

Analisis *Constructivist Multimedia Learning Environment* dengan Pendekatan *Bayesian Structural Equation Model*

Eny Sukani Rahayu¹, Adhistya Erna Permanasari¹, Dewa Ayu Putu Nadya Hareswary¹, Inas Ulfah Prisabtini¹

Abstract— *Constructivist Multimedia Learning Environment* (CMLE) is a learning model where the teacher gives the student an experience that can help them to develop high order thinking skills such as critical thinking, developing solutions, and be creative around their environment. CMLE uses multimedia as their main source of information and as a tool to deliver learning materials. For that purpose, evaluation is needed to assess the effectiveness of the learning model. This evaluation is known as CMLE Survey (CMLES). Data obtained from CMLES needs to be analysed using analytical methods that can show the relationship between each variable and the indicator. Bayesian Structural Equation Model (SEM) is considered as the right approach because of many advantages of Bayesian Approach, such as using prior information to get posterior result and not affected by the number of samples. The seven existing hypotheses are accepted with the following results. RTH has a positive influence on CHL while CHL has a positive effect on COM. RLV has a positive influence on COM. RTH has a positive influence on INQ while INQ has a positive influence on NEG. Nevertheless, CHL gives a negative influence on INQ and RLV gives a negative influence on CHL.

Intisari— *Constructivist Multimedia Learning Environment* (CMLE) merupakan model pembelajaran yang di dalamnya seorang pengajar memberikan peserta didiknya sebuah pengalaman yang dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan memecahkan masalah, berpikir kritis, dan menjadi kreatif terhadap permasalahan di sekitarnya, dengan memanfaatkan multimedia sebagai sarana belajar. Untuk itu, *CMLE Survey* (CMLES) diperlukan sebagai sarana evaluasi yang dapat menilai efektivitas model pembelajaran ini. Setiap data yang diperoleh dari CMLES perlu dianalisis dengan menggunakan metode analisis yang dapat menunjukkan hubungan antara masing-masing variabel dengan indikatornya. *Bayesian Structural Equation Model* (SEM) dinilai sebagai pendekatan yang tepat dengan kelebihan seperti menggunakan informasi *prior* untuk memperoleh hasil posteriornya dan tidak terpengaruh oleh jumlah sampel. Ketujuh hipotesis yang ada dapat diterima seluruhnya dengan hasil sebagai berikut. RTH memberikan pengaruh positif pada CHL sementara CHL memberikan pengaruh positif pada COM. RLV memberikan pengaruh positif pada COM. RTH memberikan pengaruh positif pada INQ sementara INQ memberikan pengaruh positif pada NEG. Namun, CHL memberikan pengaruh negatif pada INQ dan RLV memberikan pengaruh negatif pada CHL.

Kata Kunci— CMLE, CMLES, SEM, Bayesian, multimedia.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi mendorong penggiat bidang pendidikan untuk mengaplikasikan teknologi yang ada

ke dalam proses belajar dan mengajar. Salah satu model pembelajaran yang diterapkan adalah *Constructivist Learning Environment* (CLE) yang merupakan model pembelajaran *constructivist* yang memiliki tujuan mendorong peserta didik meningkatkan kemampuan *high order thinking* [1]. Dalam dunia pendidikan, multimedia dapat dimanfaatkan sebagai sarana penyampaian materi. Pada pendidikan dini, multimedia dibuat dengan menggabungkan konsep bermain sambil belajar [2]. Penerapan multimedia pada pendidikan dini ini dinilai sangat efektif dan berhasil memperdalam pemahaman peserta didik usia dini dan mengurangi tekanan dalam belajar. Dengan meningkatnya kebutuhan teknologi informasi dan multimedia pada proses pembelajaran menengah ke atas, banyak dilakukan penelitian terkait model belajar yang cocok untuk peserta didik menengah ke atas. Penggunaan multimedia pada CLE menghasilkan model pembelajaran *Constructivist Multimedia Learning Environment* (CMLE). Penerapan CMLE pada pembelajaran Program Komputer dinilai efektif dengan evaluasi berdasarkan opini ahli [3]. Pada makalah ini, CMLE diuji penerapannya untuk pembelajaran berbasis aplikasi komputer dan matematis dengan pendekatan *Bayesian Structural Equation Model* (BSEM) untuk melihat efektivitas CMLE berdasarkan persepsi peserta didik dan ketepatan model pembelajaran yang diterapkan.

II. CMLE DAN CMLES

A. *Constructivist Multimedia Learning Environment* (CMLE)

CMLE merupakan model pembelajaran yang menerapkan *social constructivism* sehingga berpedoman pada peran aktif peserta didik sebagai konstruktor pengetahuan dalam sebuah lingkungan yang interaktif [4]. Kegiatan dalam model belajar CMLE terdiri atas beberapa aktivitas yang berfokus untuk melatih *high order thinking skill* peserta didik dan menggunakan multimedia sebagai sarana penyaluran materi pembelajaran. Multimedia yang digunakan beragam wujudnya dan terdiri atas kombinasi teks, audio, video, dan animasi. Contoh platform multimedia yang biasa digunakan dalam CMLE seperti platform *e-learning*, *website* yang memuat materi pembelajaran, dan Youtube. Pada CMLE, pengajar berperan aktif sebagai fasilitator dan membimbing peserta didik saat mengerjakan beragam proyek yang bertujuan untuk meningkatkan *high order thinking skill* [5].

B. *Constructivist Multimedia Learning Environment Survey* (CMLES)

Constructivist Multimedia Learning Environment Survey (CMLES) merupakan sebuah survei yang didesain untuk mengevaluasi kelas yang menerapkan model belajar CMLE secara kualitatif. CMLES biasanya dilihat dari sisi pengajar dan peserta didik. Namun, pada makalah ini CMLES hanya diambil dari persepsi peserta didik saja. CMLES memiliki 30

¹Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No.2, Yogyakarta, 55281 (email: adhistya@ugm.ac.id)

TABEL I
SKALA DAN SAMPEL PERTANYAAN CMLES

Skala	Deskripsi	Sampel Pertanyaan dalam CMLES
<i>Negotiation</i>	Apakah peserta didik mendapatkan kesempatan untuk mendiskusikan permasalahan mereka	Dalam kelas ini saya dapat berdiskusi dengan mahasiswa lain
<i>inquiry learning</i>	Seberapa jauh peserta didik tertarik untuk menginvestigasi pembelajaran dengan lebih dalam	Saya melakukan pendekatan pada suatu masalah melalui lebih dari satu perspektif
<i>reflective thinking</i>	Membahas tentang apakah peserta didik memiliki kesempatan untuk memperdalam cara berpikir	Dalam kelas ini saya dapat memiliki pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana saya belajar
<i>relevance</i>	Membahas tentang apakah informasi yang disalurkan melalui multimedia terpercaya dan mewakili situasi di dunia nyata	Penggunaan multimedia dapat membantu penyampaian pembelajaran
<i>complexity</i>	Membahas tentang apakah program yang digunakan kompleks dan mampu merepresentasikan data dengan baik	Multimedia di kelas menjadikan pembelajaran lebih menyenangkan

TABEL II
HIPOTESIS PENELITIAN

Hipotesis	Deskripsi
H1	<i>Negotiation</i> memengaruhi <i>Inquiry learning</i>
H2	<i>Inquiry learning</i> memengaruhi <i>Challenge</i>
H3	<i>Inquiry learning</i> memengaruhi <i>Reflective Thinking</i>
H4	<i>Challenge</i> memengaruhi <i>Reflective Thinking</i>
H5	<i>Challenge</i> memengaruhi <i>Relevance</i>
H6	<i>Complexity</i> memengaruhi <i>Challenge</i>
H7	<i>Complexity</i> memengaruhi <i>Relevance</i>

instrumen yang terdiri atas enam buah skala dan masing-masing skala memiliki lima buah pertanyaan sebagai prediktor yang mewakili skala tersebut. Skala dan sampel CMLES dapat dilihat pada Tabel I [6]. Instrumen CMLES tersebut dinilai dengan menggunakan enam skala Likert dengan nilai '1' = sangat tidak setuju hingga '5' = sangat setuju. Enam skala tersebut kemudian memunculkan hipotesis yang menjadi dasar penelitian dalam makalah ini. Hipotesis penelitian diperlihatkan pada Tabel II.

C. Structural Equation Model (SEM)

Structural Equation Model (SEM) merupakan sebuah konsep analisis faktor yang merupakan gabungan antar model pengukuran dan model struktural. Kedua model ini dinilai dapat menunjukkan hubungan antara variabel dengan indikator dan variabel dengan variabel. SEM digunakan untuk menilai suatu model. Langkah dari SEM terdiri atas beberapa teknik statistik yang menjadi dasar untuk membangun suatu model hipotesis. SEM memiliki beberapa kelebihan, seperti adanya kemampuan untuk mengestimasi hubungan antar variabel yang bersifat *multiple relationship*, cukup akurat untuk menganalisis data kuesioner yang melibatkan persepsi, dan mudah untuk memodifikasi model [7]. Dalam SEM, variabel laten atau *construct* memiliki sifat endogen maupun eksogen. Variabel laten dengan sifat eksogen dapat memengaruhi variabel dependen. Variabel eksogen memiliki anak panah yang menuju kepada variabel endogen. Sebaliknya, variabel laten endogen dapat dipengaruhi oleh variabel independen sehingga anak panah akan menuju ke variabel endogen.

D. Bayesian Structural Equation Model (BSEM)

BSEM merupakan metode inferensi yang menggabungkan antara data saat ini dengan data penelitian sebelumnya (data *prior*). Metode ini berbeda dengan metode klasik dalam

statistik seperti *Maximum Likelihood*, karena dalam metode klasik parameter Θ dianggap sebagai besaran, sedangkan pada *Bayesian parameter* Θ dianggap sebagai peubah yang memiliki distribusi *prior* atau subjektif [8].

E. Statistical Package for The Social Science (SPSS)

Statistical Package for The Social Science (SPSS) merupakan program yang digunakan untuk melakukan analisis statistika yang dirilis pada tahun 1968. SPSS mampu melakukan perhitungan statistik dasar seperti statistik deskriptif, statistik bivariat, prediksi hasil numerik, analisis faktor, dan sebagainya. SPSS memiliki fitur *data editor* yang dapat memudahkan pengguna untuk membaca dan memasukkan berbagai jenis data. Selain *data editor*, SPSS juga memiliki fitur seperti *data transformation*, *database access*, *mapping*, *multiple session*, dan sebagainya [9].

F. IBM SPSS Amos 24

Amos adalah sebuah program perangkat lunak yang dikeluarkan oleh IBM dan merupakan pengembangan dari SPSS. Amos menggunakan pendekatan yang umum dalam menganalisis SEM. Dengan menggunakan Amos, pengguna dapat dengan cepat melakukan spesifikasi dan memodifikasi model dengan menggunakan *tool* dan tampilan grafis. Pengguna juga dapat melihat *modification indices* untuk menilai *model fit*. Amos juga dikenal sangat *user-friendly* karena pengguna dapat mengintegrasikan data yang diolah dari SPSS dengan mudah ke dalam Amos. Dalam Amos pengguna dapat menggambarkan diagram jalur modelnya untuk kemudahan dalam merepresentasikan data. Amos menyediakan beberapa metode untuk mengukur model SEM seperti *Maximum Likelihood*, *Generalized Least Square*, dan *Bayesian Estimation* [10].

III. METODOLOGI

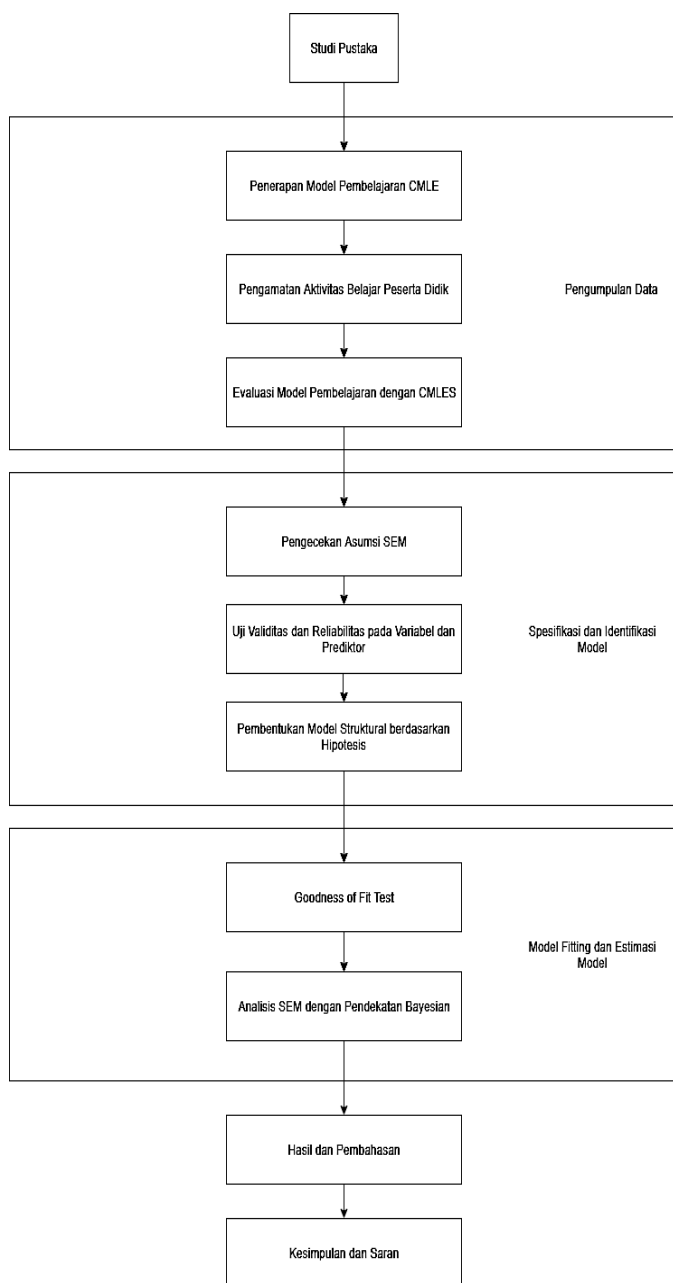
A. Prosedur Pelaksanaan

Langkah-langkah yang dilakukan meliputi studi pustaka, penerapan model belajar CMLE, evaluasi model belajar dengan CMLES, spesifikasi dan identifikasi model untuk analisis SEM, *model fitting*, dan estimasi model dengan menggunakan pendekatan *Bayesian*. Gbr. 1 merupakan diagram alir yang digunakan sebagai acuan.

B. Penerapan Model Pembelajaran CMLE

Model pembelajaran CMLE diterapkan pada kelas Matematika Teknik dan Sistem Operasi di Departemen

Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada. Penyampaian materi menggunakan multimedia. Pada awal pertemuan, pengajar menyampaikan materi dengan menggunakan multimedia berupa *slide* yang disajikan secara interaktif untuk memperdalam pemahaman peserta didik. Selain menampilkan *slide*, pengajar juga menampilkan multimedia lain seperti video tutorial materi perkuliahan. Setelah penyampaian materi, peserta didik diberi kesempatan untuk berdiskusi atau bertanya kepada pengajar.



Gbr. 1 Prosedur pelaksanaan penelitian.

Pada setiap pertemuan diadakan tugas yang diberikan melalui media belajar *online* atau *e-learning*, pada perkuliahan Matematika Teknik dan Sistem Operasi. *E-learning* yang digunakan adalah Elisa (www.elisa.ugm.ac.id). Dengan adanya tugas-tugas yang diberikan melalui *website e-learning*,

peserta didik diharapkan dapat melakukan eksplorasi untuk menyelesaikan tugas tersebut dengan memanfaatkan materi belajar berbasis multimedia yang telah diberikan oleh pengajar ataupun dengan menggunakan sumber lain yang tersedia secara *online*. Tugas ini dilakukan secara kelompok maupun individu. Bentuk tugas yang dikerjakan dapat berupa latihan soal, membuat makalah, dan lain sebagainya.

Bentuk tugas lain yang menjadi fokus utama dalam CMLE adalah proyek kelompok. Pada proyek kelompok, pengajar memberikan beberapa topik seputar mata kuliah, kemudian peserta didik dalam bentuk kelompok diminta untuk memilih salah satu dari topik tersebut dan berdiskusi tentang topik yang telah dipilih. Hasil diskusi tersebut kemudian disampaikan kembali di dalam kelas dengan menggunakan beragam bentuk multimedia, tetapi topik tersebut tetap dapat disampaikan dengan baik. Bentuk multimedia yang disampaikan dalam kelas ini antara lain berupa video pembelajaran atau animasi yang ditampilkan dengan menggunakan laptop dan LCD. Gbr. 2 merupakan tampilan Elisa yang dipakai di kelas Sistem Operasi dan Matematika Teknik saat menerapkan CMLE.

C. Pengumpulan Data

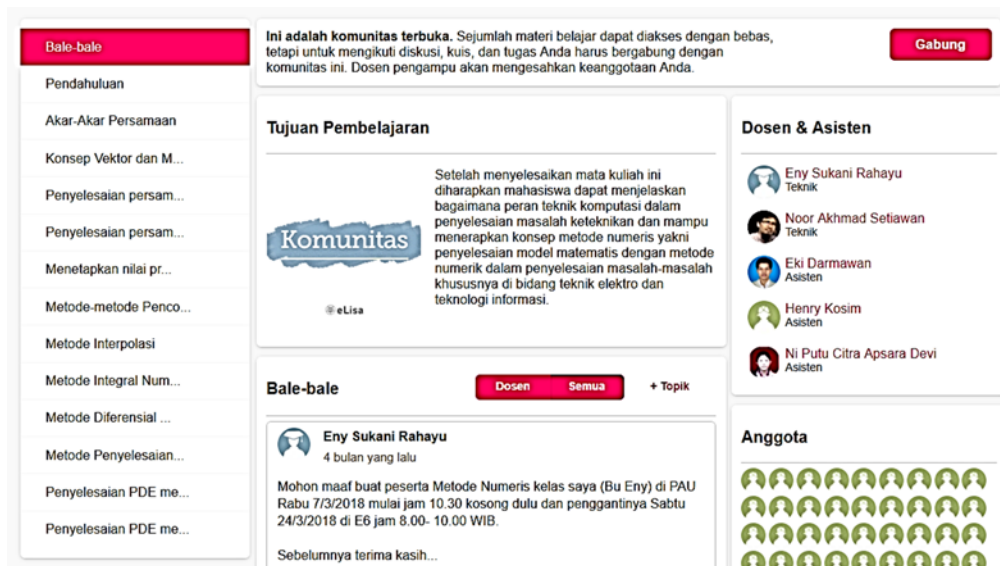
Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan CMLES yang terdiri atas 30 instrumen yang telah divalidasi pada penelitian sebelumnya [5]. CMLES ini kemudian diberikan kepada 75 peserta didik yang mengikuti mata kuliah yang telah menerapkan CMLE pada akhir pertemuan di akhir semester, CMLES diambil dari responden dalam bentuk *online form*. Demografi responden yang diperoleh dari CMLES adalah sebanyak 27 peserta didik di kelas Sistem Operasi merupakan angkatan 2016 dan sebanyak 48 peserta didik di kelas Matematika Teknik yang merupakan angkatan 2017. Responden terdiri atas 53 laki-laki dan 22 perempuan, dengan total 75 responden. Tujuh puluh lima responden yang terlibat belum pernah mengikuti mata kuliah Sistem Operasi dan Matematika Teknik yang menerapkan CMLES sebelumnya.

D. Analisis dengan Metode SEM

Sebelum melakukan analisis, diperlukan pengecekan asumsi SEM yang merupakan dasar-dasar dari SEM. Asumsi yang perlu dipenuhi antara lain *multivariate normality*, *multicollinearity*, *homocedasticity*, dan ukuran sampel. Setelah data memenuhi asumsi SEM, tahap selanjutnya adalah analisis SEM. Langkah-langkah analisis SEM yaitu uji validitas dan reliabilitas, analisis model struktural berdasarkan hipotesis, *model fitting* dengan menggunakan *factor loading* dan *fit indices* atau *fit index*, dan melihat hasil estimasi SEM [11].

E. Analisis dengan Pendekatan Bayesian

Setelah tahap spesifikasi, identifikasi, dan *model fitting* SEM selesai, tahap selanjutnya adalah analisis SEM dengan pendekatan Bayesian. Pendekatan Bayesian terdiri atas beberapa tahap, yang pertama adalah analisis *Bayesian Estimation* dengan menggunakan Amos 24. *Bayesian Estimation* bertujuan untuk mencapai konvergensi dengan



Gbr. 2 Elisa, salah satu platform CMLE.

menggunakan simulasi algoritme MCMC. Hasil simulasi tersebut kemudian akan memunculkan nilai *posterior mean* yang menunjukkan hubungan antara variabel maupun prediktor. Kemudian terakhir dilihat parameter model yang dihasilkan merupakan estimasi yang baik atau tidak, dengan menggunakan uji ketepatan estimasi model dengan melihat nilai *MCMC standard error* [12].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

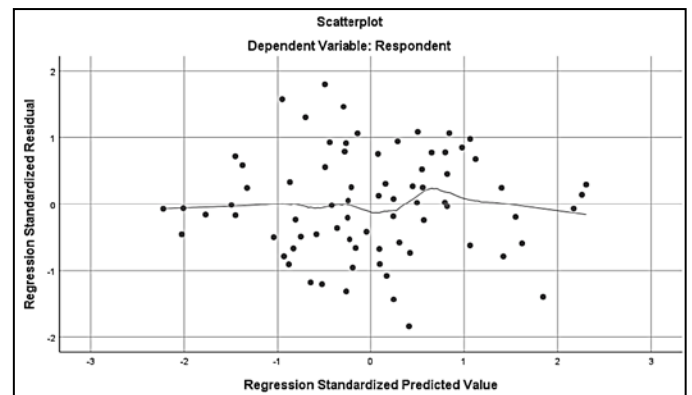
A. Pengecekan Asumsi SEM

Setelah dilakukan analisis statistik *Mahalanobis Distance*, data yang dikumpulkan tidak melanggar asumsi *Multivariate Normality* karena tidak memiliki *outliers*. Nilai *tolerance* dan FIV dari masing-masing prediktor yang melanggar asumsi dari *collinearity* juga tidak melanggar asumsi *multicollinearity*. Nilai tertinggi *tolerance* yang diterima adalah $> 0,1$ dan FIV < 10 . Data menunjukkan nilai *tolerance* terkecil adalah 0,204 dan FIV terbesar adalah 4,907. Untuk uji *homoscedasticity*, setelah dilakukan analisis regresi linear, muncul *scatter plot* yang menunjukkan hubungan antara *Regression Standardized Predictive Value* dan *Regression Standardized Residual*. Garis *Loess* yang ada pada *scatter plot* pada Gbr. 3 menunjukkan bentuk yang mendekati garis lurus, sehingga dapat dikatakan sampel yang digunakan tidak melanggar asumsi *homoscedasticity* dan pada *scatter plot* tersebut terlihat bahwa titik-titik tidak membentuk pola yang terlalu ekstrem.

Selain dengan menggunakan garis *Loess*, juga dilakukan uji Glesjer. Uji ini dilakukan dengan cara meregresikan variabel independen dengan nilai absout residual. Berdasarkan uji Glesjer, variabel INQ2 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,019; INQ3 dengan nilai signifikansi 0,011; dan RLV3 dengan nilai signifikansi 0,008. Ketiga nilai signifikansi ini lebih kecil dari 0,05 sehingga terjadi *heteroscedasticity* pada ketiga variabel ini.

Pada umumnya, SEM memiliki jumlah sampel minimum sebanyak 200 sampel, tetapi pada penelitian SEM dengan

menggunakan metode Bayesian, sampel yang dibutuhkan adalah < 100 sampel, sedangkan jumlah sampel yang ada dalam penelitian ini sebanyak 75 sampel. Karena jumlah sampel yang < 100 , maka dilakukan analisis SEM dengan pendekatan Bayesian untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Untuk lebih meyakinkan, dilakukan juga kelayakan sampel dengan menggunakan *KMO and Bartlett's Test*. Hasilnya menunjukkan nilai *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* sebesar 0,778. Nilai ini menunjukkan angka di atas 0,5 ($> 0,5$) yang berarti jumlah sampel dalam penelitian ini adalah cukup.

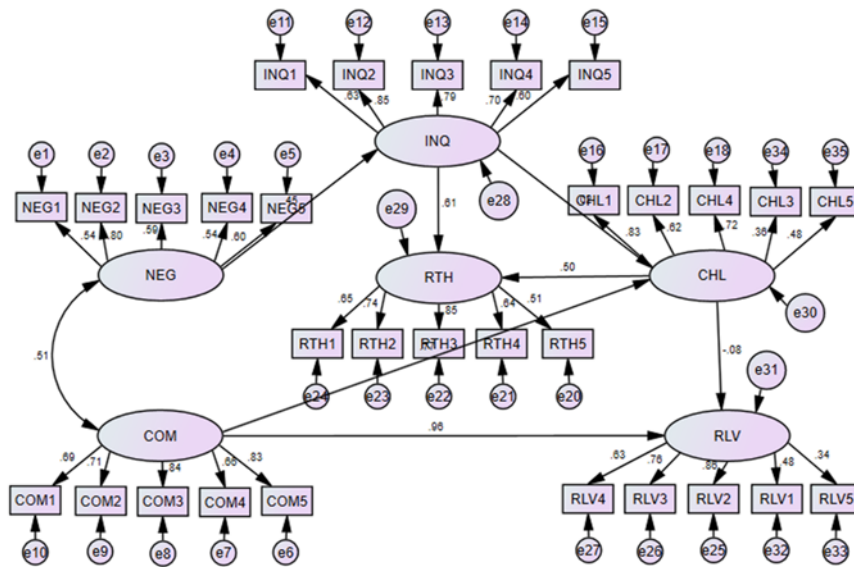


Gbr. 3 Scatter plot homoscedasticity.

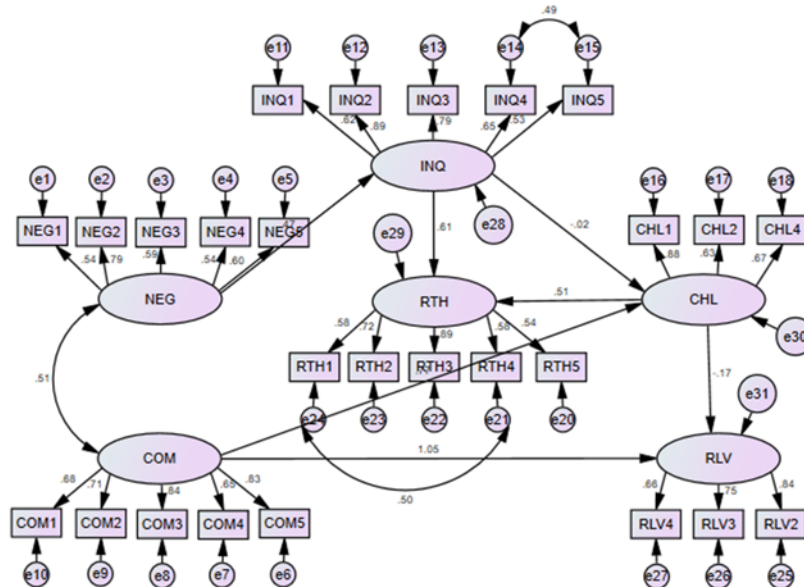
B. Uji Reliabilitas dan Validitas

Terdapat dua jenis uji yang dilakukan untuk melihat validitas dan reliabilitas data, yaitu sebagai berikut.

1) *Uji Reliabilitas*: Menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* dan hasilnya adalah *negotiation* memiliki nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,752, *Inquiry Learning* dengan nilai 0,845, *Reflective Thinking* dengan nilai 0,824, *Relevance* dengan nilai 0,736, *Complexity* dengan nilai 0,861, dan *Challenge* dengan nilai 0,743. Enam prediktor tersebut seluruhnya memiliki nilai *Cronbach's Alpha* di atas 0,70 yang



Gbr 4. Model struktural berdasarkan hipotesis.



Gbr 5 Model struktural setelah model fitting.

berarti keenam prediktor tersebut memiliki keandalan yang baik untuk digunakan.

2) Uji Validitas: Untuk *convergent validity*, yang harus diperhatikan adalah nilai AVE $\geq 0,5$ dan CR $\geq 0,7$. Nilai AVE dari *Negotiation*, *Reflective Thinking*, *Relevance*, dan *Challenge* masih kurang dari 0,5. Namun, kedua *construct* tersebut memiliki nilai *Construct Reliability* yang sangat tinggi karena melebihi angka 0,7. Hal ini menunjukkan, meski nilai AVE dari keempat variabel tersebut kurang baik, tetapi mendekati 0,5 sehingga masih dapat diterima, sedangkan nilai *Construct Reliability* adalah sangat baik, sehingga secara keseluruhan *Convergent Validity* dalam penelitian ini adalah cukup valid dan memiliki reliabilitas yang tinggi. Nilai AVE dan CR masing-masing *construct* diperlihatkan pada Tabel III.

TABEL III
NILAI AVE DAN CR VARIABEL LATEN

CV	NEG	INQ	RTH	RLV	COM	CHL
AVE	0,393	0,526	0,496	0,415	0,565	0,397
CR	0,761	0,845	0,827	0,764	0,865	0,755

Selain *convergent validity*, dilihat juga *discriminant validity* yang diperoleh dengan menghitung akar kuadrat AVE dan membandingkannya dengan korelasi variabel laten atau dengan menghitung akar kuadrat korelasi variabel laten dan membandingkannya dengan AVE. Hasil *discriminant validity* pada Tabel IV menunjukkan terdapat enam korelasi antar *construct* yang tidak valid. Hal ini menunjukkan adanya prediktor yang tidak mewakili variabel latennya dengan baik, sehingga harus dilakukan *model fitting*.

TABEL IV
PERBANDINGAN NILAI AVE DAN *FACTOR CORRELATION* (FC)

Korelasi	FC	FC ²	AVE 1	AVE 2
NEG ↔ INQ	0,378	0,14	0,393	0,526
NEG ↔ RTH	0,662	0,43	0,393	0,496
NEG ↔ CHL	0,384	0,14	0,393	0,397
NEG ↔ RLV	0,525	0,27	0,393	0,415
NEG ↔ COM	0,437	0,19	0,393	0,565
INQ ↔ CHL	0,328	0,10	0,526	0,397
INQ ↔ RTH	0,735	0,54	0,526	0,496
INQ ↔ RLV	0,449	0,20	0,526	0,415
COM ↔ INQ	0,380	0,14	0,565	0,526
CHL ↔ RLV	0,659	0,43	0,397	0,415
CHL ↔ RTH	0,650	0,42	0,397	0,496
COM ↔ CHL	0,764	0,58	0,565	0,397
RTH ↔ RLV	0,555	0,30	0,496	0,415
COM ↔ RLV	0,891	0,79	0,565	0,415
COM ↔ RTH	0,597	0,35	0,565	0,496

TABEL V
FIT INDEX MODEL STRUKTURAL

CMIN	NFI	CFI	TLI	RMSEA
409,481	0,679	0,873	0,857	0,075

	Mean	S.E.	S.D.	C.S.	Skewness	Kurtosis	Min	Max	Name
Regression weights									
NEG2<-NEG	1.229	0.020	0.408	1.001	1.414	2.827	0.372	3.398	
NEG3<-NEG	1.130	0.014	0.369	1.001	1.041	1.710	-0.038	3.547	
NEG4<-NEG	1.057	0.015	0.365	1.001	1.071	1.857	0.027	3.215	
COM4<-COM	0.656	0.002	0.119	1.000	0.389	0.703	0.243	1.373	
COM3<-COM	0.925	0.002	0.120	1.000	0.580	1.033	0.538	1.689	
COM2<-COM	0.829	0.002	0.135	1.000	0.397	0.699	0.328	1.761	
INQ1<-INQ	0.555	0.001	0.106	1.000	0.261	0.286	0.125	1.085	
INQ3<-INQ	0.882	0.002	0.124	1.000	0.390	0.431	0.450	1.480	
INQ4<-INQ	0.720	0.003	0.130	1.000	0.317	0.398	0.186	1.483	
INQ5<-INQ	0.537	0.002	0.128	1.000	0.227	0.305	0.019	1.156	
RTH4<-RTH	0.657	0.002	0.138	1.000	0.220	0.357	0.082	1.370	
RTH2<-RTH	0.844	0.002	0.126	1.000	0.299	0.327	0.375	1.475	
RLV3<-RLV	0.821	0.002	0.122	1.000	0.386	0.699	0.329	1.643	
RLV4<-RLV	0.728	0.002	0.138	1.000	0.325	0.567	0.157	1.560	
RTH<-CHL	0.504	0.002	0.123	1.000	0.322	0.465	0.021	1.199	
CHL<-COM	0.842	0.002	0.157	1.000	0.335	0.490	0.228	1.875	
RLV<-COM	1.035	0.004	0.233	1.000	0.691	1.328	0.067	2.413	
RTH<-INQ	0.512	0.002	0.104	1.000	0.332	0.400	0.145	1.062	
CHL<-INQ	-0.006	0.001	0.103	1.000	0.081	0.139	-0.439	0.475	
RLV<-CHL	-0.146	0.003	0.207	1.000	-0.598	1.909	-1.516	0.898	
INQ<-NEG	0.870	0.013	0.347	1.001	1.024	2.218	-0.403	2.964	
CHL4<-CHL	0.763	0.002	0.147	1.000	0.401	0.593	0.180	1.576	
CHL2<-CHL	0.755	0.002	0.141	1.000	0.230	0.409	0.206	1.437	
NEG1<-NEG	0.889	0.014	0.326	1.001	1.155	2.141	0.048	2.663	
COM1<-COM	0.803	0.002	0.135	1.000	0.407	0.868	0.297	1.677	
RTH1<-RTH	0.650	0.002	0.135	1.000	0.169	0.189	0.028	1.280	
RTH5<-RTH	0.518	0.002	0.111	1.000	0.188	0.408	0.009	1.181	

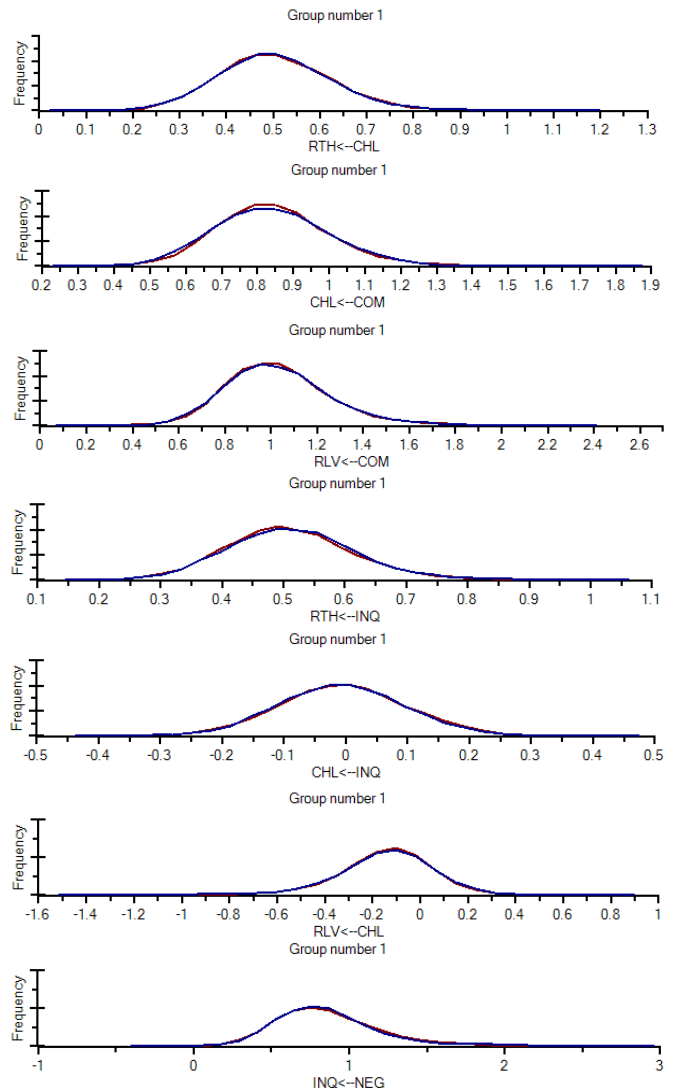
Gbr. 6 Hasil estimasi Bayesian.

C. Analisis Model Struktural

Berdasarkan hipotesis pada Tabel II, dapat dibentuk model struktural seperti pada Gbr. 4. Model tersebut merupakan model *recursive* dan *over identified*. Dikatakan *over identified* karena jumlah sampel varian dan *covariance variable* yang teramati lebih besar dari jumlah parameter yang diestimasi. Variabel yang teramati adalah 30, *distinct sample moments* adalah 495, dan parameter yang diestimasi adalah 98, sehingga *degree of freedom* dari model adalah 397.

TABEL VI
PERBANDINGAN HASIL ANALISIS SEM DENGAN *MAXIMUM LIKELIHOOD* DAN BAYESIAN

Korelasi	<i>Maximum Likelihood Estimates</i>	<i>Bayesian Estimates</i>
INQ ↔ NEG	0,758	0,870
CHL ↔ COM	0,834	0,842
CHL ↔ INQ	-0,019	-0,006
RTH ↔ CHL	0,498	0,504
RLV ↔ COM	1,003	1,035
RTH ↔ INQ	0,505	0,512
RLV ↔ CHL	-0,50	-0,146



Gbr. 7 Hasil konvergensi korelasi antar variabel laten.

D. Model Fitting

Karena hasil *discriminant validity* yang kurang baik, maka perlu dilakukan *model fitting*, pertama dengan melihat nilai *factor loading*. Pada Gbr. 4 terdapat empat buah nilai *factor loading* yang < 0,50, yakni pada CHL 3 sebesar 0,36; CHL 5 sebesar 0,48; RLV1 sebesar 0,48; dan RLV5 sebesar 0,34. Ketiga prediktor tersebut kemudian dihapuskan dari model

sesuai dengan rekomendasi dari *modification indices*. Setelah mengeliminasi berdasarkan *factor loading*, semua nilai *factor loading* yang dihasilkan sudah lebih dari 0,50. Selain itu berdasarkan *modification indices*, perlu ditambahkan *covariance* antara e14 & e15 dan e21 & e24 pada hasil model percobaan kedua. Diagram jalur yang dihasilkan menjadi seperti pada Gbr. 5 yang kemudian dianalisis *fit* atau tidaknya dengan *fit index*.

Berdasarkan *model fitting* kedua, dapat dilihat model yang dipakai benar-benar dapat diterima atau tidak, dengan menggunakan *fit index*. Tabel V adalah hasil *model fitting* kedua berdasarkan *fit index*.

E. Hasil Analisis Bayesian

Pada Gbr. 6 diperlihatkan hasil dari *Bayesian Estimation* yang menunjukkan hubungan antara variabel laten dengan prediktor dan variabel laten dengan variabel laten lainnya.

Pertama, Amos mengambil kurang lebih 55.500 analisis sampel dengan menggunakan *burn-in sample* awal sebanyak 500 untuk mencapai konvergensi. Konvergensi pada akhirnya diperoleh dengan menggunakan *acceptance rate* sebesar 0,35 yang berarti algoritme MCMC telah secara efektif menghasilkan 35% parameter baru, sedangkan 65% sisanya mengulang parameter sebelumnya. Nilai *acceptance rate* ini dapat diterima karena berada di antara ambang nilai 0,2-0,5. *Mean* menunjukkan nilai *posterior mean* dari estimasi Bayesian yang telah dilakukan, dan *S.E* menunjukkan bahwa nilai *parameter estimates* dari *posterior mean* yang dihasilkan dengan menggunakan MCMC memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan nilai *posterior mean* yang sesungguhnya. Nilai *Bayesian Estimation* ini menunjukkan hasil yang mendekati nilai *Maximum Likelihood Estimates*, seperti ditunjukkan pada Tabel VI.

Dengan demikian, dapat dikatakan pendekatan Bayesian dapat diterima sebagai pendekatan untuk menganalisis efektivitas CMLE. Gbr. 7 menunjukkan hasil konvergensi variabel. Berdasarkan nilai *mean* dan konvergensi, diperoleh hasil berupa kelima variabel yang saling berpengaruh positif, antara lain variabel laten yaitu *Reflective Thinking* dengan *Challenge*, *Challenge* dengan *Complexity*, *Relevance* dengan *Complexity*, *Reflective Thinking* dengan *Inquiry learning*, dan *Inquiry learning* dengan *Negotiation*, sedangkan dua variabel yang memiliki pengaruh negatif adalah *Challenge* dengan *Inquiry learning* dan *Relevance* dengan *Challenge*.

V. KESIMPULAN

Hasil analisis BSEM menunjukkan nilai yang mendekati hasil analisis dengan pendekatan *Maximum Likelihood* sehingga untuk penelitian terkait, model pembelajaran CMLE dapat dianalisis dengan menggunakan pendekatan baik *Maximum Likelihood* maupun *Bayesian*.

Hasil analisis model struktural setelah dilakukan *model fitting* kedua menunjukkan nilai yang lebih baik di beberapa *fit indices*, seperti meningkatnya nilai CFI menjadi lebih dari 0,8; TLI menjadi lebih dari 0,8; dan nilai RMSEA menjadi kurang dari 0,08; sehingga model masih dapat diterima untuk dianalisis lebih lanjut.

Kelima variabel yang saling berpengaruh positif adalah variabel laten *Reflective Thinking* dan *Challenge*, *Challenge* dan *Complexity*, *Relevance* dan *Complexity*, *Reflective Thinking* dan *Inquiry Learning*, serta *Inquiry Learning* dan *Negotiation* dengan masing-masing nilai *Bayesian Estimates* sebesar 0,504; 0,842; 1,035; 0,512; 0,870, sedangkan dua variabel yang memiliki pengaruh negatif adalah *Challenge* dengan *Inquiry Learning* dan *Relevance* dengan *Challenge*, yang masing-masing bernilai -0,006 dan -0,146.

Dengan pendekatan *Bayesian*, dapat dilihat bahwa estimasi parameter model yang digunakan adalah hasil estimasi yang baik karena *standard error* dari masing-masing parameter mendekati nilai nol.

REFERENSI

- [1] M. Neo dan T.-K. Neo, "Engaging Students in Multimedia-Mediated Constructivist Learning; Students' Perceptions," *J. Educ. Technol. Soc.*, Vol. 12, No. 2, hal. 254–266, 2009.
- [2] M.S. Mahoney, "The History of Computing in the History of Technology," *IEEE Ann. Hist. Comput.*, Vol. 10, No. 2, hal. 113–125, Apr. 1988.
- [3] C. Samat, P. Vongtathum, S. Chaijaroen, dan I. Kanjug, "Design and Development of Constructivist Multimedia Learning Environment Enhancing Skills in Computer Programming", *6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, 2017, hal. 1023–1026.
- [4] M.C. O'Connor, "Chapter 2: Can We Trace the 'Efficacy of Social Constructivism'?", *Rev. Res. Educ.*, Vol. 23, No. 1, hal. 25–71, Jan. 1998.
- [5] T.-K. Ken Neo, "Using Multimedia in a Constructivist Learning Environment in the Malaysian Classroom," *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 19, No. 3, hal. 293–310, 2003.
- [6] M. Dorit dan B.J. Fraser, "An Online Questionnaire for Evaluating Students' and Teachers' Perceptions of Constructivist Multimedia Learning Environments," *Res. Sci. Educ.*, Vol. 35, No. 2–3, hal. 221–244, 2005.
- [7] W. Widiharso, "Pelatihan Analisis SEM melalui AMOS," Universitas Gadjah Mada, Modul Pelatihan, 2009.
- [8] M. Webster, "Bayesian Statistics," *J. Appl. Stat.*, Vol. 40, No. 12, hal. 2773–2774, Dec. 2013.
- [9] S. Landau dan B. Everitt, *A Handbook of Statistical Analyses using SPSS*, Boca Raton, Florida, USA: Chapman & Hall/CRC, 2004.
- [10] J.L. Arbuckle, "IBM SPSS Amos™ 22 User's Guide," Amos Development Corporation, 2013.
- [11] A.Y. Nawangsari, "Struktural Equation Modeling pada Perhitungan Indeks Kepuasan Pelanggan dengan menggunakan Software AMOS (Studi Kasus: Perhitungan Indeks Kepuasan Mahasiswa FMIPA UNY Terhadap Operator IM3), Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, Juni, 2011.
- [12] D.B. Dunson, J. Palomo, dan K. Bollen, "Bayesian Structural Equation Modeling," *Appl. Math. Sci.*, Vol. 98, hal. 163–188, 2005.