Covariance-Based Structural Equation Modeling(CB-SEM) dengan

Disertai Perbandingan Hasil dengan Software LISREL dan Amos

Tulisan Ini Diperbaharui pada 30 Agustus 2019

Download STATCAL di: www.statcal.org

Berbagai Artikel dan Video Pembelajaran Statistika: www.statcal2019.com

Prana Ugiana Gio (Founder STATCAL): www.pranaugi.com

Rezzy Eko Caraka (Co-Founder STATCAL): <http://rezzyekocaraka.com/>

Version: 27/August/2019

What's New? STATCAL Input Numeric Data Input Categorical Data Descriptive Graph Statistics Bayesian Statistic Youtube Articles Data

Some Addition and Improvement in STATCAL Version: August/27/2019:

1. Logistic regression method is available. Thank's for Victor Trisman Jaya Hulu that has been contributed for this menu!!
2. Data: Syariah Stock by Jakarta Islamic Index (JII) (2014-2017) is available.Thanks for Ansuci Azzahra & Rizki Syahputra that has been contributed for this menu!!!
3. Data: Indonesian Company Performance (9 Sectors) is available.Thanks for Ansuci Azzahra & Rizki Syahputra that has been contributed for this menu!!!
4. Residual, Modification Indices and Graph for menu covariance based structural equation modeling (CB-SEM). Thanks for Kristiana Dewayani Samdono & Chandra Yudistira that has been contributed for this menu!!!
5. Improvement for independent t-test menu. Thanks for Offie, Scientist at STATCAL.
6. Generate data from covariance matrix menu.

Tutorial video about STATCAL: <http://statcal2019.com/>

Version: 27/August/2019

What's New? STATCAL Input Numeric Data Input Categorical Data Descriptive Graph Statistics Bayesian Statistic Youtube Articles Data

Covariance Based Structural Equation Modeling (CB-SEM) Using Lavaan Package (Alternative of AMOS & LISREL)

Covariance Based Structural Equation Modeling (CB-SEM) Using Lavaan Package (Alternative of AMOS & LISREL)

Enter Data Model Result Graph Tutorial Video Related Article

Put Your Data Below:

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Model:

```
1 X1 == p1+p2
2 X2 == p3+p4
3 X3 == p5+p6
4 X4 == p7+p8+p9
5 A == X1+X2
6 B == X3+X4
7 A==B
```

Contoh Kasus-I

COVARIANCE-BASED STRUCTURAL EQUATION MODELING DENGAN STATCAL, AMOS & LISREL

1. Model

Gambar 1 sampai dengan Gambar 7 merupakan model yang akan diuji.

Gambar 1 Model dengan 3 Variabel Laten (STATCAL)

Gambar 2 Model dengan 3 Variabel Laten (STATCAL)

Gambar 3 Model dengan 3 Variabel Laten (STATCAL)

Gambar 4 Model dengan 3 Variabel Laten (STATCAL)

Gambar 5 Model dengan 3 Variabel Laten (STATCAL)

Gambar 6 Model dengan 3 Variabel Laten (AMOS)

Gambar 7 Model dengan 3 Variabel Laten (LISREL)

Berdasarkan Gambar 1 sampai dengan Gambar 7, diketahui:

- ⇒ Terdapat 3 variabel laten (*latent variable*), yakni pelayanan (**PEL**), kepuasan (**KEP**) dan loyalitas (**LOY**).
- ⇒ Variabel laten pelayanan (**PEL**) memiliki 3 variabel indikator (*manifest variable* atau *observed variable* atau *indicator variable*), yakni PEL1, PEL2 dan PEL3.
- ⇒ Variabel laten kepuasan (**KEP**) memiliki 3 variabel indikator, yakni KEP1, KEP2 dan KEP3.
- ⇒ Variabel laten loyalitas (**LOY**) memiliki 3 variabel indikator, yakni LOY1, LOY2 dan LOY3.

2. Data

Tabel 1 merupakan contoh data yang akan diuji.

Tabel 1 Data

No	PEL1	PEL2	PEL3	KEP1	KEP2	KEP3	LOY1	LOY2	LOY3
1	2	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	2	4	4	3	4	3	4	4
3	4	4	2	3	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	3	4	3
6	2	2	2	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	2	2	2	5	4	4
8	4	4	4	4	4	4	2	2	2
9	2	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	2	4	4	4	4	4	4	4
11	4	4	2	4	4	4	4	4	4
12	2	2	2	4	4	4	4	4	4
13	4	4	4	2	2	2	4	4	4
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	5	5	5	2	5	5	5	5	5
25	5	5	5	5	2	5	5	5	5
26	5	5	4	5	5	2	5	5	5
27	5	5	5	5	5	5	2	2	2
28	4	5	4	5	4	5	4	5	5
29	5	5	5	5	5	5	5	4	5
30	5	5	4	5	5	5	5	5	5
31	5	5	5	4	5	5	5	4	5
32	5	5	5	5	5	5	5	5	5
33	2	2	3	2	2	2	2	2	2
34	2	3	2	2	3	2	2	3	2
35	2	2	2	2	2	2	3	2	2
36	2	2	2	4	4	4	4	4	4

37	4	3	4	4	4	4	4	4	4
38	4	4	4	4	3	4	2	4	4
39	4	4	3	4	4	4	4	2	4
40	4	4	4	4	3	4	4	4	2
41	4	4	4	4	4	3	4	4	4
42	4	4	4	4	4	4	3	4	4
43	4	4	4	4	4	4	4	3	4
44	4	4	4	4	4	4	4	4	3
45	4	4	4	4	4	4	4	4	4
46	4	4	4	4	4	4	4	4	4
47	5	5	5	5	5	5	4	5	5
48	5	4	4	5	5	5	5	5	5
49	5	5	5	5	4	5	5	5	5
50	5	5	5	5	5	5	5	4	5
51	2	4	4	4	4	4	4	4	4
52	4	2	4	4	3	4	3	4	4
53	4	4	2	3	4	4	4	4	4
54	4	4	4	4	4	4	4	4	4
55	4	4	4	4	4	4	3	4	3
56	2	2	2	4	4	4	4	4	4
57	4	4	4	2	2	2	5	4	4
58	4	4	4	4	4	4	2	2	2
59	2	4	4	4	4	4	4	4	4
60	4	2	4	4	4	4	4	4	4
61	4	4	2	4	4	4	4	4	4
62	4	4	4	4	4	4	4	4	4
63	4	4	4	4	4	4	4	4	4
64	3	3	3	3	3	3	3	3	3
65	3	3	3	3	3	3	3	3	3
66	3	3	3	3	3	3	3	3	3
67	3	3	3	3	3	3	3	3	3
68	3	3	3	3	3	3	3	3	3
69	3	3	3	3	3	3	3	3	3
70	3	3	3	3	3	3	3	3	3
71	3	3	3	3	3	3	3	3	3
72	3	3	3	3	3	3	3	3	3
73	3	3	3	3	3	3	3	3	3
74	5	5	5	2	5	5	5	5	5
75	2	2	2	5	2	5	5	5	5
76	5	5	4	5	5	2	5	5	5
77	5	5	5	5	5	5	5	5	5
78	4	5	4	5	4	5	4	5	5
79	5	5	5	5	5	5	5	4	5
80	5	5	4	5	5	5	5	5	5
81	5	5	5	4	5	5	5	4	5

3. Hipotesis

Berikut hipotesis yang akan diuji.

- ⇒ Pelayanan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepuasan.
- ⇒ Pelayanan berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas.
- ⇒ Kepuasan berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas.

4. Sekilas SEM berdasarkan Beberapa Literatur

Mahmud dan Ratmono (2013:2) menyatakan dalam satu dekade terakhir, penggunaan *Structural Equation Modeling* (SEM) semakin meningkat. Sebagai contoh, sebelum tahun 1990, dalam bidang pemasaran (*marketing*), hanya sekitar sepuluh artikel penelitian yang menggunakan SEM. Namun, pada periode 1995-2007, lebih dari dua pertiga dari keseluruhan artikel yang dipublikasikan dalam jurnal marketing ternama menggunakan SEM (Hair dkk., 2013; Babin dkk., 2008; Hair dkk., 2011). Perkembangan signifikan dalam penggunaan SEM juga terdapat dalam bidang lain, seperti psikologi, sosiologi, dan akuntansi (McQuitty, 2004; Henri, 2007; Hair dkk., 2011).

Mahmud dan Ratmono (2013:6) menyatakan pada perkembangannya, SEM dibagi menjadi dua jenis, yakni *covariance-based SEM (CB-SEM)* dan *variance-based SEM* atau *partial least squares (SEM-PLS)*. CB-SEM berkembang pada tahun 1970-an dipelopori oleh Karl Joreskog sebagai pengembang software Lisrel. Sementara SEM-PLS berkembang setelah CB-SEM dan dipelopori oleh Herman Wold (pembimbing akademik Karl Joreskog). CB-SEM lebih populer dengan nama softwrenya seperti:

- ⇒ Lisrel,
- ⇒ AMOS,
- ⇒ EQS,
- ⇒ Mplus, dan sebagainya.

SEM-PLS, meskipun relatif baru, namun perkembangannya cukup signifikan dalam dekade terakhir (Hair dkk., 2013; Kock, 2013). Saat ini cukup banyak software SEM-PLS yang tersedia seperti:

- ⇒ PLS-Graph,
- ⇒ Smart-PLS,
- ⇒ Visual-PLS,
- ⇒ WarpPLS, dan sebagainya.

Mahmud dan Ratmono (2013:7) menyatakan **SEM-PLS dapat bekerja secara efisien dengan ukuran sampel yang kecil dan model yang kompleks**. Selain itu, **asumsi distribusi data dalam SEM-PLS relatif lebih longgar dibandingkan CB-SEM**. SEM-PLS juga dapat menganalisis model pengukuran reflektif dan formatif serta variabel laten dengan satu indikator tanpa menimbulkan masalah identifikasi.

Mahmud dan Ratmono (2013:7) estimasi dengan CB-SEM membutuhkan serangkaian asumsi yang harus terpenuhi seperti normalitas data secara multivariat, ukuran sampel minimum, homoskedastisitas, dan sebagainya. Jika asumsi-asumsi tersebut tidak terpenuhi atau tujuan penelitian adalah prediksi dan bukan konfirmasi hubungan struktural, maka SEM-PLS dapat menjadi pilihan (Hair dkk., 2013).

Mahfud dan Ratmono (2013:8) menyatakan Wold (1982) mengakui peran penting CB-SEM dalam ilmu sosial, namun ia juga berpendapat persyaratan asumsi distribusi data kurang realistis untuk penelitian empiris. Oleh karena itu, Wold kemudian mengembangkan SEM-PLS yang dapat bekerja efisien dengan asumsi-asumsi yang lebih longgar. Selain itu, ia juga mengembangkan *PLS regression* yang mengkombinasikan regresi berganda dan *principal component analysis*.

Mahfud dan Ratmono (2013:8) menyatakan hasil estimasi keduanya **tidak jauh berbeda sehingga SEM-PLS dapat menjadi proksi yang baik untuk CB-SEM**. SEM-PLS tetap dapat menghasilkan estimasi meskipun untuk ukuran sampel kecil dan penyimpangan dari asumsi normalitas multivariat. SEM-PLS karenanya dapat dipandang sebagai pendekatan nonparametrik untuk CB-SEM. Selain itu, ketika asumsi-asumsi CB-SEM tidak terpenuhi maka SEM-PLS dapat menjadi metode yang tepat untuk pengujian teori.

Mahfud dan Ratmono (2013:9-13) menyatakan jika data memenuhi asumsi-asumsi CB-SEM secara tepat seperti minimal ukuran sampel dan distribusi normal maka pilih CB-SEM. Jika tidak memenuhi, pilih SEM-PLS. Jika ukuran sampel relatif kecil, pilih SEM-PLS. Dengan data yang besar, hasil CB-SEM dan SEM-PLS relatif sama. Jika data tidak terdistribusi secara normal pada tingkatan tertentu, pilih SEM-PLS. Dalam kondisi distribusi normal, hasil CB-SEM dan SEM-PLS relatif sama, namun hasil estimasi CB-SEM sedikit lebih tepat. Pada SEM-PLS, untuk ukuran sampel besar (>250) dapat meningkatkan ketepatan dan konsistensi hasil estimasi SEM-PLS, dan dalam SEM-PLS tidak mensyaratkan asumsi distribusi data. SEM-PLS merupakan pendekatan nonparametrik; dapat bekerja dengan baik bahkan untuk data tidak normal secara ekstrim.

Sofyan Yamin (2014:20) menyatakan **strategi estimasi SEM umumnya menggunakan *two step approach* berdasarkan rekomendasi Anderson dan Gerbing (1988)**. Metode ini adalah mengestimasi awal model pengukuran (CFA) secara simultan lalu mengevaluasi model pengukuran tersebut. Jika model memperoleh hasil kecocokan yang baik pada model pengukuran maka dilanjutkan dengan pengujian model struktural.

Sofyan Yamin (2014:30) dalam bukunya yang berjudul "***Structural Equation Modeling untuk Pemula, Rahasia Olah Data Lisrel***" menyatakan salah satu tujuan utama *confirmatory factor analysis* (CFA) adalah menguji tingkat validitas variabel laten/konstrak dari teori model pengukuran yang diajukan. Ada dua pemeriksaan validitas konstrak yaitu:

⇒ *Convergent Validity*.

⇒ *Discriminant Validity*.

Lebih lanjut Sofyan Yamin (2014:5) menyatakan model pengukuran menggambarkan hubungan kausalitas antara variabel laten dengan indikatornya. Dalam analisis SEM, model pengukuran biasa disebut *confirmatory factor analysis model* (model CFA).

Imam Ghozali (2014:137) dalam bukunya yang berjudul "**Model Persamaan Struktural, Konsep dan Aplikasi dengan Program AMOS 22**" menyatakan salah satu manfaat utama dari *confirmatory factor analysis* (CFA) adalah kemampuan menilai validitas konstruk dari measurement theory yang diusulkan. Validitas konstruk mengukur sampai seberapa jauh ukuran indikator mampu merefleksikan konstruk laten teoritisnya. Jadi validitas konstruk memberikan kepercayaan bahwa ukuran indikator yang diambil dari sampel menggambarkan skor sesungguhnya di dalam populasi. Ada empat ukuran validitas konstruk, yaitu *convergent validity*, *variance extracted*, *reliability*, dan *discriminant validity*.

Mahfud dan Ratmono (2013:13-14) dalam bukunya yang berjudul "**Analisis SEM-PLS dengan WarpPLS 3.0**" menyatakan analisis CB-SEM terdiri dari dua tahap sehingga dikenal sebagai *two-steps approach*, yaitu:

- ⇒ Melakukan konfirmasi model pengukuran (*confirmatory factor analysis*).
- ⇒ Mengevaluasi model struktural (*structural model*).

Tujuan dari CFA adalah mengevaluasi validitas dan reliabilitas setiap konstruk atau variabel laten. Selain itu, dilakukan evaluasi kelayakan (*goodness of fit*) model pengukuran menggunakan beberapa indikator. Sebelum melangkah ke tahap (2), kriteria validitas, reliabilitas, dan *goodness of fit* harus terpenuhi. **Tahap ini dilakukan dengan mengorelasikan semua konstruk.**

Sofyan Yamin (2014) menyatakan uji *convergent validity* merupakan suatu uji untuk menguji apakah variabel-variabel indikator yang digunakan benar-benar signifikan dalam hal mencerminkan variabel konstruk atau laten. Beberapa ukuran pada uji *convergent validity*, yakni:

- ⇒ Ukuran *standardized loading factor* (SLF).
- ⇒ Ukuran *construct reliability* (CE).
- ⇒ Ukuran *average variance extracted* (AVE).

Sofyan Yamin (2014:30) menyatakan ***convergent validity* merujuk kepada sejauh mana sebenarnya suatu set item/indikator/variabel teramati yang diukur mencerminkan konstruk**. Sejumlah indikator atau variabel teramati yang mengukur konstruk yang sama menunjukkan sifat *convergent validity* yang baik jika ada tingkat *intercorrelation* - korelasi antara indikator tersebut moderat atau kuat. *Convergent validity* dapat dilihat dari beberapa ukuran yaitu *factor loading* (LF), *construct reliability* (CR), dan *average variance extracted* (AVE). Pertama, suatu indikator atau variabel teramati dikatakan memiliki sifat *convergent validity* yang baik bila nilai *factor loading* atau *standardized loading factor* (SLF) tersebut signifikan. Meskipun demikian nilai SLF yang signifikan sering kali memiliki korelasi yang lemah. Oleh karena itu *rule of thumb* adalah nilai $SLF \geq 0,50$ dapat diterima dan lebih diharapkan adalah nilai $SLF \geq 0,7$, (Hair dkk., dalam Sofyan Yamin, 2014:30). **Kedua, *construct reliability* dapat dilihat dari formula berikut (Sofyan Yamin, 2014:30).**

$$CR = \frac{(\sum_{i=1}^n SLF_i)^2}{(\sum_{i=1}^n SLF_i)^2 + \sum_{i=1}^n e_i}$$

Lebih lanjut Sofyan Yamin (2014:30) menyatakan *e* adalah error pengukuran (*standardized*). **Nilai ini mempunyai makna yang sama seperti *Cronbach's Alpha* sebagai ukuran reliabilitas konsistensi internal meskipun dalam analisis SEM umumnya digunakan ukuran *construct reliability* (CR) untuk mengukur tingkat reliabilitas**. Nilai CR yang diharapkan adalah $CR \geq 0,70$, akan tetapi nilai CR terletak antara 0,6-0,7 adalah masih diterima dengan catatan nilai validitas dari indikator menunjukkan hasil yang bagus (Hair dalam Sofyan Yamin, 2014:30).

Ketiga adalah *average variance extracted* (AVE). AVE diformulasikan sebagai berikut (Sofyan Yamin, 2014:30).

$$AVE = \frac{\sum_{i=1}^n SLF_i^2}{\sum_{i=1}^n SLF_i^2 + \sum_{i=1}^n e_i}$$

Sofyan Yamin (2014:30) menyatakan nilai AVE ini menunjukkan makna besarnya kandungan variasi indikator yang mampu dikandung oleh konstruk. Nilai AVE yang dapat diterima adalah minimal $AVE \geq 0,5$ (Hair dalam Sofyan Yamin, 2014:30).

Imam Ghazali (2014:137-138) menyatakan item-item atau indikator suatu konstruk laten harus converge atau share (berbagi) proporsi varian yang tinggi dan ini disebut *convergent validity*. Untuk mengukur validitas konstruk dapat dilihat dari nilai faktor loadingnya. Pada kasus di mana terjadi validitas konstruk yang tinggi, maka nilai loading yang tinggi pada suatu faktor (konstruk laten) menunjukkan bahwa mereka converge pada satu titik. Syarat yang harus dipenuhi, pertama *loading factor* harus signifikan. Oleh karena loading faktor yang signifikan bisa jadi masih rendah nilainya, maka ***standardized loading estimate* harus di atas 0,5 atau lebih dan idealnya di atas 0,7.**

Imam Ghazali (2014:138) menyatakan dalam analisis faktor konfirmatori, prosentase rata-rata nilai *variance extracted* (AVE) antar item atau indikator suatu set konstruk laten merupakan ringkasan convergen indikator. AVE dapat dihitung dengan menggunakan nilai *standardized loading*. Nilai AVE sama dengan atau di atas 0,5 menunjukkan adanya *convergent* yang baik.

Imam Ghazali (2014:140) menyatakan reliabilitas juga merupakan salah satu indikator validitas *convergent*. Banyak juga yang menggunakan cronbach alpha sebagai ukuran reliabilitas walaupun

kenyataannya *cronbach alpha* memberikan reliabilitas yang lebih rendah (*under estimate*) dibandingkan dengan *construct reliability* (CR). *Construct reliability* (CR) 0,7 atau lebih menunjukkan reliabilitas yang baik, sedangkan reliabilitas 0,6-0,7 masih dapat diterima dengan syarat validitas indikator dalam model baik.

***Discriminant validity* berfungsi untuk menguji apakah variabel laten yang satu dengan lainnya berbeda.** Pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk menguji apakah variabel laten yang satu dengan lainnya berbeda dengan **membandingkan nilai akar AVE** dari variabel laten tersebut terhadap nilai korelasi antara variabel laten tersebut dengan variabel laten lainnya (Sofyan Yamin, 2014:31).

Imam Ghazali (2014:141) menyatakan *discriminant validity* mengukur sampai seberapa jauh suatu konstruk benar-benar berbeda dari konstruk lainnya. Nilai *discriminant validity* yang tinggi memberikan bukti bahwa suatu konstruk adalah unik dan mampu menangkap fenomena yang diukur. Cara mengujinya adalah membandingkan nilai akar kuadrat dari AVE dengan nilai korelasi antar konstruk.

5. CB-SEM dengan STATCAL

Hasil CB-SEM dengan STATCAL mendekati hasil pada *software* AMOS dan LISREL. Berikut tahapan CB-SEM dengan STATCAL. Jalankan STATCAL terlebih dahulu (Gambar 8).

Gambar 8 Tampilan Awal STATCAL ketika Dijalankan

Selanjutnya pilih **Statistics => Covariance Based Structural Equation Modeling (CB- SEM) Using Lavaan Package (Alternative of AMOS & LISREL)** (Gambar 9).

Gambar 9 Menu CB-SEM

Perhatikan Gambar 10. Pindahkan data Tabel 1 pada bagian **Put Your Data Below**:

Covariance Based Structural Equation Modeling (CB-SEM) Using Lavaan Package (Alternative of AMOS & LISREL)

Enter Data | Model | Result | Graph | Tutorial Video | Related Article

Put Your Data Below:

	PEL1	PEL2	PEL3	KEP1	KEP2	KEP3	LOY1	LOY2	LOY3
1	2	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	2	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	2	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	2	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	2	4	4	4
7	2	2	2	4	4	4	2	2	2
8	4	4	4	2	2	2	5	4	4
9	4	4	4	4	4	4	2	2	2
10	2	4	4	4	4	4	4	4	4
11	4	2	4	4	4	4	4	4	4
12	4	4	2	4	4	4	4	4	4
13	2	2	2	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	2	2	2	4	4	4
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Model:

```

1 PEL == PEL1 + PEL2 + PEL3
2 KEP == KEP1 + KEP2 + KEP3
3 LOY == LOY1 + LOY2 + LOY3
4
5 KEP == PEL
6 LOY == KEP + PEL
7
8
9
10
11

```

Put Your Data Below:

	PEL1	PEL2	PEL3	KEP1	KEP2	KEP3	LOY1	LOY2	LOY3
1	2	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	2	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	2	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	2	4	4	4	4

Gambar 10 Pindahkan Data pada Bagian “Put Your Data Below”

Perhatikan Gambar 11. Definisikan model seperti pada Gambar 11.

ce Based Structural Equation Modeling (CB-SEM) Using Lavaan Pack (Alternative of AMOS & LISREL)

Gambar 11 Definiskan Model

Kode untuk definisi model sebagai berikut.

```
PEL =~ PEL1 + PEL2 + PEL3
KEP =~ KEP1 + KEP2 + KEP3
LOY =~ LOY1 + LOY2 + LOY3
```

```
KEP ~ PEL
LOY ~ KEP + PEL
```

Perhatikan bahwa:

```
PEL =~ PEL1 + PEL2 + PEL3
```

dapat diartikan variabel laten pelayanan (PEL) memiliki 3 variabel indikator, yakni PEL1, PEL2 dan PEL3.

$$\text{KEP} = \sim \text{KEP1} + \text{KEP2} + \text{KEP3}$$

dapat diartikan variabel laten kepuasan (KEP) memiliki 3 variabel indikator, yakni KEP1, KEP2 dan KEP3.

$$\text{KEP} \sim \text{PEL}$$

dapat diartikan “**pengaruh pelayanan (PEL) terhadap kepuasan (KEP)**”. Begitu juga

$$\text{LOY} \sim \text{PEL} + \text{KEP}$$

dapat diartikan “**pengaruh pelayanan (PEL) dan kepuasan (KEP) terhadap loyalitas (LOY)**”.

6. Pengujian *Convergent Validity* berdasarkan *Standardized Loading Factor* (SLF), *Average Variance Extracted* (AVE) dan *Construct Reliability* (CR) dengan STATCAL

Gambar 12 sampai Gambar 16 merupakan hasil *standardized loading factor* (SLF) berdasarkan STATCAL.

Gambar 12 *Standardized Loading Factor* (SLF)

Gambar 13 *Standardized Loading Factor* (SLF)

Gambar 14 *Standardized Loading Factor (SLF)*

Gambar 15 *Standardized Loading Factor*

Gambar 16 Standardized Loading Factor

Suatu indikator atau variabel teramati dikatakan memiliki sifat *convergent validity* yang baik bila nilai *factor loading* atau *standardized loading factor* (SLF) tersebut signifikan. Meskipun demikian nilai SLF yang signifikan sering kali memiliki korelasi yang lemah. Oleh karena itu *rule of thumb* adalah nilai $SLF \geq 0,50$ dapat diterima dan lebih diharapkan adalah nilai $SLF \geq 0,7$, (Hair dkk., dalam Sofyan Yamin, 2014:30).

Berdasarkan hasil SLF dari Gambar 12 sampai Gambar 16, diketahui seluruh $SLF > 0,5$, sehingga indikator-indikator yang digunakan memiliki sifat *convergent validity* yang baik.

Gambar 17 sampai dengan Gambar 19 merupakan hasil AVE dan CR berdasarkan STATCAL.

Gambar 17 Average Variance Extracted

Gambar 18 Construct Reliability

Decimals:

Show 10 entries

Search:

	Latent Variable	Average Variance Extracted (AVE)	Construct Reliability (CR)
1	PEL	0.7648	0.9069
2	KEP	0.7216	0.886
3	LOY	0.8056	0.9254

Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous 1 Next

Gambar 19 Average Variance Extracted dan Construct Reliability

Imam Ghazali (2014:140) menyatakan reliabilitas juga merupakan salah satu indikator validitas *convergent*. Banyak juga yang menggunakan cronbach alpha sebagai ukuran reliabilitas walaupun kenyataannya cronbach alpha memberikan reliabilitas yang lebih rendah (*under estimate*) dibandingkan dengan *construct reliability* (CR). **Construct reliability** (CR) 0,7 atau lebih menunjukkan reliabilitas yang baik, sedangkan reliabilitas 0,6-0,7 masih dapat diterima dengan syarat validitas indikator dalam model baik.

Berdasarkan hasil pada Gambar 18, diketahui seluruh nilai CR > 0,7, sehingga memiliki reliabilitas yang baik.

Sofyan Yamin (2014:30) menyatakan nilai AVE ini menunjukkan makna besarnya kandungan variasi indikator yang mampu dikandung oleh konstruk. Nilai AVE yang dapat diterima adalah minimal $AVE \geq 0,5$ (Hair dalam Sofyan Yamin, 2014:30). Berdasarkan hasil pada Gambar 17, seluruh nilai AVE > 0,5.

7. Pengujian *Discriminant Validity* dengan STATCAL

Gambar 20 merupakan hasil pengujian *discriminant validity* berdasarkan STATCAL.

Gambar 20 Pengujian Discriminant Validity

Discriminant validity berfungsi untuk menguji apakah variabel laten yang satu dengan lainnya berbeda. Pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk menguji apakah variabel laten yang satu dengan lainnya berbeda dengan membandingkan nilai akar AVE dari variabel laten tersebut terhadap nilai korelasi antara variabel laten tersebut dengan variabel laten lainnya (Sofyan Yamin, 2014:31).

Diketahui:

$\Rightarrow \sqrt{AVE_{PEL}} = \sqrt{0,7648} = 0,874 > 0,810 > 0,675$. Nilai akar kuadrat AVE dari variabel laten pelayanan lebih besar dibandingkan korelasi antara variabel laten pelayanan dan variabel laten lainnya.

$\Rightarrow \sqrt{AVE_{KEP}} = 0, \sqrt{7216} = 0,8494 > 0,8108 > 0,7350$. Nilai akar kuadrat AVE dari variabel laten kepuasan lebih besar dibandingkan korelasi antara variabel laten kepuasan dan variabel laten lainnya.

$\Rightarrow \sqrt{AVE_{LOY}} = \sqrt{0,8056} = 0,8975 > 0,6757 > 0,7350$. Nilai akar kuadrat AVE dari variabel laten

loyalitas lebih besar dibandingkan korelasi antara variabel laten loyalitas dan variabel laten lainnya.

Dengan demikian memiliki *discriminant validity* yang baik.

8. Pengujian Model Secara Keseluruhan

Dari hasil pengujian *convergent validity* dan *discriminant validity* memberikan hasil yang baik. Selanjutnya akan dilakukan pengujian model secara keseluruhan. Tabel 2 disajikan beberapa ukuran yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian model secara keseluruhan, disertai nilai batasannya.

Tabel 2 Pengujian Kecocokkan Model secara Keseluruhan

Ukuran Kecocokkan Model	Nilai Patokan Kecocokkan Model
RMSEA	< 0.1
NFI	> 0.9
CFI	> 0.9
AGFI	> 0.9
GFI	> 0.9

Berikut disajikan hasil STATCAL untuk pengujian kecocokkan model secara keseluruhan (Gambar 21).

Gambar 21 Pengujian Kecocokkan Model secara Keseluruhan

Berdasarkan hasil pada Gambar 21, didapat hasil bahwa model SEM secara keseluruhan memiliki kemampuan yang baik dalam hal mencocokkan data sampel (*good fit*). Perhatikan hasil pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kecocokkan Model secara Keseluruhan

Ukuran Kecocokan Model	Nilai	Nilai Patokan Kecocokkan Model	Kecocokkan Model terhadap Data
RMSEA	0.0	< 0.1	Ya
NFI	0.975	> 0.9	Ya
CFI	1	> 0.9	Ya
AGFI	0.926	> 0.9	Ya
GFI	0.961	> 0.9	Ya

9. Pengujian Model Struktural (*Structural Model Test*) (Uji Signifikansi)

Selanjutnya akan dilakukan pengujian model struktural, yakni menguji:

- ⇒ Apakah pelayanan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepuasan?
- ⇒ Apakah pelayanan berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas?
- ⇒ Apakah kepuasan berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas?

Berikut disajikan hasil berdasarkan STATCAL (Gambar 22).

Test of Significance

Decimals:

Show entries Search:

	Exogenous	Effect	Endogenous	Path Coefficient (standardized)	P-Value	z-value
1	PEL	->	KEP	0.7509	0	13.4651
2	KEP	->	LOY	0.4809	0.0003	3.6104
3	PEL	->	LOY	0.273	0.0446	2.0087

Gambar 22 Pengujian Model Struktural (Uji Signifikansi)

Berdasarkan pada Gambar 22, diperoleh hasil sebagai berikut.

- ⇒ Nilai koefisien jalur PEL menuju KEP adalah 0,7509, yakni bernilai positif. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa pelayanan berpengaruh positif terhadap kepuasan. Diketahui nilai *p-value* 0, yakni < tingkat signifikansi 0,05, maka pelayanan berpengaruh signifikan terhadap kepuasan.
- ⇒ Nilai koefisien jalur PEL menuju LOY adalah 0,273, yakni bernilai positif. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa pelayanan berpengaruh positif terhadap loyalitas. Diketahui nilai *p-value* 0,0446 < tingkat signifikansi 0,05, maka pelayanan berpengaruh signifikan terhadap loyalitas.

⇒ Nilai koefisien jalur KEP menuju LOY adalah 0,273, yakni bernilai positif. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa kepuasan berpengaruh positif terhadap loyalitas. Diketahui nilai *p-value* $0,0003 < \text{tingkat signifikansi } 0,05$, maka kepuasan berpengaruh signifikan terhadap loyalitas.

R-Square

Gambar 23 Koefisien Determinasi (R-Square)

- ⇒ Diketahui nilai *r-square* untuk variabel kepuasan adalah 0.5638. Nilai tersebut dapat diartikan variabel pelayanan mampu menjelaskan (*variation*) kepuasan sebesar 56,38%.
- ⇒ Diketahui nilai *r-square* untuk variabel loyalitas adalah 0.5031. Nilai tersebut dapat diartikan variabel pelayanan dan kepuasan mampu menjelaskan (*variation*) loyalitas sebesar 50,31%.

10. CB-SEM dengan STATCAL Menggunakan *Package* Lavaan

CB-SEM pada STATCAL menggunakan *R package lavaan*. Perhatikan Gambar 24.

Journal of Statistical Software

May 2012, Volume 48, Issue 2.

<http://www.jstatsoft.org/>

lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling

Yves Rosseel
Ghent University

Abstract

Structural equation modeling (SEM) is a vast field and widely used by many applied researchers in the social and behavioral sciences. Over the years, many software packages for structural equation modeling have been developed, both free and commercial. However, perhaps the best state-of-the-art software packages in this field are still closed-source and/or commercial. The R package **lavaan** has been developed to provide applied researchers, teachers, and statisticians, a free, fully open-source, but commercial-quality package for latent variable modeling. This paper explains the aims behind the development of the package, gives an overview of its most important features, and provides some examples to illustrate how **lavaan** works in practice.

Gambar 24 R Package Lavaan

Lavaan merupakan salah satu *R package*, yang dikembangkan oleh Yves Rosseel, menyediakan fungsi untuk melakukan *structural equation modeling*. Yves Rosseel (2018:32) menyatakan sebagai berikut.

“ML estimation: Wishart versus Normal *If maximum likelihood estimation is used ("ML" or any of its robust variants), the default behavior of lavaan is to base the analysis on the so-called biased sample covariance matrix, where the elements are divided by n instead of $n - 1$.*

This is done internally, and should not be done by the user. In addition, the chi-square statistic is computed by multiplying the minimum function value with a factor n (instead of $n - 1$). This is similar to the Mplus program.

*If you prefer to use an unbiased covariance, and $n - 1$ as the multiplier to compute the chi-square statistic, you need to specify the **likelihood = "wishart"** argument when calling the fitting functions. For example:*

```
fit <- cfa(HS.model,  
data = HolzingerSwineford1939,  
likelihood = "wishart")  
fit
```

The value of the test statistic will be closer to the value reported by programs like EQS, LISREL or AMOS, since they all use the 'Wishart' approach when using the maximum likelihood estimator. The program Mplus, on the other hand, uses the 'normal' approach to maximum likelihood estimation."

Berdasarkan kutipan di atas, diperoleh informasi bahwasannya estimasi *Maximum Likelihood* dalam *R package lavaan*, terdapat dua alternatif pilihan, yakni **wishart** dan **normal**. Hasil SEM pada *R package lavaan* dengan pilihan *wishart* akan mendekati hasil pada *software* seperti EQS, LISREL dan AMOS, dikarenakan pada *software* tersebut menggunakan pilihan *wishart*. Namun pada *software* Mplus menggunakan pendekatan 'normal' (*'normal' approach*) untuk estimasi *maximum likelihood*.

11. Hasil CB-SEM Menggunakan *Software* AMOS

Berikut disajikan hasil CB-SEM menggunakan AMOS.

Gambar 25

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

	Estimate
KEP <--- PEL	.751
LOY <--- KEP	.481
LOY <--- PEL	.273
PEL1 <--- PEL	.908
PEL2 <--- PEL	.871
PEL3 <--- PEL	.843
KEP1 <--- KEP	.850
KEP2 <--- KEP	.824
KEP3 <--- KEP	.874
LOY1 <--- LOY	.870
LOY2 <--- LOY	.859
LOY3 <--- LOY	.960

Gambar 26 *Standardized Loading Factor*

Estimates (Group number 1 - Default model)

Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)

Maximum Likelihood Estimates

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
KEP <--- PEL	.667	.088	7.612	***	par_7
LOY <--- KEP	.488	.147	3.310	***	par_8
LOY <--- PEL	.246	.126	1.955	.051	par_9
PEL1 <--- PEL	1.000				
PEL2 <--- PEL	.939	.077	12.132	***	par_1
PEL3 <--- PEL	.860	.075	11.426	***	par_2
KEP1 <--- KEP	1.000				
KEP2 <--- KEP	.934	.096	9.772	***	par_3
KEP3 <--- KEP	1.045	.099	10.593	***	par_4
LOY1 <--- LOY	1.000				
LOY2 <--- LOY	.930	.080	11.663	***	par_5
LOY3 <--- LOY	1.138	.082	13.956	***	par_6

Gambar 27 Loading Factor dan Koefisien Jalur (*Unstandard*)

P-Value = .804
 RMSEA = .000
 GFI = .961
 AGFI = .926
 TLI = 1.013
 NFI = .975
 NNFI = .975
 RMR = .022

Gambar 28 Berbagai Ukuran Kecocokkan Model secara Keseluruhan

12. Perbandingan Hasil antara STATCAL dan Software AMOS

Berikut disajikan hasil perbandingan antara STATCAL dan AMOS.

Tabel 4 Perbandingan Hasil SLF antara AMOS dan STATCAL

Indikator	SLF	
	AMOS	STATCAL
PEL1	0.908	0.908
PEL2	0.871	0.871
PEL3	0.843	0.843
KEP1	0.85	0.85
KEP2	0.824	0.824
KEP3	0.874	0.874
LOY1	0.87	0.87
LOY2	0.859	0.859
LOY3	0.96	0.96

Tabel 5 Perbandingan Hasil Koefisien Jalur dan P-Value antara AMOS dan STATCAL

Software	Jalur	Koefisien Jalur (Unstandard)	P-Value (Koef. Unstandard)	Koefisien Jalur (Standard)	P-Value (Koef. Standard)
AMOS	PEL -> KEP	0.667	0.000 (Signifikan)	0.751	
	PEL -> LOY	0.246	0.051 (Tidak Signifikan)	0.273	
	KEP -> LOY	0.488	0.000 (Signifikan)	0.481	
STATCAL	PEL -> KEP			0.7509	0.0000 (Signifikan)
	PEL -> LOY			0.273	0.0446 (Signifikan)
	KEP -> LOY			0.4809	0.0003 (Signifikan)

Tabel 6 Perbandingan Hasil Ukuran Kecocokan Model antara AMOS dan STATCAL

Ukuran Kecocokan Model	STATCAL	AMOS
RMSEA	0.0	0.000
NFI	0.975	0.975
CFI	1	1
AGFI	0.926	0.926
GFI	0.961	0.961

13. Hasil CB-SEM Menggunakan *Software* LISREL

Berikut disajikan hasil CB-SEM menggunakan LISREL.

```
OBSERVED VARIABLE
x1-x3 y1-y3 z1-z3
COVARIANCE MATRIX FROM FILE D:\LISREL_PERBANDINGAN_STATCAL\X_Y_Z\data.COV
```

```
LATENT VARIABLE X Y Z
SAMPLE SIZE 100
RELATIONSHIP
```

```
x1 = 1*X
x2-x3 = X
```

```
y1 = 1*Y
y2-y3 = Y
```

```
z1 = 1*Z
z2-z3 = Z
```

```
Y = X
Z = X Y
```

```
OPTIONS=SS SC EF RS ND=4
PATH DIAGRAM
END OF PROGRAM
```

```

LISREL Windows Application - [kode lisrel X Y Z.LS8]
File Edit Options Window Help

OBSERVED VARIABLE
x1-x3 y1-y3 z1-z3
COVARIANCE MATRIX FROM FILE D:\LISREL_PERBANDINGAN_STATCAL\X_Y_Z\data.COV

LATENT VARIABLE X Y Z
SAMPLE SIZE 100
RELATIONSHIP

x1 = 1*X
x2-x3 = X

y1 = 1*Y
y2-y3 = Y

z1 = 1*Z
z2-z3 = Z

Y = X
Z = X Y

OPTIONS=SS SC EF RS ND=4
PATH DIAGRAM
END OF PROGRAM

```

Number of Iterations = 6

LISREL Estimates (Maximum Likelihood) Measurement Equations

$y_1 = 1.0000 * Y$, Errorvar.= 0.2416 , $R^2 = 0.7226$
(0.04850)
4.9813

$y_2 = 0.9342 * Y$, Errorvar.= 0.2603 , $R^2 = 0.6785$ (0.09560) (0.04831)
9.7719 5.3884

$y_3 = 1.0454 * Y$, Errorvar.= 0.2127 , $R^2 = 0.7638$ (0.09869) (0.04733)
10.5926 4.4937

$z_1 = 1.0000 * Z$, Errorvar.= 0.2076 , $R^2 = 0.7576$
(0.03798)
5.4654

$z_2 = 0.9303 * Z$, Errorvar.= 0.1987 , $R^2 = 0.7385$
(0.07977) (0.03515)
11.6624 5.6531

$z_3 = 1.1377 * Z$, Errorvar.= 0.07215 , $R^2 = 0.9208$
(0.08152) (0.03123)
13.9560 2.3101

x_1
 $= 1.0000 * X$,
Errorvar.= 0.1696
,
 R^2
 $=$
0.8246
(0.04283)
3.9585

$x_2 = 0.9393 * X$, Errorvar.= 0.2231 , $R^2 = 0.7592$ (0.07742) (0.04527)
12.1320 4.9275

$x_3 = 0.8597 * X$, Errorvar.= 0.2401 , $R^2 = 0.7105$ (0.07524) (0.04421)
11.4265 5.4320

Structural Equations

$Y = 0.6672 * X$, Errorvar.= 0.2746 , $R^2 = 0.5638$ (0.08765) (0.06397)
7.6125 4.2923

$Z = 0.4882 * Y + 0.2463 * X$, Errorvar.= 0.3223 , $R^2 = 0.5031$
(0.1475) (0.1259) (0.06455)
3.3100 1.9554 4.9926

Reduced Form Equations

$Y = 0.6672 * X$, Errorvar.= 0.2746, $R^2 = 0.5638$ (0.08765)
7.6125

$Z = 0.5720 * X$, Errorvar.= 0.3877, $R^2 = 0.4022$ (0.08895)

6.4302

Variances of Independent Variables X

----- 0.7972

(0.1398)

5.7009

Covariance Matrix of Latent Variables

	Y	Z	X
Y	0.6295		
Z	0.4383	0.6485	
X	0.5319	0.4560	0.7972

Goodness of Fit Statistics Degrees of Freedom = 24

Minimum Fit Function Chi-Square = 17.9841 (P = 0.8038)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 18.2417 (P = 0.7911) Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 7.1730)

Minimum Fit Function Value = 0.1817 Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.07245) Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.05494) P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.9350

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.6667

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.6667 ; 0.7391) ECVI for Saturated Model = 0.9091

ECVI for Independence Model = 7.5819

Chi-Square for Independence Model with 36 Degrees of Freedom = 732.6075 Independence AIC = 750.6075

Model AIC = 60.2417

Saturated AIC = 90.0000 Independence CAIC = 783.0540

Model CAIC = 135.9503

Saturated CAIC = 252.2327

Normed Fit Index (NFI) = 0.9755 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.0130

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.6503 Comparative Fit Index (CFI) = 1.0000 Incremental Fit Index (IFI) = 1.0085

Relative Fit Index (RFI) = 0.9632 Critical N (CN) = 237.5986

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.02206 Standardized RMR = 0.02539

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.9607 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.9262

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.5124

Fitted Covariance Matrix

	y1	y2	y3	z1	z2	z3
y1	0.8711					
y2	0.5881	0.8097				

y3	0.6581	0.6148	0.9006			
z1	0.4383	0.4095	0.4582	0.8561		
z2	0.4077	0.3809	0.4262	0.6033	0.7600	
z3	0.4986	0.4658	0.5212	0.7378	0.6864	0.9115
x1	0.5319	0.4969	0.5561	0.4560	0.4242	0.5188
x2	0.4996	0.4668	0.5223	0.4283	0.3985	0.4873
x3	0.4573	0.4272	0.4781	0.3920	0.3647	0.4460

Fitted Covariance Matrix

	x1		
-----	x2		
-----	x3		

x1	0.9668		
x2	0.7488	0.9264	
x3	0.6854	0.6438	0.8294

Fitted Residuals

	y1					
-----	y2					
-----	y3					
-----	z1					
-----	z2					
-----	z3					

y1	0.0000					
y2	-0.0095	0.0000				
y3	0.0159	-0.0103	0.0000			
z1	-0.0443	-0.0054	-0.0390	0.0000		
z2	0.0141	-0.0302	0.0008	0.0078	0.0000	
z3	0.0088	0.0118	0.0113	-0.0004	-0.0019	0.0000
x1	-0.0216	0.0530	-0.0201	0.0213	-0.0002	0.0117
x2	-0.0297	0.0831	-0.0267	0.0288	0.0054	0.0028
x3	-0.0222	0.0047	0.0042	-0.0309	-0.0170	-0.0310

Fitted Residuals

	x1		
-----	x2		
-----	x3		

x1	0.0000		
x2	-0.0042	0.0000	
x3	0.0024	0.0036	0.0000

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.0443
 Median Fitted Residual = 0.0000
 Largest Fitted Residual = 0.0831
 Stemleaf Plot
 - 4|4
 - 2|911007220
 - 0|7095420000000000 0|12344558912246
 2|19
 4|3
 6|
 8|3

Standardized Residuals

```

      y1
----- y2
----- y3
----- z1
----- z2
----- z3
-----
y1  - -
y2 -0.6776      - -
y3  1.5958      -0.8822 - -
z1  -1.1892      -0.1411 -1.0974 - -
z2  0.3882      -0.8135 0.0237 0.7290 - -
z3  0.3200      0.3912 0.4595 -0.1544 -0.6759 - -
x1  -0.7200      1.6570 -0.7298 0.5833 -0.0050 0.4987
x2  -0.8822      2.3674 -0.8446 0.7232 0.1394 0.0963
x3  -0.6358      0.1303 0.1251 -0.7640 -0.4353 -0.9683

```

Standardized Residuals

```

      x1
----- x2
----- x3
-----
x1  - -
x2 -0.6259      - -
x3  0.2893      0.3026 - -

```

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.1892
Median Standardized Residual = 0.0000
Largest

Stemleaf Standardized Residual =

Plot 2.3674

```

- 1|210
- 0|99888777766
- 0|42100000000000 0|111133344

```

```

0|55677
1|
1|67
2|4

```

Qplot of Standardized Residuals

```

3.5.....
.
..
. .
.
. .

```

.			
.	.		
.			
.	.		
.			
.	.		
.	.		
.	.		
.	.	X	
.	.		
.	.		
.	. X		
.	. X		
N	.	X	.
.			
o	.	XX	.
.			
r	.	XX	.
.			
m	.	*	.
.			
a	.	*.	
.			
l	.	x x.	
.			
.	*		
.			
Q	.	*	
.			
u	.	xx	
.			
a	.	x .x	
.			
n	.	*.	
.			
t	.	*.	
.			
i	.	*	
.			
l	.	.xx	
.			
e	.	.xx	
.			
s	.	.	x
.			
.	.	x	
.			
.	.	x	
.			

```

X
-----
x1  0.8929
x2  0.8386
x3  0.7676
BETA

Y  Z
-----
Z  0.4809      - - GAMMA
X
-----
Y  0.7509
Z  0.2730

```

Correlation Matrix of ETA and KSI

	Y	Z	X
Y	1.0000		
Z	0.6860	1.0000	
X	0.7509	0.6342	1.0000

PSI

Note: This matrix is diagonal.

Y Z

----- 0.4362 0.4969

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized) X

Y 0.7509

Z 0.6342

Completely Standardized Solution LAMBDA-Y

	Y	Z
y1	0.8501	--

y2 0.8237 --

y3 0.8740 --

z1 -- 0.8704

z2 -- 0.8594

z3 -- 0.9596

LAMBDA-X

X

x1 0.9081

x2 0.8713

x3 0.8429

BETA

Y Z

----- Y --

Z 0.4809 -- GAMMA

X

Y 0.7509

Z 0.2730

Correlation Matrix of ETA and KSI

	Y	Z	X
Y	1.0000		
Z	0.6860	1.0000	
X	0.7509	0.6342	1.0000

PSI

Note: This matrix is diagonal.

Y Z

----- 0.4362 0.4969

THETA-EPS

y1

----- y2
 ----- y3
 ----- z1
 ----- z2
 ----- z3

0.2774 0.3215 0.2362 0.2424 0.2615 0.0792

THETA-DELTA

x1

 0.1754 x2

 0.2408 x3

 0.2895

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

X

Y 0.7509

Z 0.6342

Total and Indirect Effects

Total Effects of KSI on ETA

X

Y 0.6672

(0.0877)

7.6125

Z 0.5720

(0.0890)

6.4302

Indirect Effects of KSI on ETA

X

Y - -

Z 0.3257

(0.1030)

3.1618

Total Effects of ETA on ETA

Y Z

----- Y - - - -

Z 0.4882 - -

(0.1475)
3.3100

Largest Eigenvalue of $B*B'$ (Stability Index) is 0.238

Total Effects of ETA on Y

Y	Z
-----	----- y1 1.0000 - -
y2	0.9342 - - (0.0956)
9.7719	

y3	1.0454 - -
	(0.0987)
	10.5926
z1	0.4882 1.0000
	(0.1475)
	3.3100
z2	0.4541 0.9303
	(0.1375) (0.0798)
	3.3037 11.6624
z3	0.5554 1.1377
	(0.1652) (0.0815)
	3.3617 13.9560

Indirect Effects of ETA on Y

Y	Z
-----	----- y1 - - - -
y2	- - - -
y3	- - - -
z1	0.4882 - - (0.1475)
3.3100	
z2	0.4541 - - (0.1375)
3.3037	
z3	0.5554 - - (0.1652)
3.3617	

Total Effects of KSI on Y

X

y1 0.6672
(0.0877)
7.6125
y2 0.6234
(0.0842)
7.3992

y3	0.6975	
	(0.0892)	
	7.8157	
z1	0.5720	
	(0.0890)	
	6.4302	
z2	0.5321	
	(0.0833)	
	6.3848	
z3	0.6507	
	(0.0952)	
	6.8362	

Standardized Total and Indirect Effects Standardized Total Effects of KSI on ETA X

Y	0.7509
Z	0.6342

Standardized Indirect Effects of KSI on ETA X

Y	--
Z	0.3611

Standardized Total Effects of ETA on ETA Y Z

-----	-----	Y	--	--
Z	0.4809	--		

Standardized Total Effects of ETA on Y

	Y	Z
	-----	-----
y1	0.7934	--
y2	0.7412	--
y3	0.8294	--
z1	0.3873	0.8053
z2	0.3603	0.7492
z3	0.4406	0.9162

Completely Standardized Total Effects of ETA on Y Y Z

y1	0.8501	--
y2	0.8237	--
y3	0.8740	--
z1	0.4186	0.8704
z2	0.4133	0.8594
z3	0.4615	0.9596

Standardized Indirect Effects of ETA on Y

	Y	Z
	-----	-----
y1	--	--
y2	--	--
y3	--	--
z1	0.3873	--
z2	0.3603	--
z3	0.4406	--

Completely Standardized Indirect Effects of ETA on Y

	Y	Z
	-----	-----
y1	--	--
y2	--	--
y3	--	--
z1	0.4186	--
z2	0.4133	--
z3	0.4615	--

Standardized Total Effects of KSI on Y

	X

y1	0.5958
y2	0.5566
y3	0.6228
z1	0.5107
z2	0.4751
z3	0.5810

Completely Standardized Total Effects of KSI on Y X

y1	0.6383
y2	0.6185
y3	0.6563
z1	0.5520
z2	0.5450
z3	0.6086

Time used: 0.016 Seconds

Referensi Bacaan

- ⇒ Rosseel, Yves, 2018, The lavaan tutorial
- ⇒ Haryono, Siswoyo, 2017, Metode SEM untuk Penelitian Manajemen AMOS, LISREL PLS, luxima.
- ⇒ Ghozali, Imam, 2013, Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 22 Update PLS Regresi, Penerbit Universitas Diponegoro.
- ⇒ Yves Rosseel (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. Journal of Statistical Software, 48(2), 1-36. URL <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>.
- ⇒ Prana Ugiana Gio & Rezzy Eko Caraka, 2018, Pedoman Dasar Mengolah Data dengan Program Aplikasi STATCAL, USUPress.
- ⇒ Dian Utami Sutiksno et al 2018 J. Phys.: Conf. Ser. 1028 012244.
- ⇒ Gio, P. U. dan Elly, R. 2015. Belajar Olah Data dengan SPSS, MINITAB, R, MICROSOFT EXCEL, EVIEWS, LISREL, AMOS, dan SMARTPLS, USUPress.