
PENGOLAHAN SEM COVARIANCE-BASED DENGAN R MODUL LAVAAN PADA PENELITIAN SISTEM INFORMASI

Diah Priharsari^{*1}

¹Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email: ¹diah.priharsari@ub.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 01 Juli 2020, diterima untuk diterbitkan: 30 Juli 2020)

Abstrak

Sistem informasi sebagai sebuah bidang ilmu terbuka akan berbagai pendekatan penelitian baik kualitatif dan kuantitatif. Salah satu pendekatan analisis data dengan kuantitatif yang cukup populer di bidang sistem informasi adalah structural Equation Modelling (SEM). Berdasarkan hal tersebut, maka pada tutorial ini akan diuraikan langkah-langkah analisis data SEM covariance-based dengan menggunakan modul Lavaan pada R. Pemaparan di dalamnya meliputi: menguji pertanyaan penelitian dengan *Confirmatory Factor Analysis*, melakukan analisis pada diagram path, dan acuan-acuan nilai yang digunakan untuk menentukan interpretasi hasil.

Kata kunci: *kuantitatif, SEM, R, Lavaan.*

USING R LAVAAN MODULE TO CONDUCT SEM COVARIANCE BASED IN INFORMATION SYSTEMS STUDY

Abstract

Information systems as a field study open to various methodological approaches, qualitative and quantitative. SEM-Covariance based is one of the popular methods to investigate phenomena in information systems. Based on that, we present a tutorial on how to conduct SEM-Covariance based analysis using R (Lavaan module). In this tutorial, we present measuring survey instruments using confirmatory factor analysis, analysing path diagrams, and also we provide rules of thumbs to guide interpretation.

Keywords: *quantitative, SEM, R, Lavaan.*

1. PENDAHULUAN

Banyak sekali penelitian sistem informasi yang menggunakan teknik SEM untuk pengolahan datanya. Hal itu dimungkinkan karena adanya banyak perangkat lunak pembantu analisis SEM dan juga juga fleksibilitas yang ditawarkan oleh SEM. Salah satu kelebihan SEM adalah kemampuannya untuk melakukan pengukuran pada faktor (disebut juga *latent variable/latent construct*) berdasarkan beberapa variabel yang diukur (Chin, 1998). Hal tersebut juga membedakan SEM dengan regresi linier.

Salah satu aplikasi yang sekarang dapat digunakan untuk pengolahan SEM adalah R, khususnya modul Lavaan. R menjadi salah satu pilihan aplikasi untuk mengolah data secara statistic yang menarik karena sifatnya yang tidak berbayar. Pada tutorial ini akan dibahas langkah-langkah yang dibutuhkan untuk analisis data SEM dengan menggunakan modul tersebut. Sebagai persiapan, aplikasi yang sudah harus diinstall adalah R dan Rstudio.

Tutorial ini disusun sebagai berikut. Pada bagian 2 studi pustaka berisi informasi tentang SEM covariance based, terutama pada perbedaan SEM covariance based dengan SEM PLS. Dilanjutkan dengan informasi tentang Lavaan. Pada bagian 3 dipaparkan mengenai proses analisis yang dilengkapi dengan *print screen* layar serta kesepakatan-kesepakatan umum untuk melakukan interpretasi hasil.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 SEM-Covariance Based VS SEM PLS

Secara umum, berdasarkan metode yang digunakan untuk menjelaskan variansi data, terdapat dua jenis metode SEM yaitu 1) SEM covariance based (SEM CB), dan 2) SEM Partial Least Squares technique (SEM PLS). SEM CB lebih populer daripada SEM PLS. Hal ini dikarenakan selain SEM CB ditemukan terlebih dahulu sehingga lebih diterima banyak kalangan, SEM CB juga mengkonfirmasi teori berdasarkan data yang didapatkan (Chin, 1998). Hal tersebut menyebabkan seringkali SEM CB lebih disukai oleh editor atau reviewer jurnal-jurnal sistem informasi terkemuka. Akan tetapi, untuk dapat melakukan analisis dengan SEM CB, dibutuhkan data yang cukup banyak. Setidaknya dibutuhkan 5 responden untuk satu variabel yang digunakan, bahkan ada yang menyarankan hingga 20 responden untuk satu variabel (Hair *et al.*, 2006). Selain itu, data yang digunakan juga harus berdistribusi normal. Selain itu, pada SEM CB, *construct latent* yang dapat diukur adalah variabel dengan indikator *reflective* (seluruh pertanyaannya mengukur satu dimensi yang sama).

Jika data yang didapat sedikit, tidak normal, dan variabel indikator yang digunakan bukan *reflective*, SEM PLS dapat digunakan (F. Hair Jr *et al.*, 2014). Seringkali seorang peneliti dihadapkan pada kesulitan pencarian data. Hal lain yang dirasakan sebagai keterbatasan peneliti adalah peneliti tidak punya kontrol pada data yang diambil sehingga kondisi data normal, bisa saja tidak tercapai. Oleh karena kondisi tersebut, banyak penelitian yang memilih menggunakan SEM PLS.

Berikut adalah istilah-istilah yang sering muncul atau digunakan pada SEM:

1. *Path diagram*. *Path diagram* adalah penggambaran visual hubungan antar *construct*. Pada *path diagram*, hubungan antar diasumsikan linier.
2. *Construct/Konstruk/Variabel laten*. *Construct* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan konsep. Konsep dapat berupa hal yang sederhana, seperti umur, jenis kelamin, dan pendidikan. Namun juga dapat berupa konsep yang kompleks, misal: pengetahuan, penggunaan sosial media, dan efisiensi.
3. Variabel indikator. Variabel indikator adalah alat yang digunakan untuk mengukur suatu konsep atau *construct*.
4. *Exogenous Construct/Variabel Independent/Variabel Indikator*. *Construct* yang tidak disebabkan atau diprediksikan oleh *construct* lain.
5. *Endogenous Construct/Variabel Dependent*. *Construct* yang disebabkan atau diprediksikan oleh *construct* lain. Misal, diduga durasi belajar berpengaruh pada keberhasilan belajar. Pada dugaan tersebut, maka durasi belajar adalah variabel *independent* dan keberhasilan belajar adalah variabel *dependent*.

2.2 R Modul Lavaan

Module Lavaan adalah modul *open source* yang dikembangkan pendamping R. Lavaan dapat digunakan untuk mengolah multivariate model termasuk analisis path, confirmatory factor analysis dan SEM (Rosseele, 2012). Informasi penggunaan Lavaan lebih detail dapat dilihat di: <https://lavaan.ugent.be/tutorial/index.html>.

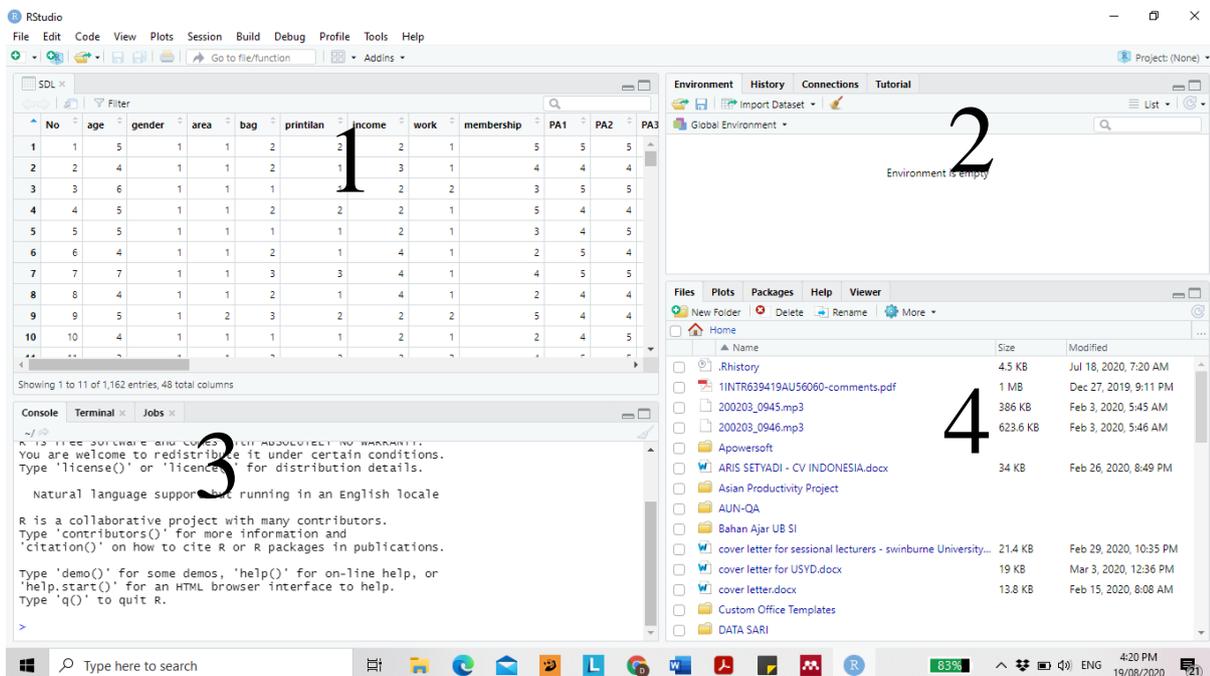
Pada dasarnya, R hanya menyediakan hasil yang diminta oleh pengguna. Berbeda dengan perangkat lunak sejenis lainnya dimana seluruh hasil analisis ditampilkan pada satu laporan. Oleh karena itu, berapa banyak hasil analisis yang ditampilkan akan bergantung pada kelengkapan syntax yang digunakan. Tabel 1 merupakan daftar *syntax* yang dapat digunakan pada modul Lavaan. Tidak seluruh syntax yang ada di Lavaan, tetapi *syntax* tersebut cukup digunakan untuk pemula.

Tabel 1. Daftar *Command*

Syntax	Kegunaan
<code>cfa()</code>	Melakukan analisis confirmatory factor analysis
<code>sem()</code>	Melakukan analisis SEM
<code>summary()</code>	Menampilkan hasil panjang analisis
<code>show()</code>	Menampilkan hasil singkat analisis
<code>modificationindices()</code>	Menampilkan modifikasi yang dapat dilakukan pada model untuk meningkatkan hasil penilaian model

2.3 Rstudio

Rstudio adalah aplikasi yang digunakan untuk menjalankan R. Gambar 1 berikut menunjukkan tampilan awal RStudio. Secara umum, terdapat 4 layar. Layar 1 akan menampilkan data yang diolah. Layar kedua digunakan untuk melihat History dan memasukkan data. Layar ketiga, disebut juga Console, adalah bagian yang paling penting. *Syntax* dimasukkan pada layar tersebut. Layar terakhir adalah tempat untuk melihat file dan juga menginstall modul-modul yang lain.



Gambar 1 Tampilan pada RStudio

Untuk melakukan pengecekan apakah Lavaan telah di-*install*, maka pada layar nomor 3 (layar console), silahkan diketikkan “library (lavaan)”. Jika sudah ada, akan muncul informasi, “this is lavaan” seperti yang terlihat pada Gambar 2.

```

~/
Natural language support but running in an English locale

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

> library(lavaan)
This is lavaan 0.6-6
lavaan is BETA software! Please report any bugs.
> |
    
```

Gambar 2 Tampilan Lavaan

3. ANALISIS MENGGUNAKAN LAVAAN

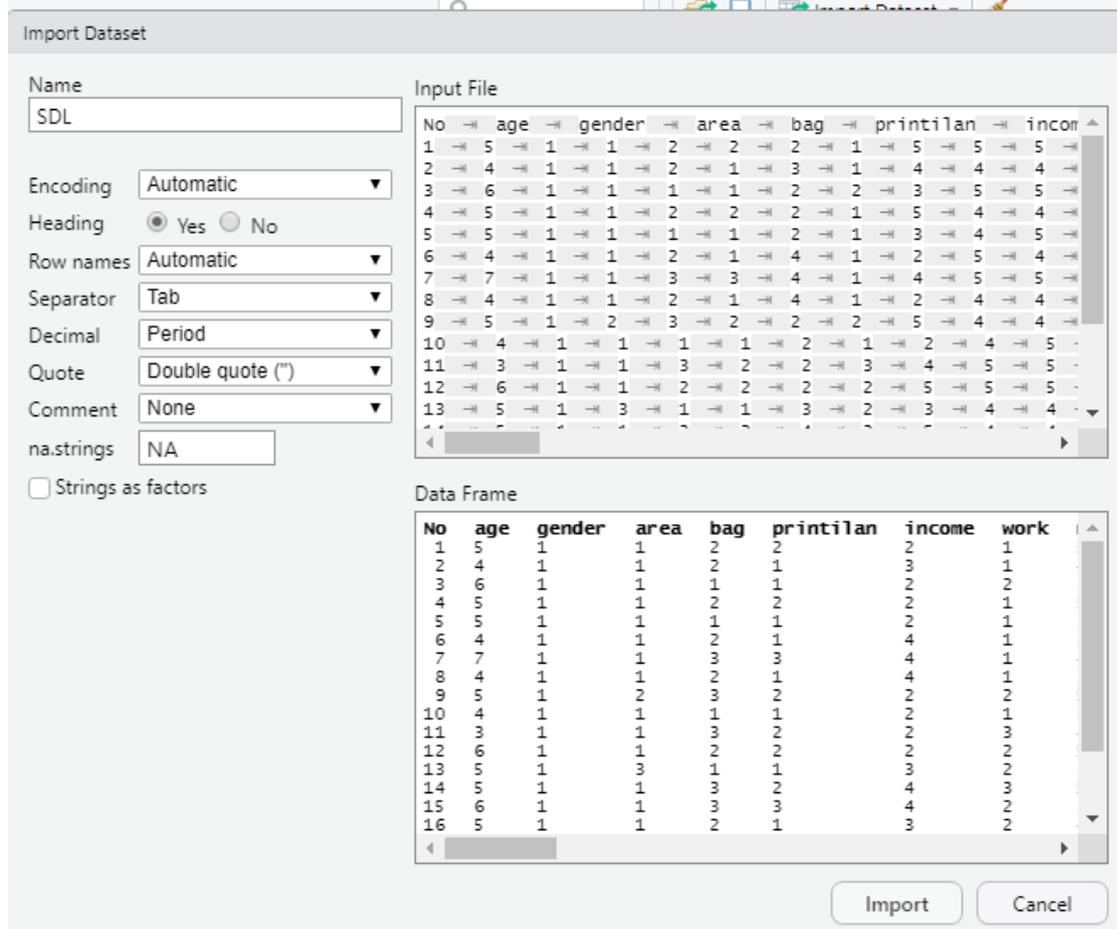
Hal pertama yang dilakukan untuk memulai pengolahan data adalah memasukkan data ke dalam RStudio. Berbagai format data dapat dimasukkan kedalam RStudio misalnya format SPSS, text, Excel, dan SAS. Pada contoh ini, digunakan format data dalam bentuk text. Jika data dimasukkan dalam bentuk teks, maka baris pertama diisi nama variabel yang akan diolah. Pada baris berikutnya baru diisi data. Satu baris mewakili satu responden. Gambar 3 berikut adalah contoh tampilan file text.

No	age	gender	area	bag	printilan	income	work	membership	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5
1	5	1	1	2	2	2	1	5	5	5	5	5	4
2	4	1	1	2	1	3	1	4	4	4	4	5	4
3	6	1	1	1	1	2	2	3	5	5	5	5	4
4	5	1	1	2	2	2	1	5	4	4	4	4	3
5	5	1	1	1	1	2	1	3	4	5	5	4	4
6	4	1	1	2	1	4	1	2	5	4	4	4	5
7	7	1	1	3	3	4	1	4	5	5	5	5	4
8	4	1	1	2	1	4	1	2	4	4	4	4	3
9	5	1	2	3	2	2	2	5	4	4	4	4	4
10	4	1	1	1	1	2	1	2	4	5	4	4	4
11	3	1	1	3	2	2	3	4	5	5	4	4	3
12	6	1	1	2	2	2	2	5	5	5	5	4	4
13	5	1	3	1	1	3	2	3	4	4	4	4	2
14	5	1	1	3	2	4	3	5	4	4	3	4	3
15	6	1	1	3	3	4	2	3	4	4	4	4	3
16	5	1	1	2	1	3	2	4	4	4	4	4	4
17	5	1	1	2	1	3	2	3	4	4	4	4	3
18	4	1	1	1	1	1	3	2	5	5	4	4	4
19	5	1	1	3	1	2	2	4	5	5	4	5	3
20	5	1	1	1	1	1	1	3	4	4	4	4	4
21	4	1	1	1	1	1	2	2	5	5	5	5	4
22	3	1	1	2	1	2	2	2	4	4	4	4	3
23	7	1	1	1	1	1	2	2	5	4	4	5	4

Gambar 3. Data

Pada layar nomor 2, buka tab Environment dan pilih tombol import dataset, pilih text, dan pilih file yang akan digunakan. Setelah file dipilih, akan muncul tampilan seperti pada Gambar 4 di bawah ini. Pada bagian sebelah kiri terdapat daftar *setting* yang dapat dipilih, misal Name, Heading, dan seterusnya. Pada bagian sebelah kanan adalah gambaran file yang dimasukkan. Pada Gambar tersebut, file yang dimasukkan memiliki variabel No, age, gender, area, bag, printilan, income, work, dan seterusnya.

Lakukan pengecekan terlebih dahulu, apakah file yang dimasukkan sudah benar. Jika sudah benar, lakukan update pada *setting* di sebelah kiri. Pertama, ubah nama menjadi lebih sederhana. Nama yang sederhana akan memudahkan peneliti saat pengolahan data. Pada contoh di bawah ini, nama dibuat menjadi SDL. Selanjutnya, untuk memberitahukan pada R bahwa baris pertama adalah nama variabel, bagian Heading dipilih Yes. Kebetulan pada contoh dibawah tidak terdapat angka desimal. Jika ada angka desimal, maka harus diberitahukan pada R apakah angka tersebut dipisahkan koma atau titik. Setelah *setting* selesai dilakukan, klik tombol **Import**. Maka data yang akan muncul pada layar 1.



Gambar 4 Tampilan Import Data

3.2 Memasukkan Model Path

Untuk menspesifikasikan model SEM pada R, terdapat beberapa operator yang harus diketahui (Tabel 2). Berdasarkan tabel tersebut, misal terdapat sebuah konstruk A yang diukur dengan tiga pertanyaan, maka model akan dinyatakan sebagai berikut:

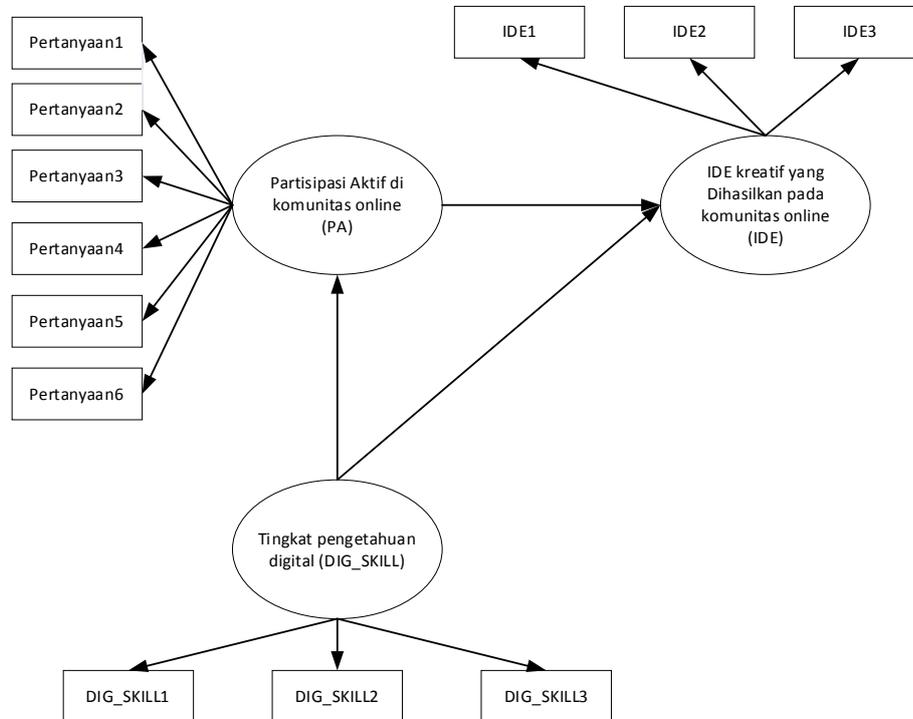
$$A \sim \text{pertanyaan1} + \text{pertanyaan2} + \text{pertanyaan3}$$

Tabel 2. Operator pada R

Operator	Arti
~	Operasi regresi
+	Digunakan untuk memisahkan variabel independent
=~	Digunakan untuk menunjukkan sebuah konsep/konstruk diukur dengan variabel bebas sebagai berikut
~~	Berkorelasi dengan
'	Mengawali pernyataan model jika di awal, mengakhiri pernyataan model jika di akhir
#	Komentar

Berikut diberikan sebuah contoh untuk membuat model SEM. Pada model tersebut (Gambar 5), ditunjukkan bahwa konstruk Ide kreatif yang dihasilkan pada komunitas online (IDE) diukur dengan tiga variabel indikator (IDE1, IDE2, IDE3). Konstruk Partisipasi aktif di komunitas online (PA) diukur dengan 6 indikator (pertanyaan1, pertanyaan2, pertanyaan3, pertanyaan4, pertanyaan5, dan pertanyaan6) (Gambar 6), dan tingkat pengetahuan digital (DIG_SKILL) diukur oleh 3 indikator (DIG_SKILL1, DIG_SKILL2, DIG_SKILL3). Pada

model ini, diperlihatkan bahwa diduga PA dipengaruhi oleh DIG_SKILL. Kemudian IDE diduga dipengaruhi oleh DIG_SKILL dan PA. Harus diingat bahwa SEM biasanya digunakan untuk mengkonfirmasi suatu teori, sehingga model yang dibuat harus berdasarkan teori.



Gambar 5. SEM Model

Oleh karena itu, model SEM tersebut dinyatakan seperti di bawah ini (Kode 1).

```

1 model <- '
2   # measurement model
3   IDE =~ IDE1 + IDE2 + IDE3
4   PA  =~ Pertanyaan1 + Pertanyaan2 + Pertanyaan3 + Pertanyaan4
5 + Pertanyaan5 + Pertanyaan6
6   DIG_SKILL =~ DIG_SKILL1 + DIG_SKILL2 + DIG_SKILL3
7   # regressions
8   PA ~ DIG_SKILL
9   IDE ~ PA + DIG_SKILL
10 '
```

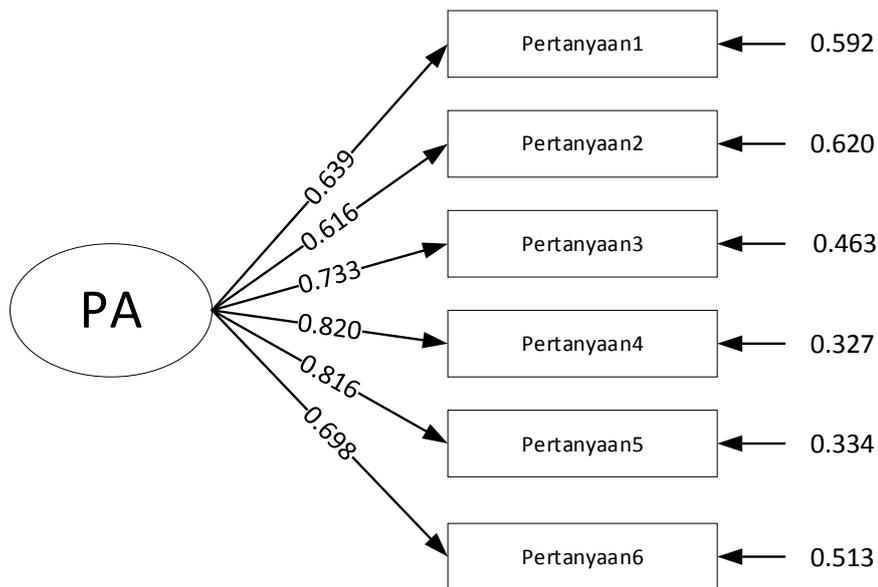
Kode 1 Model Spesifikasi

3.3 Confirmatory Factor Analysis (CFA)

Suatu variabel dikatakan baik dengan indikator salah satunya *factor loading* yang lebih besar dari 0.5 (Hair *et al.*, 2006). *Factor loading* dapat diketahui melalui CFA. Pada modul Lavaan, melakukan CFA cukup sederhana. Hal yang harus dilakukan adalah memasukkan dahulu model *path* CFA lalu baru menggunakan *syntax cfa()* untuk menganalisis data berdasarkan model *path* yang dimasukkan.

Pertama, menentukan model CFA-nya. CFA digunakan untuk mengetahui apakah beberapa variabel indikator mewakili sebuah *construct*. Misal, ada sebuah *construct*/konsep dinamakan “keaktifan berpartisipasi di sosial media (AP)” (Gharib, Philpott and Duan, 2017). Untuk mengukur konsep tersebut, terdapat 6 pertanyaan (pertanyaan1, pertanyaan2,

pertanyaan3, pertanyaan4, pertanyaan5, dan pertanyaan6) (Gambar 6). Pada gambar tersebut sudah dimasukkan angka hasil analisis. Untuk mengetahui apakah 6 pertanyaan tersebut memang mewakili sebuah konsep yang disebut keaktifan berpartisipasi di sosial media, maka perlu diketahui *factor loading*-nya. Maka model yang dimasukkan ke dalam R adalah sebagai berikut: 'AP \sim pertanyaan1 + pertanyaan2 + pertanyaan3 + pertanyaan4 + pertanyaan5 + pertanyaan6'.



Gambar 6. CFA Model dan Hasilnya

Dengan menggunakan data yang diberi nama SDL, maka, syntax selengkapnya menjadi seperti berikut (Kode 2).

```

1 # specify the model cfa
2 SDL.model <- 'PA =~ Pertanyaan1 + Pertanyaan2 + Pertanyaan3 +
3 Pertanyaan4 + Pertanyaan5 + Pertanyaan6'
4 # fit the model
5 fit <- cfa(SDL.model, data=SDL)
6 summary(fit, standardized=TRUE)

```

Kode 2. Spesifikasi CFA

Perintah tersebut dibaca sebagai berikut: 1) buatlah model bernama SDL. model dengan spesifikasi PA \sim Pertanyaan1 + Pertanyaan2 + Pertanyaan3 + Pertanyaan4 + Pertanyaan5 + Pertanyaan6'; 2) masukkan data bernama SDL ke model SDL.model lalu lakukan cfa dan masukkan hasil ke variabel fit; 3) tampilkan ringkasan hasil dengan menampilkan nilai *standardized*. *Standardized* dilakukan jika unit pengukuran yang digunakan pada masing-masing variabel berbeda (Hair *et al.*, 2006).

Hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah. Besar *loading* masing-masing indikator ditunjukkan pada hasil *latent variables* di bawah kolom **std.all**. Pada tabel di bawah, angka tersebut **dipertebal** dengan sengaja untuk mempermudah pencarian. Namun harus diingat, pada hasil di R, tidak ada angka yang ditulis tebal. Berdasarkan angka dibawah, maka dapat diketahui bahwa *standardized factor loading* untuk PA1 = 0.639, PA2=0.616, dan seterusnya. Sedangkan *standard error* dapat dilihat pada hasil *variances*. Berdasarkan angka dibawah, maka dapat diketahui bahwa *error* untuk PA1 = 0.592, PA2=0.620, dan seterusnya.

Karena *factor loading* untuk masing-masing indikator nilainya lebih dari 0,5 maka indikator kemungkinan merupakan alat ukur yang cukup/memuaskan. Akan tetapi, patut disadari, *factor loading* bukanlah satu-satunya indikator. Seringkali dibutuhkan lebih dari satu indikator, (Hair *et al.*, 2006) misalnya nilai *composite reliability*, *average variance extracted*, dan lain-lain yang tidak dibahas pada tutorial ini.

Tabel 3. Hasil CFA

Lavaan 0.6-6 ended normally after 27 iterations						
Estimator						ML
Optimization method						NLMINB
Number of free parameters						12
Number of observations						1162
Model Test User Model:						
Test statistic						122.871
Degrees of freedom						9
P-value (Chi-square)						0.000
Parameter Estimates:						
Standard errors						Standard
Information						Expected
Information saturated (h1) model						Structured
Latent Variables:						
	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
PA =~						
PA1	1.000				0.365	0.639
PA2	1.036	0.058	18.004	0.000	0.378	0.616
PA3	1.097	0.053	20.669	0.000	0.401	0.733
PA4	1.216	0.054	22.408	0.000	0.444	0.820
PA5	1.205	0.054	22.334	0.000	0.440	0.816
PA6	1.133	0.057	19.902	0.000	0.414	0.698
Variances:						
	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
.PA1	0.194	0.009	21.846	0.000	0.194	0.592
.PA2	0.234	0.011	22.101	0.000	0.234	0.620
.PA3	0.138	0.007	20.269	0.000	0.138	0.463
.PA4	0.096	0.006	17.219	0.000	0.096	0.327
.PA5	0.097	0.006	17.426	0.000	0.097	0.334
.PA6	0.181	0.009	20.980	0.000	0.181	0.513
PA	0.133	0.012	11.544	0.000	1.000	1.000

3.4 Analisis Path Model

Pada bagian ini dibahas tentang cara memperoleh hasil analisis SEM. Contoh yang digunakan masih tetap sama, yaitu contoh pada Gambar 5. Setelah dilakukan pengecekan validitas dan reliabilitas serta uji asumsi pada variabel indikator dan konstruk (tidak dibahas seluruhnya di tutorial ini), barulah analisis SEM dapat dilakukan.

Analisis SEM terdiri dari dua tahap. Pertama, spesifikasi model. Tuliskan *syntax* pada Kode 1 di layar 3 pada Rstudio (bagian console), tekan enter. Untuk kemudahan, *syntax* dapat ditulis terlebih dahulu di notepad baru di *copy* and *paste* pada console. Selanjutnya memerintahkan pada R untuk melakukan analisis SEM dengan memasukkan *syntax* berikut (Kode 3). Perintah yang dituliskan dapat dibaca sebagai berikut: 1) masukkan data bernama SDL ke model bernama model lalu lakukan pengolahan sem dan masukkan hasil ke variabel fit2 (nama model harus disesuaikan dengan variabel dimana data model di-*setting*, pada

contoh ini, sesuai isi Kode 1, nama variabel yang digunakan ‘model’); 2) tampilkan ringkasan hasil dengan menampilkan nilai perhitungan (fit.measure) dan hasil *standardized*.

```
1 fit2 <- sem(model, data=SDL)
2 summary(fit2, fit.measures=TRUE, standardized=TRUE,
3 rsquare=TRUE)
```

Kode 3. SEM di Lavaan

3.5 Membaca Hasil Analisis

Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut (Tabel 4). Secara umum, hasil terbagi menjadi 5 bagian. Bagian pertama berisi deskripsi tentang berapa parameter yang dipakai dan jumlah data yang digunakan. Untuk contoh yang dipakai, terdapat 1162 data responden. Bagian kedua berisi perhitungan kebaikan model (*goodness of fit measures for SEM*). Selanjutnya, perhitungan untuk konstruk (dibawah variabel latent, mirip dengan hasil CFA). Dibawahnya, dapat dilihat nilai regresi yang dihasilkan. Terakhir ditampilkan juga variansi yang dijelaskan.

Tabel 4. Hasil SEM

Estimator	ML
Optimization method	NLMINB
Number of free parameters	27
Number of observations	1162
Model Test User Model:	
Test statistic	215.009
Degrees of freedom	51
P-value (Chi-square)	0.000
Model Test Baseline Model:	
Test statistic	5722.410
Degrees of freedom	66
P-value	0.000
User Model versus Baseline Model:	
Comparative Fit Index (CFI)	0.971
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.962
Loglikelihood and Information Criteria:	
Loglikelihood user model (H0)	-10339.547
Loglikelihood unrestricted model (H1)	-10232.042
Akaike (AIC)	20733.093
Bayesian (BIC)	20869.656
Sample-size adjusted Bayesian (BIC)	20783.895
Root Mean Square Error of Approximation:	
RMSEA	0.053
90 Percent confidence interval - lower	0.045
90 Percent confidence interval - upper	0.060
P-value RMSEA <= 0.05	0.266
Standardized Root Mean Square Residual:	
SRMR	0.028

Parameter Estimates:						
	Standard errors			Standard		
	Information			Expected		
	Information saturated (h1)	model		Structured		
Latent Variables:						
	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
IDE =~						
GA1	1.000				0.442	0.697
GA2	0.955	0.049	19.321	0.000	0.422	0.665
GA3	1.096	0.050	21.891	0.000	0.485	0.815
PA =~						
PA1	1.000				0.364	0.636
PA2	1.037	0.058	17.981	0.000	0.377	0.614
PA3	1.098	0.053	20.650	0.000	0.400	0.731
PA4	1.211	0.054	22.321	0.000	0.441	0.814
PA5	1.216	0.054	22.438	0.000	0.442	0.820
PA6	1.152	0.057	20.119	0.000	0.419	0.707
DIG_SKILL =~						
CA1	1.000				0.583	0.794
CA2	0.988	0.046	21.568	0.000	0.576	0.727
CA3	0.760	0.038	19.841	0.000	0.443	0.652
Regressions:						
	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
PA ~						
DIG_SKILL	0.296	0.024	12.102	0.000	0.474	0.474
IDE ~						
PA	0.391	0.045	8.692	0.000	0.322	0.322
DIG_SKILL	0.412	0.032	12.851	0.000	0.544	0.544
Variances:						
	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
.GA1	0.207	0.011	18.870	0.000	0.207	0.514
.GA2	0.225	0.011	19.776	0.000	0.225	0.558
.GA3	0.118	0.009	13.261	0.000	0.118	0.335
.PA1	0.195	0.009	21.993	0.000	0.195	0.595
.PA2	0.235	0.011	22.225	0.000	0.235	0.623
.PA3	0.139	0.007	20.516	0.000	0.139	0.466
.PA4	0.099	0.006	17.912	0.000	0.099	0.338
.PA5	0.095	0.005	17.617	0.000	0.095	0.327
.PA6	0.176	0.008	20.993	0.000	0.176	0.501
.CA1	0.199	0.014	13.835	0.000	0.199	0.370
.CA2	0.297	0.017	17.227	0.000	0.297	0.472
.CA3	0.266	0.013	19.700	0.000	0.266	0.575
.IDE	0.085	0.008	10.101	0.000	0.435	0.435
.PA	0.103	0.009	11.158	0.000	0.775	0.775
.DIG_SKILL	0.340	0.024	14.221	0.000	1.000	1.000
R-Square:						
	Estimate					
GA1	0.486					
GA2	0.442					
GA3	0.665					
PA1	0.405					
PA2	0.377					
PA3	0.534					
PA4	0.662					
PA5	0.673					
PA6	0.499					
CA1	0.630					
CA2	0.528					
CA3	0.425					
IDE	0.565					
PA	0.225					

Untuk mengetahui apakah data yang didapat mengkonfirmasi model (*goodness of fit criteria*), bagian yang harus dilihat adalah informasi di bagian kedua setelah informasi deskripsi jumlah responden. Terdapat berbagai kriteria yang dapat dirujuk. Contoh kriteria tersebut misalnya: Comparative Fit Index, Tucker-Lewis Index, dan RMSEA. *Rule of thumb* yang biasanya dipakai disajikan pada Tabel 5 (Hair *et al.*, 2006). Berdasarkan *rule of thumb* pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa data mengkonfirmasi model yang diusulkan.

Tabel 5. Kriteria yang biasanya digunakan

Kriteria	Dianggap baik jika
CFI, TLI	> 0.90
RMSEA, RMSR	< 0.08

Selanjutnya adalah mengetahui bagaimana persamaan regresi antara variabel laten yang dapat dilihat pada bagian *regression*. Pertama, hubungan antara PA dengan DIG_SKILL, IDE dengan PA, dan IDE dengan DIG_SKILL signifikan ($P < 0.01$). Koefisien *non-standardized* dapat dilihat pada kolom *Estimate* dan koefisien *standardized* dapat dilihat pada kolom *std.all*. Nilai *error* dapat dilihat pada hasil di bawah judul *variances*. Sehingga persamaan regresinya menjadi sebagai berikut: $PA = 0.296 \text{ DIG_SKILL} + 0.775$ dan $IDE = 0.391 \text{ PA} + 0.412 \text{ DIG_SKILL} + 0.435$. Sedangkan R-Square digunakan untuk mengetahui seberapa banyak variansi yang dapat dijelaskan. Pada hasil diatas, model menjelaskan 22.5% data pada PA dan 56.5% pada IDE.

4. KESIMPULAN

Tutorial ini menjelaskan mengenai bagaimana menggunakan modul Lavaan untuk melakukan analisis SEM. Informasi yang diberikan pada *essay* ini adalah minimalis. Pada tutorial ini tidak dijelaskan bagaimana mengetahui validitas dan reliabilitas variabel dan menguji asumsi SEM. Untuk mendapatkan informasi lebih banyak silahkan merujuk langsung kepada tutorial yang ada di Lavaan (<https://lavaan.ugent.be/>) dan buku-buku mengenai SEM seperti buku SEM karya Hair (Hair *et al.*, 2006).

DAFTAR PUSTAKA

- Chin, W. W. 1998. Commentary: Issues and opinion on structural equation modeling. *Mis Quarterly*, 22(1), pp. vii–xvi.
- F. Hair Jr, J. *et al.* 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), pp. 106–121.
- Gharib, R. K., Philpott, E. and Duan, Y. 2017. Factors affecting active participation in B2B online communities: An empirical investigation. *Information & Management*, 54(4), pp. 516–530.
- Hair, J. F. *et al.* 2006. *Multivariate data analysis 6th Edition*, New Jersey: Pearson Education.
- Rosseel, Y. 2012. lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), pp. 1–36. Available at: <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>.