

PENGERTIAN DASAR STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)

Jonathan Sarwono
UKRIDA

Email: jonathan@ukrida.ac.id
Web site: <http://www.jonathansarwono.info>

Abstract: this paper discusses the basic concept of structural equation modeling known widely as SEM. The aim of this writing is to introduce the basic concepts of SEM for beginners who want to use this formula in their research. By understanding these basic concepts they will be able to use this formula correctly and accurately. These underlying concepts will help us to use SEM in a correct context of the problems studied and furthermore, the users can interpret the result correctly. This discussion starts with the definition and with the application.

Keywords: structural equation modeling, basic concepts, application

1.1 Definisi dan Pengertian

Apa sebenarnya yang dimaksud dengan *structural equation modeling* (SEM) itu? SEM mempunyai beberapa definisi, diantaranya ialah sebagai berikut:

Structural equation modeling, yang dalam buku ini untuk selanjutnya akan disebut SEM, adalah suatu teknik modeling statistik yang bersifat sangat cross-sectional, linear dan umum. Termasuk dalam SEM ini ialah analisis faktor (*factor analysis*), analisis jalur (*path analysis*) dan regresi (*regression*).

Definisi lain menyebutkan *structural equation modeling* (SEM) adalah teknik analisis multivariat yang umum dan sangat bermanfaat yang meliputi versi-versi khusus dalam jumlah metode analisis lainnya sebagai kasus-kasus khusus.

Definisi berikutnya mengatakan bahwa *Structural equation modeling* (SEM) merupakan teknik statistik yang digunakan untuk membangun dan menguji model statistik yang biasanya dalam bentuk model-model sebab akibat. SEM sebenarnya merupakan teknik hibrida yang meliputi aspek-aspek penegasan (*confirmatory*) dari analisis faktor, analisis jalur dan regresi yang dapat dianggap sebagai kasus khusus dalam SEM.

Sedikit berbeda dengan definisi-definisi sebelumnya mengatakan *structural equation modeling* (SEM) berkembang dan mempunyai fungsi mirip dengan regresi berganda, sekalipun demikian nampaknya SEM menjadi suatu teknik analisis yang lebih kuat karena mempertimbangkan pemodelan interaksi, nonlinearitas, variabel – variabel bebas yang berkorelasi (*correlated*

independents), kesalahan pengukuran, gangguan kesalahan-kesalahan yang berkorelasi (*correlated error terms*), beberapa variabel bebas laten (*multiple latent independents*) dimana masing-masing diukur dengan menggunakan banyak indikator, dan satu atau dua variabel tergantung laten yang juga masing-masing diukur dengan beberapa indikator. Dengan demikian menurut definisi ini SEM dapat digunakan alternatif lain yang lebih kuat dibandingkan dengan menggunakan regresi berganda., analisis jalur, analisis faktor, analisis time series, dan analisis kovarian

Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa SEM mempunyai karakteristik yang bersifat sebagai teknik analisis untuk lebih menegaskan (*confirm*) dari pada untuk menerangkan. Maksudnya, seorang peneliti lebih cenderung menggunakan SEM untuk menentukan apakah suatu model tertentu valid atau tidak dari pada menggunakannya untuk menemukan suatu model tertentu cocok atau tidak, meski analisis SEM sering pula mencakup elemen-elemen yang digunakan untuk menerangkan.

1.2 Fungsi

Beberapa fungsi SEM, diantaranya ialah:

- Pertama, memungkinkan adanya asumsi-asumsi yang lebih fleksibel;
- Kedua, penggunaan analisis faktor penegasan (*confirmatory factor analysis*) untuk mengurangi kesalahan pengukuran dengan memiliki banyak indikator dalam satu variabel laten;
- Ketiga, daya tarik interface pemodelan grafis untuk memudahkan pengguna membaca keluaran hasil analisis;
- Keempat, kemungkinan adanya pengujian model secara keseluruhan dari pada koefisien-koefisien secara sendiri-sendiri;
- Kelima, kemampuan untuk menguji model – model dengan menggunakan beberapa variabel tergantung;
- Keenam, kemampuan untuk membuat model terhadap variabel-variabel perantara;
- Ketujuh, kemampuan untuk membuat model gangguan kesalahan (*error term*);
- Kedelapan, kemampuan untuk menguji koefisien-koefisien diluar antara beberapa kelompok subyek;
- Kesembilan kemampuan untuk mengatasi data yang sulit, seperti data *time series* dengan kesalahan otokorelasi, data yang tidak normal, dan data yang tidak lengkap.

1.3 Aplikasi Utama SEM

Aplikasi utama *structural equation modeling* meliputi:

1. Model sebab akibat (*causal modeling*,) atau disebut juga analisis jalur (*path analysis*), yang menyusun hipotesa hubungan-hubungan sebab akibat (*causal relationships*) diantara variabel - variabel dan menguji model-model sebab akibat (*causal models*) dengan menggunakan sistem persamaan linier. Model-model sebab akibat dapat mencakup variabel-variabel manifest (indikator), variabel-variabel laten atau keduanya;
2. Analisis faktor penegasan (*confirmatory factor analysis*), suatu teknik kelanjutan dari analisis faktor dimana dilakukan pengujian hipotesis – hipotesis struktur *factor loadings* dan interkorelasinya;
3. Analisis faktor urutan kedua (*second order factor analysis*), suatu variasi dari teknik analisis faktor dimana matriks korelasi dari faktor-faktor tertentu (*common factors*) dilakukan analisis pada faktornya sendiri untuk membuat faktor-faktor urutan kedua;
4. Model-model regresi (*regression models*), suatu teknik lanjutan dari analisis regresi linear dimana bobot regresi dibatasi agar menjadi sama satu dengan lainnya, atau dilakukan spesifikasi pada nilai-nilai numeriknya;
5. Model-model struktur covariance (*covariance structure models*), yang mana model tersebut menghipotesakan bahwa matrix covariance mempunyai bentuk tertentu. Sebagai contoh, kita dapat menguji hipotesis yang menyusun semua variabel yang mempunyai varian yang sama dengan menggunakan prosedur yang sama;
6. Model struktur korelasi (*correlation structure models*), yang mana model tersebut menghipotesakan bahwa matrix korelasi mempunyai bentuk tertentu. Contoh klasik adalah hipotesis yang menyebutkan bahwa matrix korelasi mempunyai struktur *circumplex*.

1.4 Asumsi Dasar

Untuk menggunakan SEM, peneliti memerlukan pengetahuan tentang asumsi-asumsi yang mendasari penggunaannya. Beberapa asumsi tersebut, diantaranya ialah:

- **Distribusi normal indikator – indikator multivariat** (*Multivariate normal distribution of the indicators*): Masing-masing indikator mempunyai nilai yang berdistribusi normal terhadap masing-masing indikator lainnya. Karena permulaan yang kecil normalitas multivariat dapat menuntun kearah perbedaan yang besar dalam pengujian chi-square, dengan demikian akan melemahkan kegunaannya. Secara umum, pelanggaran asumsi ini menaikkan chi-square sekalipun demikian didalam kondisi tertentu akan menurunkannya. Selanjutnya penggunaan pengukuran ordinal atau nominal akan menyebabkan adanya pelanggaran normalitas multivariat. Perlu diperhatikan bahwa normalitas multivariat diperlukan untuk estimasi kemiripan maksimum / *maximum likelihood estimation* (MLE), yang merupakan metode dominan dalam SEM yang akan digunakan untuk membuat estimasi koefisien - koefisien (jalur) struktur. Khususnya, MLE membutuhkan variabel-variabel endogenous yang berdistribusi normal.

Secara umum, sebagaimana ditunjukkan dalam suatu studi-studi simulasi menunjukkan bahwa dalam kondisi – kondisi data yang sangat tidak normal, estimasi-estimasi

parameter SEM, misalnya estimasi jalur masih dianggap akurat tetapi koefisien-koefisien signifikansi yang bersangkutan akan menjadi terlalu tinggi. Sehingga nilai-nilai chi-square akan meningkat. Perlu diingat bahwa untuk uji keselarasan chi-square dalam model keseluruhan, nilai chi-square tidak harus signifikan jika ada keselarasan model yang baik, yaitu: semakin tinggi nilai chi-square, semakin besar perbedaan model yang diestimasi dan matrices kovarian sesungguhnya, tetapi keselarasan model semakin jelek. Chi-square yang meninggi dapat mengarahkan peneliti berpikir bahwa model-model yang sudah dibuat memerlukan modifikasi dari apa yang seharusnya. Kurangnya normalitas multivariat biasanya menaikkan statistik chi-square, misalnya, statistik keselarasan chi-square secara keseluruhan untuk model yang bersangkutan akan bias kearah kesalahan Type I, yaitu menolak suatu model yang seharusnya diterima. Pelanggaran terhadap normalitas multivariat juga cenderung menurunkan (*deflate*) kesalahan-kesalahan standar mulai dari menengah sampai ke tingkat tinggi. Kesalahan-kesalahan yang lebih kecil dari yang seharusnya terjadi mempunyai makna jalur-jalur regresi dan kovarian-kovarian faktor / kesalahan didapati akan menjadi signifikan secara statistik dibandingkan dengan seharusnya yang terjadi.

- **Distribusi normal multivariat variabel-variabel tergantung laten** (*Multivariate normal distribution of the latent dependent variables*). Masing-masing variabel tergantung laten dalam model harus didistribusikan secara normal untuk masing-masing nilai dari masing-masing variabel laten lainnya. Variabel-variabel laten dichotomi akan melanggar asumsi ini karena alasan-alasan tersebut.
- **Linieritas** (*Linearity*). SEM mempunyai asumsi adanya hubungan linear antara variabel-variabel indikator dan variabel-variabel laten, serta antara variabel-variabel laten sendiri. Sekalipun demikian, sebagaimana halnya dengan regresi, peneliti dimungkinkan untuk menambah transformasi eksponensial, logaritma, atau non-linear lainnya dari suatu variabel asli ke dalam model yang dimaksud.
- **Pengukuran tidak langsung** (*Indirect measurement*): Secara tipikal, semua variabel dalam model merupakan variabel-variabel laten.
- **Beberapa indikator** (*Multiple indicators*). Beberapa indikator harus digunakan untuk mengukur masing-masing variabel laten dalam model. Regresi dapat dikatakan sebagai kasus khusus dalam SEM dimana hanya ada satu indikator per variabel laten. Kesalahan pemodelan dalam SEM membutuhkan adanya lebih dari satu pengukuran untuk masing-masing variabel laten.
- **Rekursivitas** (*Recursivity*): Suatu model disebut rekursif jika semua anak panah menuju satu arah, tidak ada arah umpan balik (*feedback looping*), dan faktor gangguan (*disturbance terms*) atau kesalahan sisaan (*residual error*) untuk variabel-variabel endogenous yang tidak dikorelasikan. Dengan kata lain, model-model recursive merupakan model-model dimana semua anak panah mempunyai satu arah tanpa putaran umpan balik dan peneliti dapat membuat asumsi kovarian – kovarian gangguan kesalahan semua 0, yang berarti bahwa semua variabel yang tidak diukur yang merupakan

determinan dari variabel-variabel endogenous tidak dikorelasikan satu dengan lainnya sehingga tidak membentuk putaran umpan balik (*feedback loops*). Model – model dengan gangguan kesalahan yang berkorelasi dapat diperlakukan sebagai model recursive hanya jika tidak ada pengaruh-pengaruh langsung diantara variabel-variabel endogenous

- **Data interval:** Sebaiknya data interval digunakan dalam SEM. Sekalipun demikian, tidak seperti pada analisis jalur tradisional, kesalahan model-model SEM yang eksplisit muncul karena penggunaan data ordinal. Variabel-variabel exogenous berupa variabel-variabel dichotomi atau dummy dan variabel dummy kategorikal tidak boleh digunakan dalam variabel-variabel endogenous. Penggunaan data ordinal atau nominal akan mengecilkkan koefesien matriks korelasi yang digunakan dalam SEM. Akibatnya model yang dibuat peneliti salah dan tidak memenuhi persyaratan sebagaimana diharuskan dalam *model fit*. Hal ini dapat dipahami dalam konteks regresi linier. Salah satu cara melihat kelayakan model regresi ialah dengan cara melihat nilai r^2 dalam regresi. Semakin mendekati 1 nilai r^2 maka kesesuaian model semakin tinggi sebaliknya nilai r^2 semakin rendah kecocokan model makin rendah. Nilai r^2 merupakan nilai koefesien korelasi Pearson yang dikuadratkan. Oleh karena itu, jika koefesien korelasi kecil maka nilai r^2 juga akan kecil. Kesimpulannya dengan menggunakan data ordinal atau nominal akan berakibat model yang dibuat oleh peneliti tidak layak atau salah. Itulah sebabnya jika data ordinal yang digunakan maka sebelum di analisis dengan SEM, data harus diubah ke interval dengan menggunakan *method of successive interval* (MSI)
- **Ketepatan yang tinggi:** Apakah data berupa data interval atau ordinal, data-data tersebut harus mempunyai jumlah nilai yang besar. Jika variabel – variabel mempunyai jumlah nilai yang sangat kecil, maka masalah-masalah metodologi akan muncul pada saat peneliti membandingkan varian dan kovarian, yang merupakan masalah sentral dalam SEM.
- **Residual-residual acak dan kecil:** Rata-rata residual – residual atau kovarian hasil pengitungan yang diestimasi minus harus sebesar 0, sebagaimana dalam regresi. Suatu model yang sesuai akan hanya mempunyai residual – residual kecil. Residual – residual besar menunjukkan kesalahan spesifikasi model, sebagai contoh, beberapa jalur mungkin diperlukan untuk ditambahkan ke dalam model tersebut.
- **Gangguan kesalahan yang tidak berkorelasi** (*Uncorrelated error terms*) seperti dalam regresi, maka gangguan kesalahan diasumsikan saja. Sekalipun demikian, jika memang ada dan dispesifikasi secara eksplisit dalam model oleh peneliti, maka kesalahan yang berkorelasi (*correlated error*) dapat diestimasi dan dibuat modelnya dalam SEM.
- **Kesalahan residual yang tidak berkorelasi** (*Uncorrelated residual error*): Kovarian nilai – nilai variabel tergantung yang diprediksi dan residual – residual harus sebesar 0.
- **Multikolinearitas yang lengkap:** multikolinearitas diasumsikan tidak ada, tetapi korelasi antara semua variabel bebas dapat dibuat model secara eksplisit dalam SEM. Multikolinearitas yang lengkap akan menghasilkan *matriks - matriks* kovarian tunggal, yang mana peneliti tidak dapat melakukan penghitungan tertentu, misalnya inversi matrix karena pembagian dengan 0 akan terjadi.

- **Ukuran Sampel** tidak boleh kecil karena SEM bergantung pada pengujian-pengujian yang sensitif terhadap ukuran sampel dan magnitude perbedaan-perbedaan matrices kovarian. Secara teori, untuk ukuran sampelnya berkisar antara 200 - 400 untuk model-model yang mempunyai indikator antara 10 - 15. Satu survei terhadap 72 penelitian yang menggunakan SEM didapatkan median ukuran sampel sebanyak 198. Sampel di bawah 100 akan kurang baik hasilnya jika menggunakan SEM.

1.5 Acuan Indeks Kecocokan Model

Untuk mengetahui apakah model yang dibuat didasarkan pada data observasi sesuai dengan model teori atau tidak diperlukan acuan indeks kecocokan model. Berikut ini nilai-nilai indeks kecocokan model yang sering digunakan dalam SEM, diantaranya:

- **Nilai Chi Square:** semakin kecil maka model semakin sesuai antara model teori dan data sampel. Nilai ideal sebesar <3
- **Rasio Kritis (Critical Ratio):** Rasio deviasi tertentu dari nilai rata-rata standard deviasi. Nilai ini diperoleh dari estimasi parameter dibagi dengan standard error . Besar nilai CR adalah 1,96 untuk pembobotan regresi dengan significance sebesar 0,05 untuk koefisien jalurnya
- **Jika nilai CR > 1,96** maka kovarian - kovarian faktor mempunyai hubungan signifikan
- **Jika koefisien struktural dibuat standar**, misalnya 2; maka var laten tergantung akan meningkat sebesar 2
- **Kesalahan pengukuran** sebaiknya sebesar 0
- **Pembobotan regresi (regression weight):** sebesar 1, tidak boleh sama dengan 0, bersifat random jika ada tanda '\$'
- **Spesifikasi model** dengan nilai konstan 1
- **Maximum Likelihood Estimation** akan bekerja dengan baik pada sampel sebesar >2500
- **Significance level** (probabilitas) sebaiknya <0.05
- **Reliabilitas konstruk (construct reliability):** minimal sebesar 0,70 untuk faktor loadings
- **Varian ekstrak** (uji lanjut reliabilitas): nilai minimal 0.5 semakin mendekati 1 semakin reliabel
- **Nilai indeks keselarasan (goodness of fit index) (GFI):** mengukur jumlah relatif varian dan kovarian yang besarnya berkisar dari 0 – 1. Jika nilai besarnya mendekati 0 maka model mempunyai kecocokan yang rendah sedang nilai mendekati 1 maka model mempunyai kecocokan yang baik

- **Nilai indeks keselarasan yang disesuaikan (*Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)*):** Fungsi sama dengan GFI perbedaan terletak pada penyesuaian nilai DF terhadap model yang dispesifikasi. Nilai AGFI sama dengan atau lebih besar dari 0,9. Jika nilai lebih besar dari 0,9 maka model mempunyai kesesuaian model keseluruhan yang baik
- **Fungsi perbedaan sampel minimum (*The minimum sample discrepancy function (CMNF)*)** yang merupakan nilai statistik Chi Square dibagi dengan nilai derajat kebebasan (*degree of freedom (df)*) disebut juga Chi Square relatif dengan besaran nilai kurang dari 0,2 dengan toleransi dibawah 0,3 yang merupakan indikator diterimanya suatu kecocokan model dan data
- **Indeks Tucker Lewis (*Tucker Lewis Index (TLI)*)** dengan ketentuan sebagai penerimaan sebuah model sebesar sama dengan atau lebih besar dari 0,95. Jika nilai mendekati 1 maka model tersebut menunjukkan kecocokan yang sangat tinggi
- **Indeks Kecocokan Komparatif (*Comparative Fit Index (CFI)*)** dengan nilai antara 0- 1 dengan ketentuan jika nilai mendekati angka 1 maka model yang dibuat mempunyai kecocokan yang sangat tinggi sedang jika nilai mendekati 0, maka model tidak mempunyai kecocokan yang baik
- **Index Parsimony:** untuk kecocokan model yang layak nilainya >0,9.
- ***Root mean square error of approximation, (RMSEA)*:** berfungsi sebagai kriteria untuk pemodelan struktur kovarian dengan mempertimbangkan kesalahan yg mendekati populasi. Kecocokan model yg cocok dengan matriks kovarian populasi. Model baik jika nilainya lebih kecil atau sama dengan 0,05 ; cukup baik sebesar atau lebih kecil dari 0,08
- **Uji Reliabilitas:** untuk menghitung reliabilitas model yang menunjukkan adanya indikator-indikator yang mempunyai derajat kesesuaian yang baik dalam satu model satu dimensi. Reliabilitas merupakan ukuran konsistensi internal indikator-indikator suatu konstruk yang menunjukkan derajat sejauh mana setiap indikator tersebut menunjukkan sebuah konstruk laten yang umum. Reliabilitas berikutnya ialah Varian Extracted dengan besar diatas atau sama dengan 0,5. Dengan ketentuan nilai yang semakin tinggi menunjukkan bahwa indikator-indikator sudah mewakili secara benar konstruk laten yang dikembangkan
- **Parameter dengan nilai 0** mempunyai arti tidak ada hubungan antar variabel yang diobservasi. Parameter dapat secara bebas diestimasi dengan nilai tidak sama dengan 0. Fixed parameter diestimasi tidak berasal dari data, misalnya 1; free parameter diestimasi dari data sampel yang diasumsikan oleh peneliti tidak sama dengan 0.
- **Root Mean Square Residual (RMR):** nilai rata-rata semua residual yang ditandarasi. Nilai RMR berkisar mulai 0 – 1, suatu model yang cocok mempunyai nilai $RMR < 0.05$.

- **Parsimony Based Indexes of Fit (PGFI):** Parsimony model yang berfungsi untuk mempertimbangkan kekompleksitasan model yang dihipotesiskan dalam kaitannya dengan kecocokan model secara menyeluruh. Nilai kecocokan ideal adalah 0.9
- **Normed Fit Index (NFI):** Nilai NFI mulai 0 – 1 diturunkan dari perbandingan antara model yang dihipotesiskan dengan suatu model independen tertentu. Model mempunyai kecocokan tinggi jika nilai mendekati 1
- **Relative Fit Index (RFI):** merupakan turunan dari NFI dengan nilai 0 -1. Model mempunyai kecocokan yang ideal dengan nilai 0.95
- **First Fit Index (PRATIO):** berkaitan dengan model parsimony
- **Noncentrality Parameter (NCP):** parameter tetap yang berhubungan dengan DF yang berfungsi untuk mengukur perbedaan antara matriks kovarian populasi dengan matriks kovarian observasi. Dengan Confidence Interval 90% maka NCP berkisar antara 29,983 – 98,953
- **The Expected Cross Validation Index (ECVI):** mengukur perbedaan antara matriks kovarian yang dicocokkan dalam sampel yg dianalisis dengan matriks kovarian yang diharapkan yang akan diperoleh dari sampel lain dengan ukuran yang sama. Nilai ECVI dapat berapa saja dan tidak ada kisarannya. Jika model mempunyai nilai ECVI terkecil, maka model tersebut dapat direplikasi.
- **Hoelter's Critical N (CN):** berfungsi untuk melihat kecukupan ukuran sampel yang digunakan dalam riset. CN mempunyai ketentuan suatu model mempunyai ukuran sampel yang cukup jika nilai $CN > 200$.
- **Residual:** perbedaan antara matriks kovarian model dengan matriks kovarian sampel, semakin kecil perbedaan maka model semakin baik.

1.6 Pertimbangan untuk Menggunakan Indeks Kecocokan Model

Karena banyaknya indeks kecocokan model dalam SEM, maka diperlukan pertimbangan-pertimbangan dalam menggunakan indeks kecocokan model tersebut. Sebaiknya kita menggunakan indeks kecocokan model yang umum, seperti RMSEA, Chi Square, NNFI, dan CFI dalam pengujian kecocokan model. Sekalipun demikian kita juga dapat menggunakan indeks – indeks lain, misalnya untuk melihat kesesuaian jumlah sampel ataupun nilai signifikansi

1.7 Prinsip-Prinsip Dasar Dibalik SEM

Dalam statistik terdapat generaliasi yang menyatakan bahwa beberapa variabel saling berhubungan satu dengan yang lain dalam suatu kelompok persamaan linear. Hubungan tersebut menjadi semakin kompleks tetapi inti pesannya tetap sama, yaitu: kita dapat menguji

apakah beberapa variable saling berhubungan melalui seperangkat hubungan linier dengan cara memeriksa varian dan kovarian variable tersebut. Dictum ini dapat diilustrasikan secara sederhana sebagai berikut:

Ada sekelompok angka (kita beri simbol X): 1, 2, dan 3. Sekelompok angka tersebut mempunyai rata-rata sebesar 2 dan standard deviasi 1. Kemudian sekelompok ini (X) kita kalikan 4; maka akan menjadi sekelompok angka sebagai berikut: 4, 8, dan 12 (Kita beri simbol Y). Sekelompok angka tersebut mempunyai rata-rata sebesar 8, standard deviasi 4, dan varian sebesar 16 (varian adalah standard deviasi yang dikuadratkan). Seperangkat angka X dapat dihubungkan dengan seperangkat angka Y dengan menggunakan persamaan $Y = 4 X$; dengan demikian varian Y ialah 16 kali X. Dari persamaan tersebut kita dapat melakukan pengujian hipotesis, yaitu Y dan X dihubungkan dengan menggunakan persamaan $Y = 4 X$ secara tidak langsung dengan cara membandingkan varian – varian variable X dan Y.

Dalam kaitannya dengan pemahaman tersebut, maka prosedur dalam SEM dilakukan dilakukan dengan cara sbb:

- Nyatakan secara tegas bahwa beberapa variabel berkaitan antara satu dengan yang lainnya dengan menggunakan diagram jalur.
- Teliti melalui beberapa aturan internal yang kompleks implikasi-implikasi apa saja dalam kaitannya dengan varian – varian dan kovarian-kovariannya beberapa variabel tersebut.
- Ujilah apakah semua varian dan kovarian cocok dengan modelnya.
- Laporkan hasil-hasil pengujian statistik, dan juga estimasi-estimasi parameter serta kesalahan-kesalahan standard untuk semua koefisien numerik yang ada dalam persamaan linear.
- Berdasarkan semua informasi di atas, peneliti memutuskan apakah model nampak sesuai dengan data yang dipunyai atau tidak

Dalam kaitannya dengan prinsip dasar SEM, statistik dasar yang melandasi adalah kovarian. Apa itu kovarian? Kovarian ialah pengukuran statistik varian dua variabel random yg diobservasi atau diukur dalam periode waktu rata-rata yang sama. Kovarian juga digunakan untuk menghitung koefisien korelasi antara dua variable yang berhubungan. Kovarian yang didefinisikan untuk dua variable kontinu X dan Y yang diobservasi mempunyai persamaan:

$$\text{Cov}_{xy} = r_{xy} \text{SD}_x \text{SD}_y$$

Dimana:

$$\text{Cov}_{xy} = \text{Kovarian variable x dan y}$$

$$\text{SD}_x = \text{Standar Deviasi Variabel x}$$

SD_y = Standar Deviasi Variabel y

Kovarian tersebut mewakili kekuatan asosiasi / hubungan antara x dan y serta variabilitasnya meski hanya dalam satu angka tunggal. Kovarian merupakan nilai statistik yang tidak standar; itulah sebabnya nilai kovarian tidak mempunyai batas bawah dan batas atas. Karena kovarian merupakan statistik dasar SEM, maka konsekuensi logisnya ialah analisis dalam SEM mempunyai dua tujuan, yaitu memahami pola kovarian dalam seperangkat variable yang sedang diobservasi dan menerangkan sebanyak mungkin varian dengan model yang dibuat oleh peneliti. Dengan demikian pengujian hipotesis tentang varian dan kovarian yang diwakili dengan model persamaan struktural adalah struktur kovarian.

1.8 Konsep Identifikasi Model

Model – Model Struktural dapat berupa dalam SEM ialah: 1) just – identified, 2) over – identified, dan 3) under – identified

- **Model ‘Just – identified’**: jumlah poin data varian dan kovarian sama dengan jumlah parameter yang harus diestimasi. Model ini secara ilmiah tidak menarik karena tidak ada Degree of Freedom (DF) sehingga model harus selalu diterima / tidak dapat ditolak (Catatan: $DF = \text{data} - \text{parameter}$)
- **Model ‘Over – identified’**: jumlah poin data varian dan kovarian variabel-variabel yang teramati lebih besar dari jumlah parameter yang harus diestimasi. Dengan demikian terdapat DF positif sehingga memungkinkan penolakan model
- **Model ‘Under – identified’**: jumlah poin data varian dan kovarian lebih kecil dibandingkan dengan jumlah parameter yang harus diestimasi. Dengan demikian model akan kekurangan informasi yang cukup untuk mencari pemecahan estimasi parameter karena akan terdapat solusi yang tidak terhingga untuk model yang seperti ini.
- **Saturated Model**: mempunyai parameter bebas sebanyak jumlah moments (rata-rata dan varian). Jika dianalisis dengan data yang lengkap, maka model akan selalu cocok dengan data sampel secara sempurna ($\text{Chi square} = 0.0$; $DF = 0$)

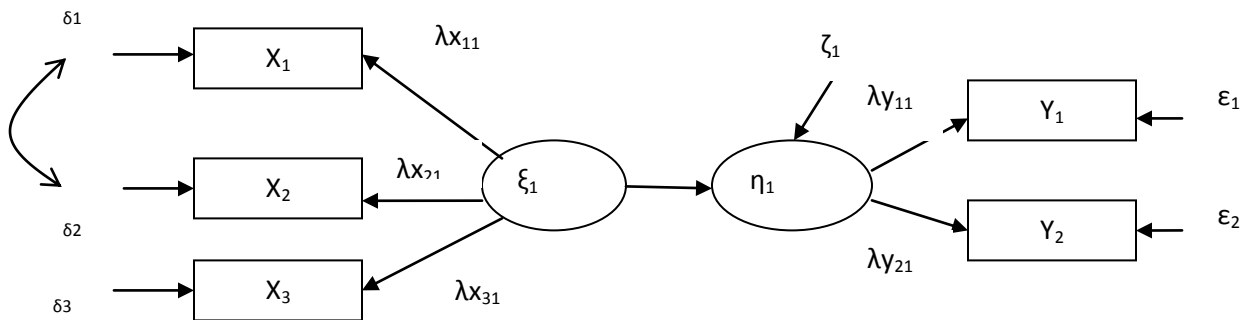
1.9 Diagram Jalur SEM

Diagram jalur SEM berfungsi untuk menunjukkan pola hubungan antar variabel yang kita teliti. Dalam SEM pola hubungan antar variabel akan diisi dengan variabel yang diobservasi, variabel laten dan indikator. Berdasarkan pola hubungan antar variabel, SEM dapat diurai menjadi dua sub-bagian yaitu: model pengukuran dan model struktural.

Model pengukuran mendefinisikan hubungan antar variabel yang diobservasi dan yang tidak diobservasi. Dengan kata lain model pengukuran menyediakan hubungan nilai-nilai antara instrumen pengukuran (variabel-variabel indikator yang diobservasi) dengan konstruk-konstruk yang dirancang untuk diukur (variabel-variabel laten yang tidak diobservasi). Sedang model struktural mendefinisikan hubungan antar semua variabel yang tidak diobservasi. Itulah sebabnya model struktural mengidentifikasi variabel – variabel laten mana saja yang secara langsung ataupun tidak langsung mempengaruhi perubahan nilai variabel laten lainnya dalam model.

Di bawah ini diberikan contoh diagram jalur SEM:

Pada bagian berikut ini diberikan contoh diagram jalur LISREL sederhana:



Maksud dari diagram di atas ialah:

- Ada dua variable laten, yaitu ξ_1 sebagai variable eksogenous dan η_1 sebagai variable endogenous
- Ada 5 variabel terobservasi, yaitu X_1 , X_2 , dan X_3 yang berfungsi sebagai indikator dari variable laten ξ_1 serta Y_1 dan Y_2 yang berfungsi sebagai indikator variable laten η_1 .
- Ada satu kesalahan residual (*residual term*), yaitu ζ_1 yang berhubungan dengan prediksi nilai variable laten η_1
- Ada dua kesalahan pengukuran (*error term*) untuk Y_1 dan Y_2 , yaitu ϵ_1 dan ϵ_2 serta tiga kesalahan pengukuran untuk X_1 , X_2 dan X_3 , yaitu δ_1 , δ_2 dan δ_3 .
- Anak panah searah dari ξ_1 ke η_1 menunjukkan bahwa variable laten exogenous ξ_1 mempengaruhi variable laten endogenous η_1 .
- Anak panah searah dari ξ_1 ke X_1 , X_2 dan X_3 , serta dari η_1 ke Y_1 dan Y_2 yang diwakili dengan λ adalah jalur regresi, yang menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari masing-masing variable laten ke masing-masing indikatornya.
- Anak panah dua arah antara X_1 dan X_2 merupakan kovarian / korelasi antara indikator X_1 dan X_2

1.10 Ukuran Sampel

Ukuran sampel yang ideal untuk SEM sebaiknya antara 200 - 400. Jika menginginkan hasilnya semakin tepat, maka sebaiknya lebih besar dari 400 dengan 10-15 variable yang diobservasi dan dengan tingkat kesalahan sebesar 5%. Untuk tingkat kesalahan 1% diperlukan data sekitar 3200.

1.11 Dua Hal Penting Dalam Penggunaan SEM

Ada dua isu yang bersifat metodologis yang muncul dalam SEM berkaitan dengan kekuatan menganalisis data. Pertama, apakah parameter-parameter yang akan kita estimasi dapat diidentifikasi. Lebih lanjut apakah kita dapat memperoleh estimasi unik parameter tersebut. Pada saat semua parameter dalam suatu model teridentifikasi. Maka model tersebut dikatakan teridentifikasi. Masalah indentifikasi ini seperti persamaan dalam aljabar yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat persamaan independent yang memadai untuk memecahkan X, Y dan Z. Idealnya, kita menginginkan semua parameter model dapat diidentifikasi. Amos dapat mendeteksi serta memberitahu kita kisaran masalah-masalah indentifikasi. Disamping itu juga Amos menawarkan remedi untuk mengatasi masalah ini. Kita dapat mengatasi masalah indentifikasi dengan menggunakan pengendalian-pengendalian tertentu.

Isu kedua ialah ekuivalensi model. Dua model SEM akan ekuivalen jika kedua model tersebut dapat memprediksi nilai-nilai yang sama dari data yang sama pula. Apa yang dianalisis pada saat melakukan pencocokan dalam SEM ialah matriks kovarian atau matriks korelasi. Sekalipun demikian dalam SEM kadang kita juga menggunakan rata-rata (*mean*) hasil observasi juga pada saat intercept atau rata-rata faktor diestimasi. Setiap dua model SEM yang memprediksi momen yang sama, misalnya kovarian, means, dan lainnya diperlakukan ekuivalen. Sampai saat ini belum ada prosedur yang komprehensif untuk menghitung semua kemungkinan model yang ingin kita spesifikasi.. Untuk mengatasi masalah ini, maka kita harus bersandar pada informasi diluar data untuk memilih model-model yang terbaik. Informasi ini dapat diperoleh dari riset sebelumnya, pengetahuan tentang lingkungan dimana data dikoleksi, intuisi manajerial dan pengalaman-pengalaman meneliti sebelumnya. Pemahaman ekuivalensi tidak jauh berbeda dengan pemahaman dimana variable-variabel tertentu bergantung pada lainnya dan mana yang tidak bergantung.

1.12 Istilah-Istilah Dasar Dalam SEM

- **Variabel**
 - **Observed Variables:** Variabel Yang Dapat Diobservasi Secara Langsung / Var Manifest / Indikator / Referensi
 - **Unobserved Variables:** Variabel Yang Tidak Dapat Diobservasi Secara Langsung / Fenomena Abstrak / Var Laten / Faktor / Konstruk
 - Minimal 4 variabel untuk pemodelan dalam SEM
- **Variabel Laten Exogenous (Variabel Independen)**
 Penyebab fluktuasi nilai – nilai di variabel – variabel laten lainnya dalam model yang dibangun. Perubahan nilai dalam var ini ini tidak dapat diterangkan dengan menggunakan model, tetapi harus mempertimbangkan pengaruh faktor – faktor eksternal lainnya diluar model; sebagai contoh faktor demografi, status sosial dan ekonomi. (*Bandingkan dengan konsep Regresi dan Analisis Jalur dimana model tidak digunakan untuk memberikan penjelasan perubahan nilai pada variabel bebas (regresi) dan exogenous (analisis jalur) krn variabel – variabel ini diperlakukan sebagai penyebab perubahan nilai var tergantung (regresi) dan var endogenous (analisis jalur)*)
- **Variabel Laten Endogenous (Variabel Dependend)**
 - Variabel yang dipengaruhi oleh var exogenous dalam model baik secara langsung maupun tidak langsung. Fluktuasi nilai dalam var endogenous dapat diterangkan dengan model yang dibangun karena semua variabel laten yang mempengaruhi variabel laten endogenous ini dimasukkan dalam spesifikasi model tersebut.
- **Model Analisis Faktor**






- **Exploratory Factor Analysis (EFA):** dirancang untuk suatu situasi dimana hubungan antara variabel – variabel yang diobservasi dan variabel laten tidak diketahui atau tidak jelas
- **Confirmatory Factor Analysis (CFA):** digunakan untuk riset dimana peneliti sudah mempunyai pengetahuan mengenai struktur variabel laten yang melandasinya. Didasarkan pada teori atau riset empiris yang bersangkutan membuat postulat /asumsi / reasoning hubungan antara pengukuran yang diobservasi dengan faktor – faktor yang mendasarinya sebelumnya kemudian melakukan pengujian struktur hipotesis ini secara statistik.
- Kesimpulan: Model analisis faktor EFA dan CFA berfokus pada bagaimana dan sejauh mana semua variabel yang diobservasi berhubungan dengan faktor – faktor laten yang mendasarinya. Dengan kata lain, model analisis ini berfokus pada sejauh mana variabel – variabel yang diobservasi ini dihasilkan oleh konstruk – konstruk laten yang mendasarinya; dengan demikian, kekuatan semua jalur regresi dari semua faktor tersebut kearah semua variabel yang diobservasi secara langsung (koefisien regresi / factor loadings) menjadi fokus analisisnya. Karena model ini, khususnya CFA hanya berfokus pada hubungan antara faktor – faktor dan semua variabel yang diukur maka dalam perspektif SEM disebut sebagai Measurement Model.
- **Model Variabel Laten Lengkap / Full Latent Variable Model (LV)**
 - Model LV memungkinkan spesifikasi struktur regresi diantara semua variabel laten. Artinya peneliti dapat membuat hipotesis pengaruh dari satu konstruk laten terhadap konstruk laten lainnya dalam suatu pemodelan hubungan sebab akibat. Model LV ini mencakup “measurement model” dan “structural model” : dimana MM menjelaskan hubungan antara
 - semua variabel laten dengan pengukuran yang diobservasi (CFA) dan model struktural menjelaskan hubungan antara semua variabel laten itu sendiri.
- **Arah Hubungan**
 - **Recursive:** hubungan pengaruh satu arah (dari exogenous ke endogenous) (*Model ini sama dengan Analisis Jalur*)
 - **Non Recursive:** hubungan bersifat sebab akibat / reciprocal atau feedback effects
- **Tujuan Umum Pemodelan Statistik dalam SEM**
 - Memberikan cara yang efisien dan sesuai untuk menggambarkan struktur variabel laten yang mendasari seperangkat variabel yang diobservasi
 - Mengekspresikan dengan diagram atau menggunakan persamaan matematis
 - Menyusun postulat menggunakan model statistik yang didasarkan pada pengetahuan peneliti terhadap teori yang sesuai, riset empiris kajiannya, atau kombinasi antara teori dan empiris.
 - Menentukan keselarasan (Goodness of Fit) antara model yang dihipotesiskan dengan data sampel.

- Menguji seberapa cocok antara data hasil observasi dengan dengan struktur model yang dibuat
- Mengetahui *residual* / perbedaan antara model yang dihipotesiskan dengan data observasi
- **Bentuk model yang sesuai dengan data observasi:**
 - $\text{Data} = \text{Model} + \text{Residual}$
 - Model merupakan representasi struktur yang dihipotesiskan yang menghubungkan antara semua variabel yang diobservasi dengan semua variabel laten dan untuk model tertentu menghubungkan antar variabel laten tertentu.
 - Residual merupakan perbedaan antara model yang dihipotesiskan dengan data yang diobservasi
- **Kerangka Strategis Umum untuk Pengujian SEM Menurut Joreskog (1993)**

Terdapat 3 kerangka strategis umum dalam pengujian SEM, yaitu:

- **Strictly Confirmatory (SC):**
 - Peneliti membuat postulat suatu model singel didasarkan pada teori,
 - Mengumpulkan data yang sesuai
 - Menguji kecocokan antara model yang dihipotesiskan dengan data sampel observasi
 - Hasil pengujian ialah menolak atau menerima model yang sudah dibuat
 - Tidak ada modifikasi lebih lanjut terhadap model yang sudah dibuat
- **Alternative Models (AM):**
 - Peneliti mengajukan beberapa alternatif model yang didasarkan pada teori yang sesuai dengan kajian yang dilakukan
 - Memilih model yang sesuai dengan data observasi yang paling mewakili data sampel yang dimiliki
- **Model Generating (MG):**
 - Peneliti membuat postulat dan menolak model yang diturunkan dari teori didasarkan pada kurang-sesuaian dengan data sampel
 - Melanjutkan dengan model exploratori bukan konfirmasi untuk memodifikasi dan mengestimasi ulang model yang dibuat
 - Fokusnya ialah untuk menemukan sumber ketidaksesuaian dalam model dan menentukan suatu model yang sesuai dengan data sampel yang ada
- Notasi Simbol. Notasi simbol yang digunakan SEM ialah

Notasi Simbol	Deskripsi
---------------	-----------

	Variabel yang tidak terobservasi / var laten / faktor
	Variabel yang diobservasi / indikator / manifest
	Menunjukkan pengaruh dari satu variabel ke var lainnya
	Menunjukkan kovarian / korelasi antara sepasang variabel
	Measurement error dan residual error

1.13 Kunggulan-Keunggulan SEM

1. Pertama, memungkinkan adanya asumsi-asumsi yang lebih fleksibel;
2. Kedua, penggunaan analisis faktor penegasan (*confirmatory factor analysis*) untuk mengurangi kesalahan pengukuran dengan memiliki banyak indikator dalam satu variabel laten;
3. Ketiga, daya tarik interface pemodelan grafis untuk memudahkan pengguna membaca keluaran hasil analisis;
4. Keempat, kemungkinan adanya pengujian model secara keseluruhan dari pada koefisien-koefisien secara sendiri-sendiri;
5. Kelima, kemampuan untuk menguji model – model dengan menggunakan beberapa variabel tergantung;
6. Keenam, kemampuan untuk membuat model terhadap variabel-variabel perantara;

7. Ketujuh, kemampuan untuk membuat model gangguan kesalahan (*error term*);
8. Kedelapan, kemampuan untuk menguji koefisien-koefisien diluar antara beberapa kelompok subyek;
9. Kesembilan kemampuan untuk mengatasi data yang sulit, seperti data *time series* dengan kesalahan otokorelasi, data yang tidak normal, dan data yang tidak lengkap.

1.14 Langkah-Langkah Analisis Dalam SEM

Untuk melakukan analisis SEM diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Pertama kita membuat spesifikasi model yang didasarkan pada teori, kemudian menentukan bagaimana mengukur konstruk-konstruk, mengumpulkan data, dan kemudian masukkan data ke Amos.
- Kedua Amos akan mencocokkan data kedalam model yang sudah dispesifikasi kemudian memberikan hasil yang mencakup semua angka-angka statistik kecocokan model dan estimasi-estimasi parameter.
- Ketiga masukkan data yang biasanya dalam bentuk matriks kovarian dari variable-variabel yang sedang diukur, misalnya nilai-nilai butir-butir pertanyaan yang digunakan,. Bentuk masukan lainnya dapat berupa matriks korelasi dan rata-rata (mean). Data dapat berupa data mentah kemudian diubah menjadi kovarian dan rata-rata.
- Kelima mencocokkan data dengan model yang sudah dibuat.

1.15 Daftar Pustaka

- Byrne, Barbara. M. (2001). *Structural Equation Modeling With Amos: Basic Concepts, Applications, and Programming*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers
- Ferdinand, Augusty. (2000). *Structural Equation Modeling Dalam Penelitian Manajemen. Aplikasi Model-Model Rumit dalam Penelitian untuk Tesis S2 dan Disertasi S3*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Fox, Johns. (2002). *Structural Equation Model*. Appendix to An R and S-PLUS Companion to Applied Regression
- Garson, David.G. (2006). *Structural Equation Model*. World Wide Web: <http://hcl.chass.ncsu.edu/ssl/ssl.htm>
- Ghozali, Abbas. (2001). *Tinjauan Metodologi: Structural Equation Modeling dan Penerapannya dalam Pendidikan*. World Wide Web: <http://www.depdiknas.go.id>

Kline, Rex.B. (2001). Principles and Practice of Structural Equation Modeling. New York: The Guilford Press

Narimawati, Umi dan Jonathan Sarwono.(2007). Structural Equation Model (SEM) Dalam Riset Ekonomi: Menggunakan LISREL. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.

Sarwono, Jonathan. (2008). Mengenal AMOS untuk Analisis Structural Equation Model. Dalam proses penerbitan