =~ | | | | | Regressions: | | | | |
| B1 | 1.000 | | | | | Estimate | Std.Err | z-value | P(> z) |
| B2 | 1.020 | 0.063 | 16.072 | 0.000 | kesempatan ~ | | | | |
| industri =~ | | | | | faktor | 0.016 | 0.111 | 0.146 | 0.884 |
| C1 | 1.000 | | | | permintaan | 0.042 | 0.059 | 0.705 | 0.481 |
| C2 | 1.035 | 0.044 | 23.446 | 0.000 | industri | 0.129 | 0.133 | 0.976 | 0.329 |
| strategi =~ | | | | | strategi | 0.131 | 0.091 | 1.449 | 0.147 |
| D1 | 1.000 | | | | regulasi | 0.685 | 0.077 | 8.860 | 0.000 |
| D2 | 0.973 | 0.033 | 29.472 | 0.000 | Covariances: | | | | |
| D3 | 0.972 | 0.043 | 22.590 | 0.000 | | Estimate | Std.Err | z-value | P(> z) |
| D4 | 0.817 | 0.042 | 19.325 | 0.000 | faktor ~ | | | | |
| regulasi =~ | | | | | permintaan | 0.233 | 0.034 | 6.785 | 0.000 |
| E1 | 1.000 | | | | industri | 0.327 | 0.037 | 8.729 | 0.000 |
| E2 | 0.929 | 0.039 | 23.666 | 0.000 | strategi | 0.292 | 0.035 | 8.242 | 0.000 |
| E3 | 0.950 | 0.043 | 22.088 | 0.000 | regulasi | 0.343 | 0.039 | 8.730 | 0.000 |
| E4 | 1.015 | 0.039 | 25.697 | 0.000 | | | | | |
| E5 | 0.985 | 0.042 | 23.464 | 0.000 | | | | | |
| E6 | 0.913 | 0.045 | 20.186 | 0.000 | | | | | |

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA

```
sem.fit = sem(sem.model, data = datasem, std.lv=TRUE)  
summary(sem.fit, fit.measures=TRUE, standardized=TRUE)
```

Arguments `std.lv` dan *standardized* digunakan untuk melakukan *standardized* pada model

```
semPaths(sem.fit)  
semPaths(sem.fit, "std", color = list(lat = "green", man = "yellow"),  
          edge.color="black")  
semPaths(sem.fit, "std", color = list(lat = "green", man = "yellow"),  
          edge.color="black", fade=FALSE)  
semPaths(sem.fit, "std", color = list(lat = "green", man = "yellow"),  
          edge.color="black", fade=FALSE, residuals=FALSE, exoCov=FALSE)
```

semPaths berfungsi untuk menampilkan gambar path model SEM

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA

```
> sem.fit = sem(sem.model, data = datasem, std.lv=TRUE)
> summary(sem.fit, fit.measures=TRUE, standardized=TRUE)
lavaan 0.6-8 ended normally after 90 iterations
```

| | |
|----------------------------|--------|
| Estimator | ML |
| Optimization method | NLMINB |
| Number of model parameters | 59 |
| Number of observations | 300 |

Model Test User Model:

| | |
|----------------------|---------|
| Test statistic | 555.757 |
| Degrees of freedom | 194 |
| P-value (Chi-square) | 0.000 |

Model Test Baseline Model:

| | |
|--------------------|----------|
| Test statistic | 7355.210 |
| Degrees of freedom | 231 |
| P-value | 0.000 |

Model Test Baseline Model:

| | |
|--------------------|----------|
| Test statistic | 7355.210 |
| Degrees of freedom | 231 |
| P-value | 0.000 |

User Model versus Baseline Model:

| | |
|-----------------------------|-------|
| Comparative Fit Index (CFI) | 0.949 |
| Tucker-Lewis Index (TLI) | 0.940 |

Loglikelihood and Information Criteria:

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Loglikelihood user model (H0) | -4608.159 |
| Loglikelihood unrestricted model (H1) | -4330.280 |
| Akaike (AIC) | 9334.318 |
| Bayesian (BIC) | 9552.841 |
| Sample-size adjusted Bayesian (BIC) | 9365.728 |

Root Mean Square Error of Approximation:

| | |
|--|-------|
| RMSEA | 0.079 |
| 90 Percent confidence interval - lower | 0.071 |
| 90 Percent confidence interval - upper | 0.087 |
| P-value RMSEA <= 0.05 | 0.000 |

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA

Standardized Root Mean Square Residual:

SRMR 0.035

Parameter Estimates:

Standard errors
Information
Information saturated (h1) model

Standard
Expected
Structured

Latent Variables:

| | Estimate | Std.Err | z-value | P(> z) | Std.lv | Std.all |
|---------------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|
| faktor =~ | | | | | | |
| A1 | 0.566 | 0.041 | 13.681 | 0.000 | 0.566 | 0.706 |
| A2 | 0.717 | 0.038 | 18.699 | 0.000 | 0.717 | 0.872 |
| A3 | 0.743 | 0.041 | 18.064 | 0.000 | 0.743 | 0.854 |
| A4 | 0.714 | 0.040 | 17.894 | 0.000 | 0.714 | 0.849 |
| permintaan =~ | | | | | | |
| B1 | 0.725 | 0.045 | 16.097 | 0.000 | 0.725 | 0.813 |
| B2 | 0.739 | 0.038 | 19.509 | 0.000 | 0.739 | 0.935 |
| industri =~ | | | | | | |
| C1 | 0.692 | 0.036 | 19.503 | 0.000 | 0.692 | 0.893 |
| C2 | 0.717 | 0.036 | 20.132 | 0.000 | 0.717 | 0.911 |
| strategi =~ | | | | | | |
| D1 | 0.723 | 0.035 | 20.812 | 0.000 | 0.723 | 0.922 |
| D2 | 0.703 | 0.033 | 21.615 | 0.000 | 0.703 | 0.941 |
| D3 | 0.702 | 0.038 | 18.344 | 0.000 | 0.702 | 0.855 |
| D4 | 0.590 | 0.036 | 16.459 | 0.000 | 0.590 | 0.797 |

regulasi =~

| | | | | | | |
|----|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| E1 | 0.736 | 0.038 | 19.623 | 0.000 | 0.736 | 0.888 |
| E2 | 0.684 | 0.034 | 19.941 | 0.000 | 0.684 | 0.897 |
| E3 | 0.699 | 0.037 | 18.967 | 0.000 | 0.699 | 0.870 |
| E4 | 0.747 | 0.035 | 21.120 | 0.000 | 0.747 | 0.927 |
| E5 | 0.725 | 0.037 | 19.819 | 0.000 | 0.725 | 0.894 |
| E6 | 0.673 | 0.038 | 17.720 | 0.000 | 0.673 | 0.834 |

kesempatan =~

| | | | | | | |
|----|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| F1 | 0.350 | 0.022 | 16.135 | 0.000 | 0.771 | 0.900 |
| F2 | 0.352 | 0.021 | 16.722 | 0.000 | 0.776 | 0.933 |
| F3 | 0.361 | 0.022 | 16.227 | 0.000 | 0.796 | 0.905 |
| F4 | 0.330 | 0.022 | 14.833 | 0.000 | 0.727 | 0.833 |

Regressions:

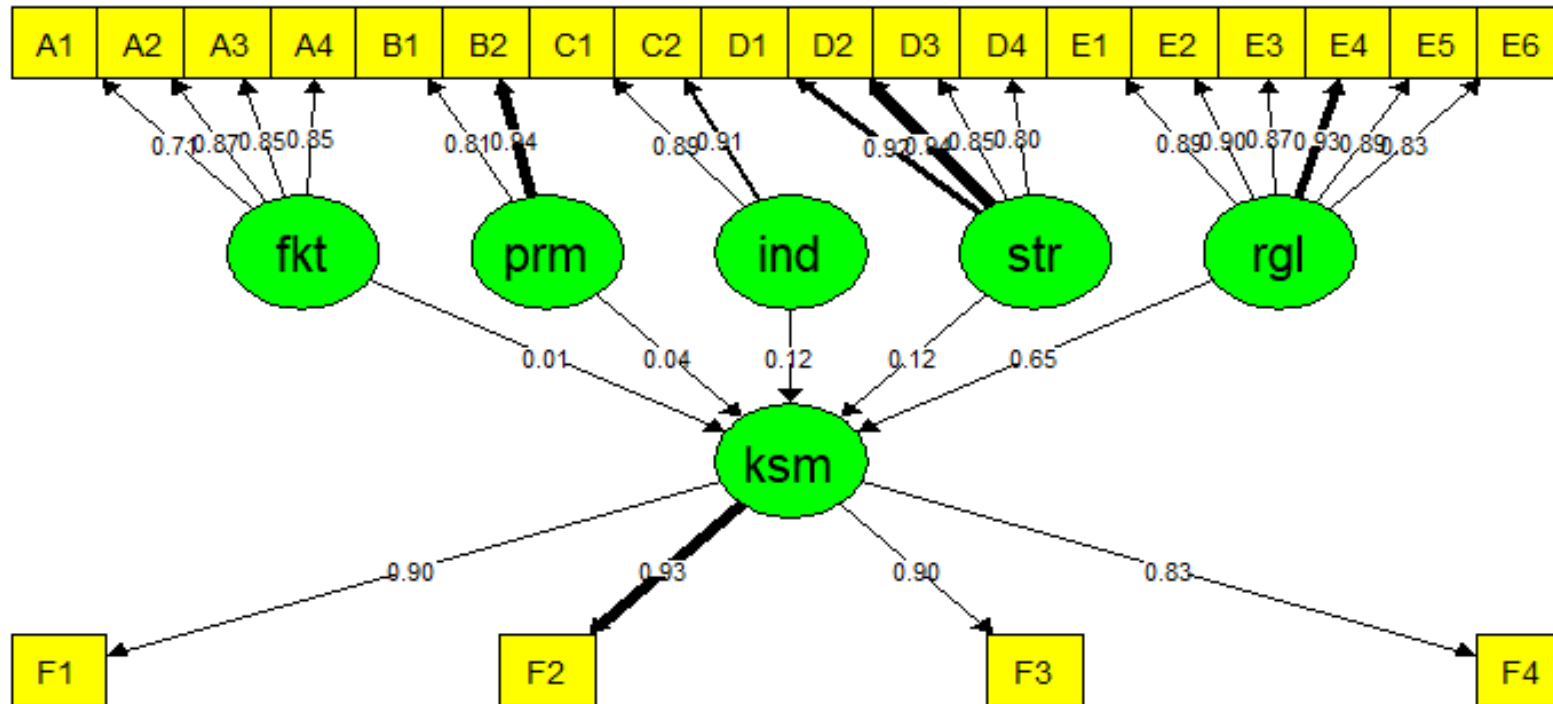
| | Estimate | Std.Err | z-value | P(> z) | Std.lv | Std.all |
|-------------------------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|
| kesempatan ~ faktor | 0.026 | 0.180 | 0.146 | 0.884 | 0.012 | 0.012 |
| kesempatan ~ permintaan | 0.087 | 0.123 | 0.705 | 0.481 | 0.039 | 0.039 |
| kesempatan ~ industri | 0.256 | 0.263 | 0.973 | 0.331 | 0.116 | 0.116 |
| kesempatan ~ strategi | 0.272 | 0.188 | 1.447 | 0.148 | 0.123 | 0.123 |
| kesempatan ~ regulasi | 1.443 | 0.190 | 7.608 | 0.000 | 0.654 | 0.654 |

Covariances:

| | Estimate | Std.Err | z-value | P(> z) | Std.lv | Std.all |
|---------------------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|
| faktor ~ permintaan | 0.568 | 0.046 | 12.297 | 0.000 | 0.568 | 0.568 |
| faktor ~ industri | 0.833 | 0.025 | 33.258 | 0.000 | 0.833 | 0.833 |
| faktor ~ strategi | 0.715 | 0.033 | 21.548 | 0.000 | 0.715 | 0.715 |

Aplikasi SEM dengan R-Studio:

PELAKU USAHA MELAKUKAN EKSPANSI KE LUAR PULAU JAWA



Hatur nuhun



IPB University
— Bogor Indonesia —

Department of Economics - IPB University
IPB Dramaga Campus, Bogor 16680
Telp.: 0251-8622602
E-mail: ilmu_ekonomi@ipb.ac.id
Web : <http://ilmuekonomi.fem.pb.ac.id>