



FORUM GURU BESAR
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG



Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung



TEKNOLOGI MULTIMEDIA UNTUK LINGKUNGAN AJAR CERDAS

Profesor Yusep Rosmansyah
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung

Aula Barat ITB
11 Februari 2023

Orasi ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

TEKNOLOGI MULTIMEDIA UNTUK LINGKUNGAN AJAR CERDAS

Orasi ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

TEKNOLOGI MULTIMEDIA UNTUK LINGKUNGAN AJAR CERDAS

Profesor Yusep Rosmansyah

11 Februari 2023
Aula Barat ITB

Hak cipta © pada penulis dan dilindungi Undang-Undang

Hak penerbitan pada ITB Press

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh bagian dari buku ini tanpa izin dari penerbit

Orasi ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung:

TEKNOLOGI MULTIMEDIA UNTUK LINGKUNGAN AJAR CERDAS

Penulis : Profesor Yusep Rosmansyah
Editor Bahasa : Rina Lestari
Layout : Ripky
Cetakan I : 2023
ISBN : 978-623-297-276-6



📍 Gedung STP ITB, Lantai 1,
Jl. Ganesa No. 15F Bandung 40132
☎ +62 22 20469057
🌐 www.itbpress.id
✉ office@itbpress.id
Anggota Ikapi No. 043/JBA/92
APPTI No. 005.062.1.10.2018

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, bahwasannya atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, atas perkenanannya saya menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru Besar ini.

Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 11 Februari 2023

Prof. Yusep Rosmansyah

SINOPSIS

Dalam tulisan ini, lingkungan ajar cerdas (*Smart Learning Environment* atau SLE) didefinisikan sebagai sebuah sistem ajar bauran yang menyediakan semua kebutuhan pelajar, pendidik, dan pemangku kepentingan lain dalam proses pembelajaran sedemikian sehingga pelajar menyenangi prosesnya seraya melampaui capaian pembelajaran, dengan melibatkan teknik dan kakas cerdas, seperti *machine learning* dan kepiintaran buatan (*artificial intelligent* atau AI). Dari kajian literatur terdahulu, belum ada model sederhana SLE yang dapat digunakan untuk acuan pengembangan sebuah perwujudan SLE baru (*SLE Establishment Guide* atau SLEEG), dan untuk penilaian tingkat kemapanaan perwujudan SLE yang sudah ada (*SLE Maturity Model* atau SLEMM). Model SLE sederhana yang diusulkan terdiri atas 7 kelompok komponen yang dirumuskan dari 12 literatur paling relevan. Pengembangan, validasi dan verifikasi model mengadopsi metode dinamika sistem (*system dynamics*). Hasil penerapan SLEEG telah mewujudkan 2 SLE baru, sementara usulan SLEMM telah diterapkan untuk menilai kemapanaan 3 contoh institusi. Kesimpulan utama dari tulisan ini adalah bahwa pendidik merupakan elemen (komponen nomor 7) terpenting dalam menciptakan SLE bagi pelajar, terlepas dari sarana dan prasarana yang ada (komponen nomor 1-6). Kesimpulan berikutnya adalah bahwa komponen teknologi multimedia yang dikemas dengan cermat pada komponen 1-6 dapat meningkatkan kemudahan semua pemangku kepentingan dalam memaksimalkan manfaat sebuah SLE.

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
SINOPSIS	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xi
1. PENDAHULUAN	1
2. METODE	2
3. PROSES PEMODELAN	5
4. PENGEMBANGAN MODEL.....	6
4.1. Model Sederhana.....	8
4.2. SLE <i>Establishment Guideline</i> (SLEEG)	13
4.3. SLE <i>Maturity Model</i> (SLEMM).....	14
5. VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL.....	16
5.1 Verifikasi Model	16
5.2. Validasi Model	16
6. DISKUSI	17
6.1. Diskusi <i>Simple Model</i>	18
6.2. Diskusi SLEEG	20
6.3. Diskusi SLEMM	24
6.4. Limitasi	25
7. KESIMPULAN	27
8. PENUTUP.....	28
9. UCAPAN TERIMA KASIH	29
DAFTAR PUSTAKA.....	31
CURRICULUM VITAE.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tahap riset berdasarkan DRM	3
Gambar 2.	Model dampak	4
Gambar 3.	Model SLE.....	8
Gambar 4.	Elaborasi Model SLE	10
Gambar 5.	SLEEG berdasarkan pada ISO 21001:2018 dan ADDIE	13
Gambar 6.	ITS yang imersif untuk remedi pembelajaran di 3D <i>Multiuser Virtual Environment</i> (3DMUVLE).....	19
Gambar 7.	Agan Cerdas untuk pembentukan kelompok pada <i>Computer-Supported Collaborative Learning</i> (CSCL).....	19
Gambar 8.	Proses Pembangunan Perwujudan SLE pada 3D <i>Multiuser Virtual Environment</i> (3DMUVLE) dan <i>Computer-Supported Collaborative Learning</i> (CSCL) menggunakan langkah -langkah SLEEG.	23
Gambar 9.	Hasil ukur SLEMM pada sekolah pedesaan, UPI dan ITB	27

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Pemetaan komponen SLE yang ada ke model yang diusulkan	6
Tabel 2.	Tiga puluh enam <i>skillset</i> terpenting dosen	12
Tabel 3.	Model Kemapanan Lingkungan Pembelajaran Cerdas (SLEMM), fasilitas tambahan.....	15
Tabel 4.	Hasil verifikasi model yang diusulkan.....	17
Tabel 5.	Hasil Verifikasi SLEEG	21
Tabel 6.	Hasil Verifikasi SLEMM.....	26

1. PENDAHULUAN

Saat ini, banyak peneliti yang terlibat dalam pengembangan sistem pembelajaran berbasis lingkungan digital (*Digital Learning Environment* atau DLE). Pengembangan sistem pembelajaran ini memiliki tujuan yang sama, yaitu untuk menyediakan lingkungan ajar yang efektif, efisien, dan *engaging* (Huang *et al.*, 2013; Scott & Benlamri, 2010; Z. T. Zhu, Yu, *et al.*, 2016). Salah satu pengembangan lebih lanjut dari DLE adalah dengan diperkenalkan dan dilibatkannya perangkat dan teknologi pintar (Huang *et al.*, 2013; Spector, 2014). Dengan adanya unsur pintar ini, suatu lingkungan ajar dapat digolongkan sebagai lingkungan ajar cerdas (*Smart Learning Environment* atau SLE).

Mengacu pada Oxford Advanced Learner's Dictionary (Oxford, 2021) dan Spector (2014), kata *cerdas* diartikan sebagai suatu kemampuan untuk menyelesaikan hal-hal sulit dengan cerdas, tepat, dan efektif. Pada studi ini, SLE didefinisikan sebagai DLE tingkat tinggi yang berpusat pada pembelajar (*learner-centric*), berbasis layanan (*service-based*), memanfaatkan informasi kontekstual (*context-aware*), berbasis personalisasi, interaktif, dan adaptif (Huang *et al.*, 2013; Hwang, 2014; Kim & Morrison, 2011; Zhu, Sun, *et al.*, 2016; Zhu, Yu, *et al.*, 2016). Dalam studi literatur lainnya, SLE dianggap sebagai layanan sumber ajar yang memfasilitasi pembelajaran kolaboratif dan layanan digital untuk mendukung pembelajaran yang mandiri, memotivasi, dan berbasis personalisasi (Kim *et al.*, 2013; Koper, 2014). Untuk kemudahan, studi ini mendefinisikan SLE sebagai sistem pembelajaran bauran yang menyenangkan (baik secara mode daring, luring, maupun kombinasi keduanya) diiringi dengan pencapaian hasil belajar yang dibantu oleh pemanfaatan perangkat dan teknik cerdas.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas pengembangan model dan kerangka kerja SLE. Koper (2014) memperkenalkan konsep *human learning interfaces* (HLIs). Peneliti lainnya mengusulkan kerangka kerja SLE dengan memanfaatkan perangkat pintar (Aparicio *et al.*, 2016; Hwang, 2014; Liu *et al.*, 2017). Selain itu, ada juga peneliti lain yang mengusulkan komponen-komponen penyusun SLE (Huang *et al.*, 2013; Nkambou *et al.*, 2010; Wilson and Scott, 2017; Woolf, 2009). Lebih lanjut, beberapa penelitian telah merancang aspek SLE, seperti kerangka pendidikan (Zhu, Sun, *et al.*, 2016; Zhu, Yu, *et al.*, 2016), praktik pembelajaran bauran (Lim & Wang, 2016), dan

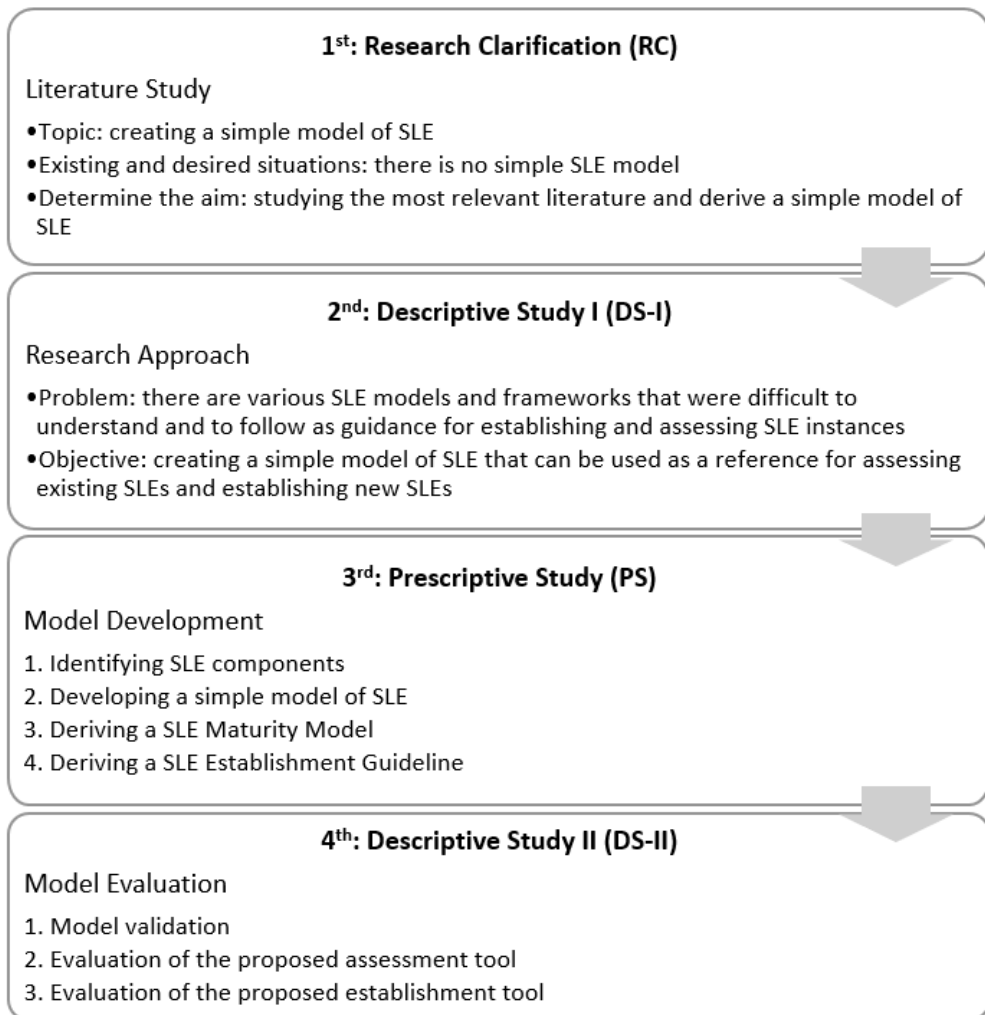
kerangka kerja awal (Spector, 2014). Terlepas dari fakta bahwa model dan kerangka kerja SLE telah diimplementasikan dalam berbagai penelitian, terdapat keterbatasan dari penelitian dan artefak terdahulu yang dapat digunakan sebagai panduan dalam menciptakan perwujudan SLE baru, begitu pula dalam hal evaluasi dan peningkatan kualitas dari perwujudan SLE yang sudah ada.

Studi ini bertujuan untuk mengembangkan model SLE yang mudah untuk dipahami dan dapat digunakan sebagai pedoman dalam membuat bentukan SLE baru yang dapat menciptakan proses pembelajaran yang efektif, efisien, dan *engaging*. Usulan model disintesis menggunakan berbagai komponen penyusun SLE studi terdahulu, sistem tutor pintar (*Intelligence Tutoring System* atau ITS), praktik baik teknologi pendidikan, dan ISO 21001:2018 (*International Organization for Standardization*). Selanjutnya, studi ini juga mengembangkan model kematangan SLE (*SLE Maturity Model* atau SLEMM) sebagai alat penilaian perwujudan SLE, baik yang baru maupun yang sudah ada.

Studi ini terbagi atas beberapa bagian: Bab II mendeskripsikan alur penelitian; Bab III menjelaskan tahap perancangan proses model SLE; Bab IV menjabarkan tahap pengembangan model; Bab V menganalisis model melalui validasi dan verifikasi; Terakhir, Bab VI menjabarkan kesimpulan serta usulan penelitian selanjutnya.

2. METODE

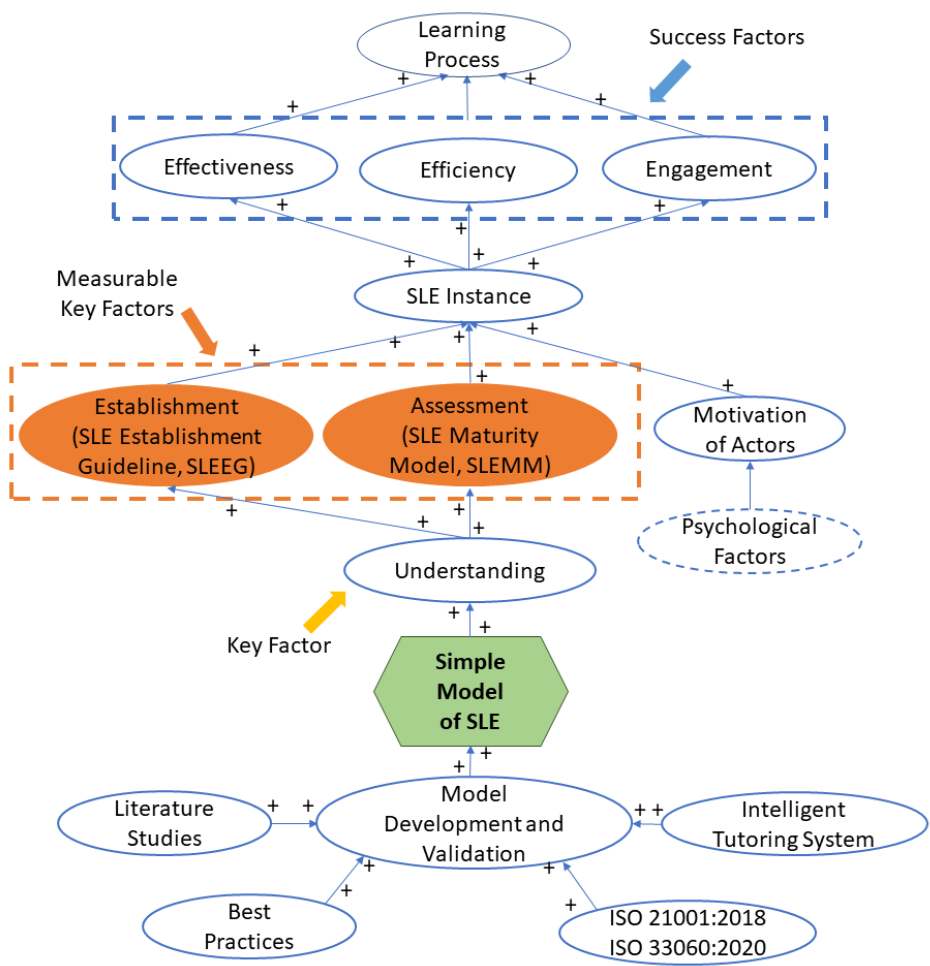
Studi ini mengadopsi *Design Research Methodology* (DRM) (Blessing & Chakrabarti, 2009) sebagai pedoman penelitian. DRM terdiri atas empat tahapan, yaitu klarifikasi studi (*Research Clarification* atau RC), studi deskriptif I (*Descriptive Study I* atau DS-I), studi preskriptif (*Prescriptive Study* atau PS), dan studi deskriptif II (*Descriptive Study II* atau DS-II). Runutan tahapan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap riset berdasarkan DRM

Pada tahapan RC, *Systematic Literature Review* (SLR) dipilih sebagai teknik untuk mengidentifikasi berbagai penelitian terkait SLE. Penelitian terdahulu telah mengusulkan berbagai pendekatan dan perspektif terhadap model dan kerangka kerja SLE. Hasil SLR tersebut didiskusikan pada tahap DS-I, yang mana ditemukan keterbatasan dalam memahami dan menerapkan SLE, khususnya saat akan mengembangkan dan menilai suatu perwujudan SLE. Untuk itu, studi ini mengembangkan model SLE sederhana yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menilai perwujudan SLE baru maupun yang sudah ada. Berdasarkan Gambar 2, pemahaman akan SLE menjadi faktor utama yang memiliki dampak paling besar dalam mencapai faktor kesuksesan dalam proses pembelajaran, yaitu efektivitas, efisiensi, dan *engagement*.

Faktor utama tersebut dapat diukur berdasarkan dua hal, yaitu dari sisi pembentukannya melalui *SLE Establishment Guideline* (SLEEG) dan penilaian tingkat kemapanannya melalui *SLE Maturity Model* (SLEMM).



Gambar 2. Model dampak

Selanjutnya, tahapan PS melibatkan pengembangan model dampak atau *impact model* (seperti pada Gambar 2) untuk menampilkan tahap pemahaman, situasi yang diharapkan dari SLE, hubungan antarfaktor utama, pengukuran faktor utama, dan faktor kesuksesan SLE. Untuk menghasilkan solusi yang potensial, komponen SLE diidentifikasi dan dikembangkan dengan menggunakan model SLE sederhana. Usulan model SLE sederhana tersebut akan diverifikasi dan divalidasi melalui evaluasi perwujudan SLE. Di akhir

tahapan, yaitu tahap DS-II, akan dilakukan validasi usulan model menggunakan model dinamika sistem (Stermann, 2000).

3. PROSES PEMODELAN

Pengembangan model usulan merupakan wujud inspirasi dari proses model dinamika sistem (Stermann, 2000). Tahap awal dari pengembangan model usulan adalah menentukan tujuan dari pembentukan model SLE sederhana. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, berbagai model dan kerangka kerja SLE telah diusulkan dan diimplementasikan di banyak studi kasus, seperti pada Tabel 1. Namun, sulit untuk menemukan model ataupun kerangka SLE yang mudah untuk dipahami dan digunakan sebagai panduan, khususnya pada saat melakukan penilaian dan pembentukan perwujudan SLE. Sehingga, tujuan dari studi ini adalah menciptakan model SLE sederhana yang dapat dijadikan sebagai panduan dalam melakukan pembentukan perwujudan SLE baru dan juga dapat melakukan penilaian terhadap perwujudan SLE yang sudah ada.

Selanjutnya, tahap kedua adalah menentukan hipotesis. Pada tahap ini, ITS digunakan sebagai dasar dalam pengembangan model usulan yang didukung dari berbagai studi literatur, praktik baik, standar ISO terkait. ITS dikenal sebagai sistem yang memiliki cakupan ranah pengetahuan yang luas, seperti pendidikan, psikologi, ilmu kognitif (*cognitive science*) dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence* atau AI). ITS dapat memandu SLE dalam menyediakan pedagogi yang optimal dan *engaging* untuk para pelajar, begitu pula dalam meningkatkan pembelajaran yang efektif dan efisien.

Tahap selanjutnya adalah melakukan formulasi model usulan. Pada tahap ini, model usulan dipetakan ke dalam lapisan-lapisan seperti pada Gambar 3 dan selanjutnya akan dijelaskan lebih lanjut pada Bagian 4. Validasi model usulan dilakukan melalui metode Delphi dengan mengundang para ahli untuk memberikan tanggapan dan masukan. Selanjutnya, usulan model akan dievaluasi berdasarkan kegunaannya dalam melakukan asesmen perwujudan SLE saat ini (berfokus pada asesmen dari sisi institusi, pendidik, dan pelajar) dan pembentukan perwujudan SLE. Model kemapanaan dari SLE akan diuji di tiga instansi, yaitu sebuah sekolah dasar dan dua universitas,

untuk memperlihatkan kapabilitas dari model usulan. Pada akhir tahapan, dijabarkan penerapan SLEEG pada dua contoh pembentukan perwujudan SLE baru.

4. PENGEMBANGAN MODEL

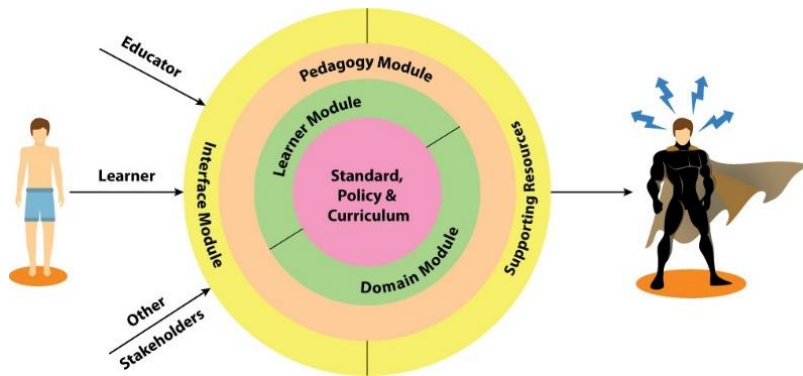
Pengembangan model usulan berdasarkan model dan kerangka kerja SLE terdahulu (Aparicio *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2013; Hwang, 2014; Koper, 2014; Liu *et al.*, 2017; Nkambou *et al.*, 2010; Spector, 2014; Wilson & Scott, 2017; Woolf, 2009; Zhu, Sun, *et al.*, 2016;Zhu, Yu, *et al.*, 2016). Pemetaan komponen dari model usulan diadopsi dan dimodifikasi dari ITS. ITS diketahui telah mencakup berbagai area pengetahuan, tidak hanya bidang pendidikan tetapi juga di bidang psikologi (khususnya kognitif), ilmu komputer dan AI. Proses pembelajaran merupakan bagian dari aktivitas pembelajaran dan melibatkan pedagogi. Psikologi berkaitan dengan bagaimana manusia belajar dan memaksimalkan proses belajar melalui menerapkan berbagai teori pembelajaran, khususnya kognitivisme. Ilmu komputer dan AI bertanggung jawab untuk menggabungkan seluruh komponen untuk menciptakan sistem pembelajaran berbasis komputer yang meniru praktik baik pengajaran.

Tabel 1. Pemetaan komponen SLE yang ada ke model yang diusulkan

No.	References	SLE Components				
		Standard, Policy, and Curriculum	Learner Module	Domain Module	Pedagogy Module	Interface Module
1	Building Intelligent Tutors (Woolf, 2009)		Student Knowledge	Domain Knowledge	Tutoring Knowledge	Communication Knowledge
2	ITS Components (Nkambou <i>et al.</i> , 2010)		Student Model	Domain Model	Pedagogical Model	Interface Component
3	An E-learning Theoretical Framework (Aparicio <i>et al.</i> , 2016)			E-Learning Technologies: Content	E-Learning Activities: Pedagogical Models, Instructional Strategies	E-Learning Technologies: Communication, Collaboration. E-Learning Systems Stakeholders: Customers, Suppliers, Professional Associations.
4	ITS Components		Student Module	Domain Module	Pedagogical Module	Interface Module

No.	References	SLE Components					
		Standard, Policy, and Curriculum	Learner Module	Domain Module	Pedagogy Module	Interface Module	Supporting Resources
	(Wilson & Scott, 2017)						
5	A Research Framework of Smart Education (Z. T. Zhu <i>et al.</i> , 2016)	Smarter Education (Ideology)		Smarter Learning Environments	Smarter Pedagogies	Smarter Learning Environments	Smarter Learning Environments
6	Smart Education Framework (Z. Zhu <i>et al.</i> , 2016)	Ideology	Learner Presence		Teaching Presence	Technological Presence	Technological Presence
7	Framework of a SLE (Hwang, 2014)		Learning Status Detecting Module, Learning Performance Evaluation Module, Inference Engine, Learning Portfolios, Learner Profiles	Adaptive Learning Content Module, Test Bank, Learning Sheet and Materials	Adaptive Learning Task Module	User Interface	Personal Learning Support Module, Inference Engine, Learning Tools, Knowledge Base
8	The Components and Functions of SLE (Huang <i>et al.</i> , 2013)		Learning Methods	Learning Resources	Teaching Methods	Learning Tools	Learning Resources, Teaching Community, Learning Community
8	The Components and Functions of SLE (Huang <i>et al.</i> , 2013)		Learning Methods	Learning Resources	Teaching Methods	Learning Tools	Learning Resources, Teaching Community, Learning Community
9	SLE Core Reference model (Koper, 2014)				Context-awareness & Addictiveness	Human Learning Interface	Physical Environments
10	A Preliminary Framework for SLE (Spector, 2014)	Philosophical	Psychological			Technological	
11	Framework of Smart Learning (Dejian Liu,			Learning Resources, Learning Goal, Learning Result, Learning Task,	Pedagogical Strategy	Learning Media	Time & Space of Learning, Learning Support

No.	References	SLE Components				
		Standard, Policy, and Curriculum	Learner Module	Domain Module	Pedagogy Module	Interface Module
	Ronghuai Huang, 2017)			Learning Methods, Learning Assessment, Reconstruction Technique		
11	Framework of Smart Learning (Dejian Liu, Ronghuai Huang, 2017)			Learning Resources, Learning Goal, Learning Result, Learning Task, Learning Methods, Learning Assessment, Reconstruction Technique	Pedagogical Strategy	Learning Media
						Time & Space of Learning, Learning Support
12	Blended Learning Practice (Lim & Wang, 2016)	Vision and Philosophy, Curriculum, Policy, and Institutional Structure				Learning Support, Infrastructure



Gambar 3. Model SLE

4.1. Model Sederhana

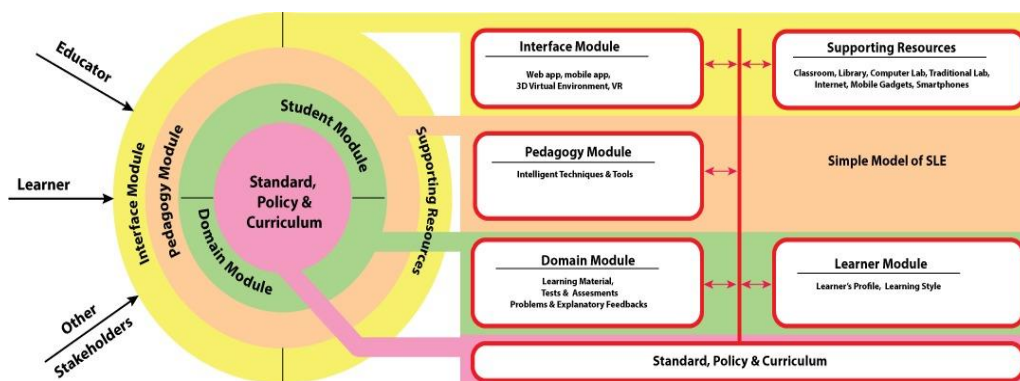
Langkah pertama dalam mengembangkan model ini adalah melakukan studi literatur sistematis terhadap model dan framework yang sudah ada sebelumnya (Aparicio *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2013; Hwang, 2014; Koper, 2014; Lim & Wang, 2016; Liu *et al.*, 2017; Nkambou *et al.*, 2010; Spector, 2014; Wilson & Scott, 2017; Woolf, 2009; Zhu, Sun, *et al.*, 2016; Zhu, Yu, *et al.*, 2016). Berdasarkan studi literatur tersebut ditemukan beberapa komponen pembentuk model sederhana SLE yang sebagian besarnya diadopsi dari ITS, meliputi: (1) standar, kebijakan, dan kurikulum; (2) modul pedagogi; (3)

modul domain atau konten; (4) modul pelajar; (5) modul antarmuka; (6) sumber daya pendukung, dan (7) sumber daya manusia, khususnya pendidik dan pelajar. Di bagian berikut, tiap komponen ini akan diuraikan secara ringkas satu per satu.

a. Standar, Kebijakan, dan Kurikulum (*Standard, Policy, & Curriculum*)

Komponen ini merepresentasikan landasan ideologis dan filosofis pendidikan suatu negara dan juga mendasari semua komponen lainnya.

- Standar, merepresentasikan standar pendidikan internasional juga standar pendidikan nasional suatu negara. Standar pendidikan internasional beberapa di antaranya mengacu pada ISO 21001:2018, serta akreditasi internasional. Dalam konteks negara Indonesia, terdapat undang-undang Sistem Pendidikan Nasional, Standar Nasional Pendidikan Tinggi, serta akreditasi nasional.
- Kebijakan, disusun oleh pemerintah dengan mempertimbangkan standar internasional maupun nasional. Berkenaan dengan negara Indonesia, berbagai sumber perundang-undangan menyatakan bahwa tujuan pendidikan Indonesia adalah “mencerdaskan kehidupan bangsa”. Pada tahun 2020, diterbitkan kebijakan khusus yang disebut “Merdeka Belajar Kampus Merdeka” yang dilaksanakan oleh seluruh perguruan tinggi se-Indonesia. Di samping itu, seluruh perguruan tinggi diminta untuk menerapkan pendekatan *Outcome-Based Education* (OBE) untuk menutupi kesenjangan antara dunia pendidikan dengan kebutuhan SDM di dunia kerja dan masyarakat.
- Kurikulum, merupakan pedoman yang lebih praktis bagi para pelaku pendidikan (pendidik, perancang bahan ajar, pelajar, dan lain-lain). Untuk konteks pendidikan tingkat dasar dan menengah di negara Indonesia, terdapat kurikulum nasional terbitan pemerintah pusat yang dapat dimodifikasi oleh pemerintah daerah dan sekolah. Sedangkan untuk perguruan tinggi diperbolehkan membuat dan mengelola kurikulumnya sendiri berdasarkan pedoman yang berlaku secara nasional. Kemudian kurikulum diturunkan ke dalam bentuk Program Semester (Promes)/Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) dan Silabus/Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)/Satuan Acara Perkuliahan (SAP) sebagai pedoman implementasi kurikulum bagi pendidik maupun pelajar.



Gambar 4. Elaborasi Model SLE

b. Domain atau Konten (*Domain Module, Content*)

Singkatnya, komponen ini berisi materi ajar (Bakken *et al.*, 2018; Ifenthaler, 2017; Nan Cenka & Hasibuan, 2013; Song *et al.*, 2014). Komponen ini mengkombinasikan pengetahuan, konten ajar, sumber ajar, bank soal, tugas, ujian dan bahan ajar lainnya, baik berupa elemen instruksi maupun elemen interaksi. Unsur lain yang dapat masuk ke dalam komponen ini adalah permasalahan beserta penjelasan solusinya, serta data penilaian (Charteris *et al.*, 2016; Griffin *et al.*, 2012; Hesse *et al.*, 2015; Jeremić *et al.*, 2012; von Davier *et al.*, 2017). Dengan mempertimbangkan data dari profil pelajar, konten diatur sedemikian rupa sehingga komponen pedagogi atau pendidik dapat berinteraksi dengan pelajar secara optimal.

Umumnya, seperti telah disinggung sebelumnya, komponen konten terbagi menjadi dua jenis, yaitu instruksi dan interaksi. Konten instruksi mendukung pengajaran yang diberikan oleh pendidik kepada pelajar, baik berupa transfer pengetahuan maupun perintah atau arahan untuk melakukan pekerjaan atau melaksanakan sesuatu sehingga sifatnya satu arah. Bentuk media pembelajaran yang mendukung jenis konten ini yaitu video kuliah, salindia presentasi, buku teks, diktat, *podcast*, dan sebagainya. Sedangkan konten interaksi bersifat dua arah, mendukung proses saling memengaruhi baik antara pelajar dengan konten, pelajar dengan pendidik, maupun antarpelajar. Contohnya seperti multimedia pembelajaran berbasis H5P seperti video interaktif dan *branching scenario* untuk memfasilitasi interaksi antara pelajar dengan konten. Bimbingan melalui *chatting* antara pelajar dengan pendidik. Forum diskusi untuk mendukung interaksi antar pelajar. Kemudian *assignment* yang dapat mendukung ketiga jenis interaksi tersebut.

c. Profil Pelajar (*Learner Profile*)

Komponen ini merepresentasikan dan mengombinasikan antara unsur pengetahuan pelajar, presensi, pendeteksi status pembelajaran, evaluasi kinerja pembelajaran, portofolio pelajar, metode pembelajaran, unsur psikologis (Bakken *et al.*, 2018; Lin *et al.*, 2015), dan gaya belajar (Kumar *et al.*, 2017; Pashler *et al.*, 2009). Fungsi utama modul ini adalah memodelkan keadaan psikologis pelajar sehingga komponen pedagogi dapat secara optimal memberikan konten pembelajaran kepada pelajar.

d. Pedagogi (*Pedagogy Module*)

Komponen ini menerima masukan dari komponen konten dan profil pelajar dalam memberikan satuan pengetahuan dan keterampilan untuk dipelajari oleh peserta didik pada satuan waktu tertentu. Komponen pedagogi merupakan tempat di mana aspek kecerdasan suatu sistem lingkungan belajar berada. Komponen pedagogi merangkum fungsi unsur bimbingan, model pedagogis, strategi pembelajaran, kehadiran mengajar, metode pengajaran, dan strategi pedagogis.

e. Modul Antarmuka (*Interface Module*)

Komponen ini menampilkan semua komponen yang telah dijelaskan sebelumnya. Modul antarmuka meliputi pengetahuan komunikasi, komponen antarmuka, komunikasi, kolaborasi, dan media pembelajaran. Contoh dari modul ini yaitu wahana ajar (*Learning Management System*, LMS), lab virtual, aplikasi gawai/komputer, aplikasi *virtual/augmented/mixed/extended reality*, dan sebagainya.

f. Sumber Daya Pendukung (*Supporting Resources*)

Pada dasarnya semua komponen lain yang berkontribusi pada perbaikan proses pembelajaran dapat dikumpulkan di sini, seperti Lingkungan Fisik (kelas, perpustakaan, lab, lapangan), sarana prasarana, alat demo pengajaran, asosiasi profesional, komunitas pengajar/pelajar, dan sejenisnya.

g. Sumber Daya Manusia (*SDM, Human Resources*)

Komponen ini berkaitan dengan orang-orang yang terlibat dalam keberlangsungan proses pembelajaran di SLE, yaitu di antaranya: (1) pendidik, termasuk dosen dan guru; (2) pelajar, termasuk mahasiswa; serta (3) para pemangku kepentingan yang terorganisasi dalam lingkup perguruan

tinggi (majelis wali amanat, senat, rektor, wakil rektor, dan sebagainya) hingga lingkup fakultas (dekan, wakil dekan, ketua program studi). Struktur organisasi para pemangku kepentingan dapat berbeda-beda tergantung kebijakan yang berlaku berdasarkan jenis perguruan tingginya, apakah itu PTN, PTN-BH, ataupun PTS.

Terdapat tiga aspek yang perlu disiapkan dalam mengelola SDM agar dapat mendukung transformasi lingkungan belajar dari konvensional menjadi SLE, yaitu *toolset*, *skillset* dan *mindset*. *Toolset* adalah alat yang tersedia untuk menunjang proses pembelajaran, yaitu komponen 1 s.d. 6 dari SLE. *Skillset* merupakan kompetensi atau kemampuan yang diperlukan untuk melakukan tugas. Sedangkan *mindset* adalah satu set keyakinan dan cara berpikir tentang bagaimana seseorang memandang dan menanggapi sesuatu. Ketiga aspek tersebut saling berkesinambungan sehingga penting bagi ketiganya untuk terpenuhi. Hal yang sangat terkait dengan SDM adalah *mindset* dan *skillset*.

Tabel 2. Tiga puluh enam *skillset* terpenting dosen

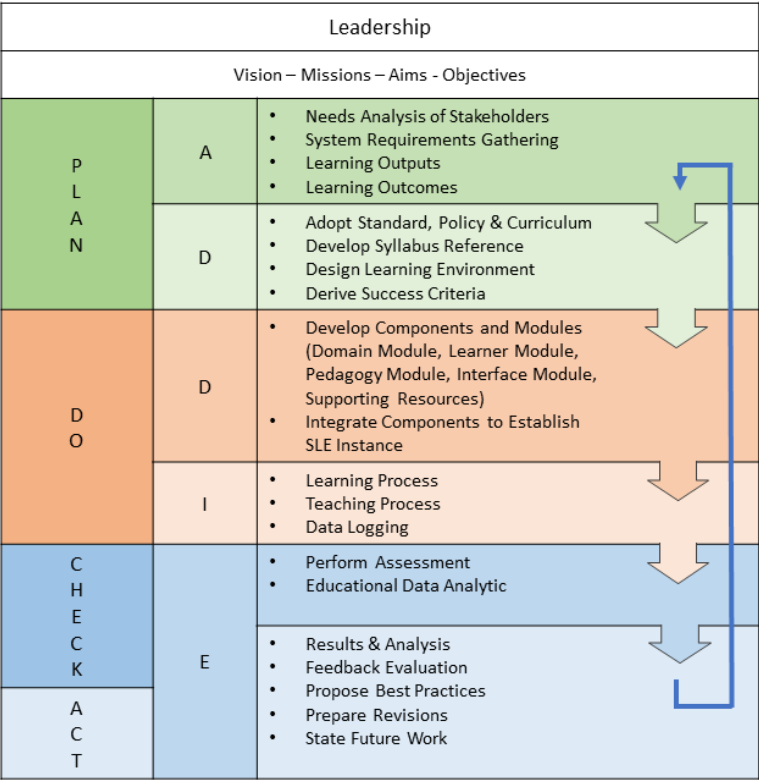
Technical - Hard Skills	Intrapersonal - Soft Skills	Interpersonal - Humanistic Skills
Subject matter mastery	Motivation	Communication skills
Critical thinking	Growth mindset	Empathy
Creativity	Integrity	Service orientation
Complex problem-solving	Responsibility	Leadership
Pedagogical skills	Adaptability	Managerial skills
Digital literacy skills	Mindfulness	Openness to others ideas
Foreign language ability	Emotional intelligence	Conflict management
Longlife learning skills	Ethical professionalism	Collaboration and teamwork
Writing skills	Self-management	Negotiation
Analytical thinking skills	Self-initiative	Social Awareness
Metacognition skills	Goal-orientation skills	Counseling competence
Human Robot Fusion Skills	Working under pressure	Intercultural Competences

Dosen merupakan unsur utama dalam komponen ini yang menentukan keberhasilan SLE. Jika para pemangku kepentingan berhasil menyediakan *toolset*-nya (misalnya: LMS, sarana-prasarana, dan sebagainya), maka mereka pun perlu menyediakan layanan bagi dosen untuk mendukung pengembangan *skillset* dan *mindset* agar dosen mampu dan mau memanfaatkan *toolset* tersebut. Ringkasan hasil studi ringkas dari berbagai sumber literatur, 36 *skillset* terpenting yang perlu dikuasai oleh dosen dapat dilihat pada Tabel 2. Dengan terbatasnya tempat, uraian lebih rinci terkait tiap

skillset tersebut akan dipaparkan di tulisan lain. Alih-alih, terlihat bahwa ada 3 kategori penting atas 36 *skillset* tersebut, yaitu *technical hard-skill*, *intrapersonal soft-skill*, dan *interpersonal humanistic-skill*.

4.2. SLE Establishment Guideline(SLEEG)

Mengacu pada Gambar 4, model sederhana SLE dapat diturunkan menjadi alat yang digunakan sebagai pedoman pembentukan SLEEG (*SLE establishment guideline*), seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Alat ini digunakan sebagai panduan untuk mewujudkan SLE baru. Alat tersebut dikembangkan berdasarkan standar ISO 21001:2018 (*International Organization for Standardization*, 2018) dan pendekatan *analyze-design-develop-implement-evaluate* (ADDIE) (Branch, 2009). Menurut standar ISO, ada empat siklus yang dapat diterapkan dalam sistem manajemen organisasi pendidikan, yaitu: *plan*, *check*, *do*, dan *act* (PDCA). Ini juga mencakup proses kepemimpinan untuk menentukan visi, misi, tujuan, dan sasaran instansi. Pendekatan ADDIE dikenal sebagai model desain instruksional untuk mengembangkan produk pendidikan yang efektif dan sumber belajar lainnya.



Gambar 5. SLEEG berdasarkan pada ISO 21001:2018 dan ADDIE

4.3. SLE *Maturity Model*(SLEMM)

Model sederhana SLE juga dapat diturunkan menjadi alat lainnya, yaitu SLE *maturity model* (SLEMM). Dalam SLEMM terdapat 6 level mulai dari 0 sampai 5 seperti yang terlihat pada Tabel 3. Level 0 mewakili lingkungan belajar tradisional. Level 1 (rintisan) hingga 2 (perulangan) mewakili DLE. Tingkat yang tersisa (3 = tercatat; 4 = terkelola; 5 = pengoptimalan) mewakili SLE yang sebenarnya. Dua komponen diperlakukan sebagai indikator utama untuk menentukan tingkat kematangan SLE, yaitu komponen pedagogi dan antarmuka.

Pada bagian ini dijelaskan mengenai cara mengukur level Tradisional (level 0). Perhatikan bahwa skala pengukuran pada level ini adalah dari -1.0 hingga 0.0. Arti dari -1.0, adalah bahwa sistem yang dinilai belum memenuhi satu komponen pun dalam organisasi tradisional, dan 0,0 berarti telah memenuhi satu komponen dalam organisasi tradisional. Artinya, jika suatu organisasi memiliki tingkat rata-rata di bawah nol, SLE organisasi ini lebih primitif daripada sistem pembelajaran berbasis kelas tradisional. Dua level berikutnya (level 1–2) termasuk pada DLE, sedangkan SLE mencakup level 3–5. Berbeda dengan level Tradisional, skala pengukuran DLE dan SLE berkisar dari 0,0 hingga 1,0. Skala 0,0 berarti sistem pembelajaran belum memiliki komponen DLE atau SLE, dan 1,0 berarti sudah memenuhi komponen DLE atau SLE. Skala pecahan berarti pemenuhan sebagian komponen.

Tabel 3. Model Kemapanan Lingkungan Pembelajaran Cerdas (SLEMM), fasilitas tambahan

		Maturity Level				
Traditional		Digital Learning Environment (DLE)		Smart Learning Environment (SLE)		
0		1	2	3	4	5
Primitive		Initial	Repeatable	Defined	Managed	Optimizing
Standard (A1)	National (Aware the Existence of national Standard)	Accumulate and analyze international standard (Adopt a National Standard)	Propose-and-test international standard (Complied to National Standard up to 50%)	Improve, develop, and implement international standard (Complied to National Standard up to 100%)	Evaluate, control, and manage international standard (Complied to International Standard)	Continuously evaluate and optimize (Continuous Improvement of Compliances)
Policy (A2)	Education for All	- Faculty-innovators propose SLE - Perform experiments with smart devices in teaching/learning - DLE Adoption by Faculty: 1–50%	- Repeat the proposed SLE practice and best practices - DLE Adoption by Faculty: 51–100%	- Develop faculty policies on SLE - SLE Adoption by Faculty: 1-40%	- Develop university policies on SLE - SLE Adoption by Faculty: 41-70%	- Continuous improvement - SLE Adoption by Faculty: 71-100%
Curriculum (A3)	(Existence of a National Curriculum)	(Aware of National and International Curriculum)	(Applied up to 50% of National Curriculum)	(Applied 100% of National Curriculum)	(Complied to International Curriculum toward World Class)	(Optimizing and Continually Improved)
Learner Module (B)	Student Profile (Academic Transcript, Quiz Test Score, Mid Test Score, Final Test Score)	E-Profile	Individual Score, Collaboration Score	Social Score, Gamification Score, Online Activity Log	Intellectual Capital Score	Analytic and Predictive Performance
Domain Module (C)	Learning Style (Student style, Teacher style)	E-style	Individual Style, Collaboration Style	Social Style	Smart Style Indicator	Smart Style Adjuster
	Learning Material: Traditional Slides, Lecture Notes, Textbooks	E-slides, E-books	Multimedia (Photo, Video, Animation)	Multimedia (Virtual Reality, Augmented Reality)	Auto-Translated Multi Language Learning Media	Adaptive Personal Multi Language Learning Media
Pedagogy Module (D)*	Test & Assessment (Paper-based)	Web-based Test & Assessment (with Randomization)	Personalized Test & Assessment, Problem & Explanatory Feedback	Collaborative Test & Assessment, (Programming) Auto Grader	AI-Based Assessment, Robotic Essay Grader	Anti-Cheating Assessment & Exam System
	Teaching Plan, Assignment	E-Pedagogy	Personalization, Collaboration, Microlearning	Learning Analytics, Edu Big Data, Gamification, Recommender System, MOOC.	Intelligent Tutoring System	Advanced ITS
Interface Module (E)*	Air space, Physical	Computer app, Web app (LMS, e-learning)	Mobile App	3D Virtual Environment, Smart Board, Interactive Glass, Virtual Lab	Virtual Reality, Augmented Reality	Smart Robot, VR/AR with Actuator
Supporting Resources (F)	Classroom, Image Projector, Laboratories, Library	Intranet/Internet, Video Projector, Computer, Smartphone, Gadget	Smart TV, Online International Library, Video Conference	Telepresence, Smart Classroom, Chatbot Help	Hologram Presence, Virtual Assistant	Robot-Assisted Learning

5. VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL

Pentingnya kegiatan verifikasi dan validasi demi memastikan model yang diusulkan dan model pendukung mencapai tujuan yang diinginkan (ISO, 2018). Bab ini terfokus pada bagaimana model yang diusulkan, SLEEG dan SLEEM terverifikasi dan tervalidasi.

5.1 Verifikasi Model

Metode Delphi digunakan untuk memvalidasi model yang diusulkan, SLEEG dan SLEMM. Metode Delphi telah diimplementasikan pada bermacam-macam penelitian untuk membangun validitas riset (Okoli & Pawlowski, 2004). Pada penelitian ini, para pakar menggunakan kuesioner dengan skala Likert untuk memverifikasi tingkat akseptabilitas model yang diusulkan, SLEEG, dan SLEMM. Tingkat penerimaan pada skala berkisar dari 1 (paling tidak dapat diterima) hingga 7 (paling dapat diterima).

Untuk memverifikasi model yang diusulkan, penulis mengundang dua ahli yang memenuhi syarat dengan pengetahuan yang luas pada disiplin pendidikan dan pengembangan model. Pakar A bekerja sebagai profesor asosiasi di Institut Teknologi Bandung (ITB) dan spesialisasi dalam Tata kelola TI, arsitektur perusahaan, COBIT, dan keamanan informasi. Pakar B adalah profesor di bidang multimedia dan kurikulum pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Selanjutnya, penulis juga mengundang tambahan dua ahli dengan pengalaman dalam membuat contoh SLE untuk memverifikasi SLEEG dan SLEMM. Pakar C adalah dosen ITB yang mengkhususkan diri dalam teknologi pendidikan dan teknik biomedika. Pakar D adalah dosen UPI yang ahli dalam sistem informasi, rencana strategis SI/TI, dan SI/TI untuk manajemen.

5.2. Validasi Model

Validasi model berfokus pada bagaimana menerapkan model yang diusulkan dan SLEEG, serta cara mengukur skor kemapanan menggunakan SLEMM berdasarkan studi kasus. Dalam penelitian ini, dua contoh SLE yang menerapkan SLEEG sebagai pedoman penetapan telah dievaluasi. Selanjutnya pengukuran SLEMM dilakukan pada tiga kasus, yaitu: SD pedesaan di pinggiran kota Malang, lingkungan belajar ITB dan UPI. Tiga kasus dipilih untuk mewakili analisis menyeluruh dari pengukuran SLEMM. Sekolah Dasar pedesaan mewakili sistem

lingkungan belajar tradisional. Sementara itu, ITB dan UPI mewakili lingkungan belajar yang lebih mapan untuk pendidikan tinggi.

6. DISKUSI

Model SLE, SLEEG, dan SLEMM berhasil diverifikasi dan divalidasi oleh para ahli melalui berbagai studi yang telah dilakukan. Pada bagian ini akan membahas hasil proses verifikasi dan validasi.

Tabel 4. Hasil verifikasi model yang diusulkan

Step	Details	Expert judgment		Value
		A	B	
1	Aim			
	Simple	7	6	6,50
	Easy to understand	6	6	6,00
	Universally applicable	6	7	6.50
	Average			6.33
2	Development Method			
	DRM Method	7	7	7.00
	2.1. Model development input			
	Literature studies	7	7	7.00
	ITS	7	7	7.00
	ISO 21001:2018	5	6	5.50
	Best practices	4	7	5.50
	2.2. Model development processes			
	Mapping of existing ITS/SLE components to the proposed simple model of SLE.	6	7	6.50
	Creation of new components in the proposed simple model of SLE	6	6	6.00
	Average			6.36
3	Proposed model's components validation			
	The proposed model is synthesized and mapped from 12 references to create 6 main components and 3 stakeholders.	5	7	6.00
	3.1. Model's components			
	1. Standard, Policy, and Curriculum	7	7	7.00
	2. Domain Module	7	6	6.50
	3. Learner Module	7	7	7.00
	4. Pedagogy Module	7	6	6.50
	5. Interface Module	7	7	7.00
	6. Supporting Resources	7	7	7.00
	7. Stakeholders	7	7	7.00
	Average			6.75
4	Implementation of the proposed model on the SLE instance (prototype)			
	1. Establishment	6	6	6.00
	2. Assessment	3	6	4.50
	3. Motivation	7	7	7.00
	Average			5.83
5	Final goals: the impact of SLE on learning			

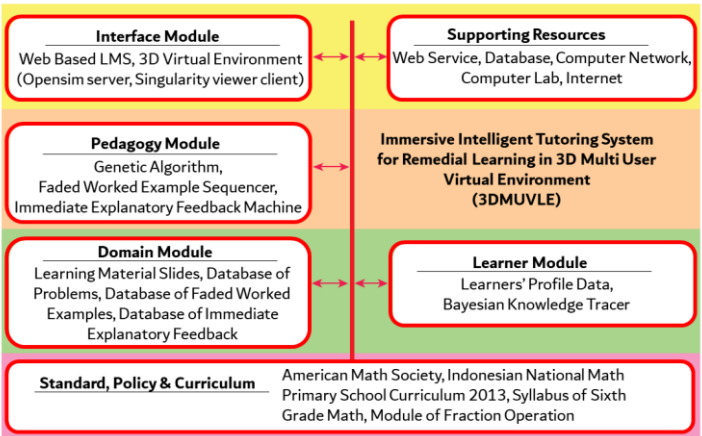
Step	Details	Expert judgment		Value
		A	B	
	1. Effectiveness	7	7	7.00
	2. Efficiency	7	7	7.00
	3. Engagement	7	6	6.50
	Average			6.83
6	Final response: evaluation, criticism, and expert opinion			
	1. The evaluation of the proposed model	5	7	6.00
	2. The evaluation of development SLE instances (based on PDCA)	4	7	5.50
	3. The evaluation of maturity level based on SLE instance (in this case: SLEMM)	3	6	4.50
	4. The evaluation of SLE instances assessment results (empirical implementation)	4	6	5.00
	5. Further research	7	7	7.00
	Average			5.60
	Overall Average			6.34

6.1. Diskusi *Simple Model*

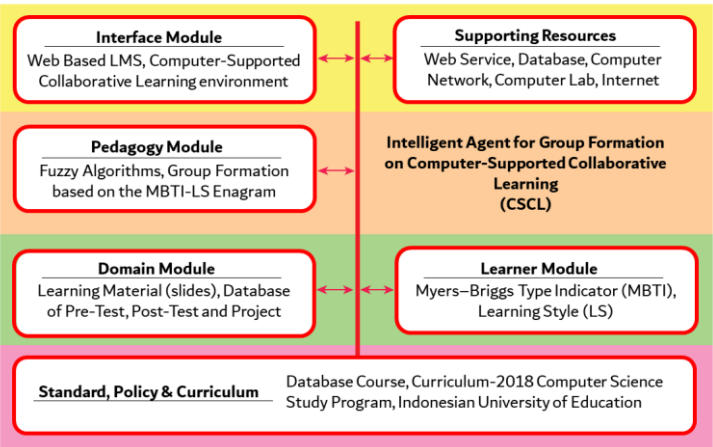
Verifikasi model yang diusulkan oleh para ahli memeriksa tujuan, proses pengembangan model, komponen model, implementasi dalam perwujudan SLE, dampak dari model yang diusulkan pada pembelajaran, dan evaluasi secara keseluruhan. Tabel 4 menyajikan hasil verifikasi model. Model yang diusulkan diterima secara umum oleh para ahli dengan rata-rata skor penerimaan 6,34 dari 7,00. Merujuk pada hasil tersebut, ahli menegaskan bahwa model yang diusulkan telah tercakup dan terpetakan komponen SLE yang ada menjadi model sederhana yang sederhana, mudah dipahami, dan universal berlaku di semua kasus SLE dan SLE dengan skor rata-rata 6,33. Para ahli mengonfirmasi bahwa penggunaan DRM, pemilihan input dan proses pengembangan cocok untuk penelitian ini. Terkait dengan validasi komponen model, para ahli mengakui model yang diusulkan mencakup 6 komponen utama dan 3 pemangku kepentingan dengan tingkat kesepakatan 6,75. Para ahli yakin bahwa model yang diusulkan akan memiliki dampak yang signifikan ketika diimplementasikan ke dalam instansi untuk mencapai proses pembelajaran yang efektif, efisien, dan menarik, yang ditunjukkan dengan skor rata-rata 6,83.

Model yang diusulkan mendapat beberapa saran dari para ahli. Pakar A menyebutkan untuk mengadopsi Standar ISO 33020:2015 (ISO, 2015b) untuk mendukung proses model penilaian atau kemapanaan (maturitas) model. Ini akan memperkuat proses penilaian dan CMMI di SLEMM. Sesuai dengan saran mereka, standar ISO 33020:2015 telah dipertimbangkan sebagai referensi SLEMM tambahan. Selanjutnya ahli B menyebutkan kurikulum harus didahulukan dalam mengembangkan referensi silabus sehingga dapat

diterapkan untuk semua tingkat maturitas. Pakar B juga mempertanyakan tingkat kecerdasan pedagogi yang memengaruhi kurikulum. Menyikapi hal tersebut, mengacu pada kajian sebelumnya, yaitu kurikulum dianggap sebagai faktor utama yang mempengaruhi tingkat kecerdasan dalam pedagogi (Lim & Wang, 2016; Spector, 2014; Zhu, Sun, dll., 2016; Zhu, Yu, dll., 2016).



Gambar 6. ITS yang imersif untuk remedi pembelajaran di 3D *Multiuser Virtual Environment* (3DMUVLE)



Gambar 7. Agen Cerdas untuk pembentukan kelompok pada *Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL)

Dua proyek percontohan perwujudan SLE digunakan untuk memvalidasi model yang diusulkan. Gambar 6 menunjukkan bagaimana perwujudan SLE dari “ITS yang imersif untuk pembelajaran remedial dalam lingkungan virtual 3D (3DMUVLE)” (Rasim dll., 2021) dibuat mengikuti SLEEG dan kemudian digambar menggunakan kompartemen model sederhana dari

Gambar 4. Tujuan contoh SLE ini adalah untuk meningkatkan keterampilan matematika pembelajar, khususnya tentang bagian operasi pecahan, dengan tetap berpegang pada nasional dan standar internasional, serta kebijakan dan kurikulum nasional. Beberapa teknik pintar dan alat-alat digunakan dalam modul ini, termasuk algoritma genetika, *faded worked example sequencer*, dan mesin umpan balik penjelasan langsung dengan banyak contoh untuk membantu pembelajar berlatih dengan berbagai jenis soal dan penyelesaiannya. Perwujudan SLE ini ditemukan efektif dalam meningkatkan pengetahuan peserta didik dan hasil belajar. Selain itu, Perwujudan SLE ini telah berhasil melibatkan pembelajar dalam pembelajaran, terlepas dari kenyataan bahwa sistemnya masih memerlukan perbaikan lebih lanjut. Satu hal yang cukup jelas bahwa teknologi multimedia yang dikemas berupa lingkungan 3D yang menarik dan dalam bahan ajar, telah meningkatkan kesenangan pelajar saat proses pembelajaran.

Gambar 7 menggambarkan perwujudan SLE lain yang sudah layak, yaitu “agen cerdas untuk pembentukan kelompok pada *Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL)” (Putro *et al.*, 2020). CSCL mewakili DLE berdasarkan model SLE. Agen cerdas terletak di modul pedagogi. Tujuan dari agen cerdasnya adalah membuat grup yang dibentuk secara optimal berdasarkan gaya belajar Myers-Briggs Type Indicator (MBTI). Algoritma Gaya Belajar MBTI sendiri dilakukan dengan algoritma fuzzy untuk menentukan tingkat kecocokan terbaik antara pemimpin dan anggota kelompok. Kontribusi dari agen cerdas menunjukkan peningkatan dalam optimalisasi pembentukan kelompok dan produktifitas pembelajaran kolaboratif. Perwujudan SLE optimal dalam hal durasi pembentukan grup. Juga diketahui bahwa optimal dalam hal komposisi kelompok. Selain itu, diindikasikan bahwa terjadi peningkatan produktivitas belajar. Dilukiskan menggunakan kompartemen model sederhana, hasil pada Gambar 7.

6.2. Diskusi SLEEG

Verifikasi alat SLEEG meliputi komponen, proses, pengembangan, dan fungsionalitas. Hasil validasi ditunjukkan pada Tabel 5. Secara keseluruhan, para ahli menyetujui SLEEG sebagai alat untuk membuat perwujudan SLE dengan skor 6,38. Dalam hal metode pengembangan, para ahli sepakat bahwa model PDCA dan ADDIE cocok sebagai pedoman untuk membangun SLE

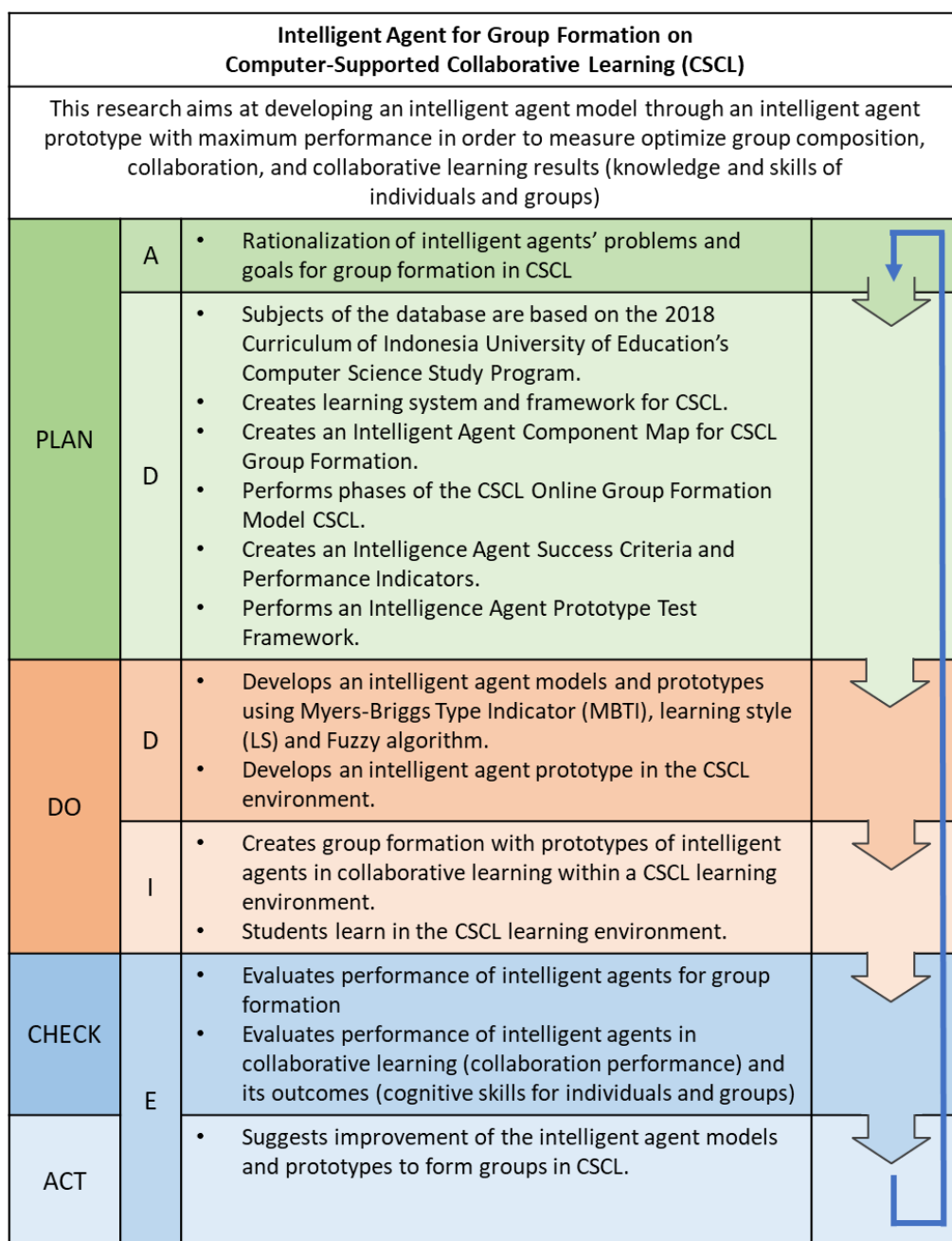
dengan skor rata-rata 6,63. Para ahli juga menegaskan bahwa setiap fase PDCA berkorelasi baik dengan fase model ADDIE.

Secara umum, para ahli menyetujui SLEEG sebagai alat yang berguna untuk membuat perwujudan SLE. Menurut ahli C, tahap rencana dalam SLEEG telah mengakomodir dengan baik kebutuhan, harapan, dan analisis kebutuhan pemangku kepentingan. Aspek penentuan ruang lingkup model PDCA juga sangat berkorelasi dengan *output* pembelajaran dan penentuan hasil SLEEG. Seperti yang ditunjukkan di Gambar 8, validasi SLEEG difokuskan pada pelaksanaan proses pembentukan dua proyek percontohan perwujudan SLE. Menurut ahli C, penjelasan dari masing-masing item kegiatan harus memberikan ruang lingkup atau batasan kegiatan yang jelas. Pakar C juga merekomendasikan mengembangkan pedoman untuk meningkatkan kegunaan SLEEG. Mirip dengan ahli A, ahli C menyarankan untuk merancang *template* silabus yang dapat diterapkan untuk berbagai perwujudan SLE. Sebagai tambahan, ahli D menyarankan bahwa ada analisis kesenjangan setiap kali sebuah organisasi bermaksud untuk meningkatkan dari level saat ini ke level yang lebih baik. Semua saran tersebut akan diimplementasikan pada penelitian selanjutnya. Lebih lanjut, para ahli menekankan bahwa SLEEG harus mendapat informasi yang baik tentang cara menilai contoh SLE. Menanggapi usulan tersebut, telah diusulkan SLEMM yang akan dibahas di bagian berikutnya.

Tabel 5. Hasil Verifikasi SLEEG

Stage	Details	Expert Judgment		Value
		C	D	
1	Aim			
	SLE Establishment Guideline (SLEEG) is a method for establishing SLE instances.	6	6	6.00
2	Development Method			
	SLE Establishment Guideline (SLEEG) has been developed with referring to Plan-Do-Check-Act (PDCA) of ISO 21001:2018 standard and Design-Develop-Implement-Evaluate (ADDIE) model.	7	7	7.00
	Plan phase	7	5	6.00
	Do phase	7	7	7.00
	Check and act phases	6	7	6.50
	Average			6.63
3	Final goal of SLEEG			
	SLEEG method can be used to establish SLE instances.	6	5	5.50
Overall Average				6.38

Immersive Intelligent Tutoring System for Remedial Learning in 3D Multiuser Virtual Environment (3DMUVLE)			
This research aims at imitating the learning process of a smart and diligent human tutor when teaching a student (one-on-one tutoring) by way of practicing to solve math problems.			
PLAN	A	- A smart learning environment as a student's assistance in achieving learning objectives. - Needs analysis of stakeholders of an immersive personal learning model.	
	D	- The 6th grade math course focus on fractions topic based on Indonesian National Curriculum 2013. - An immersive intelligent tutoring system (IITS) covers remedial learning system, virtual learning environment, client/server architecture, user acceptance testing, and statistical testing for system performance.	
DO	D	- Development of a model and prototype of the IITS. - The prototype implements genetic algorithm, Bayesian Knowledge Tracing (BKT), MOODLE, SLOODLE, and 3DMUVLE. - The system is implemented in real learning conditions.	
	I	- The IITS supports remedial learning in a virtual environment, faded worked example, and immediate explanatory feedback. - Learning flow includes pre-test, material delivery, quiz, remedial, and post-test.	
CHECK	E	- Validation of the IITS model applied feature analysis by comparing principles, architecture, and feature of IT. - The system's performance was evaluated by genetic algorithm and BKT. - User acceptance was evaluated through Hedonic Motivation System Adoption Model (HMSAM).	
ACT		- The employed intelligent tools (genetic algorithm and BKT) were improved iteratively. - The user interface and supporting resources were also improved iteratively.	



Gambar 8. Proses Pembangunan Perwujudan SLE pada *3D Multiuser Virtual Environment (3DMUVLE)* dan *Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL)* menggunakan langkah-langkah SLEEG.

6.3. Diskusi SLEMM

Verifikasi alat SLEMM melibatkan pengadopsian CMMI dan SMM sebagai referensi, serta penentuan tingkat maturitas, komponen, dan fungsionalitas. Secara umum, para ahli menyetujui SLEMM sebagai alat penilaian untuk mengukur tingkat kematangan suatu lingkungan belajar dengan rata-rata skor 6,04. Namun, mereka mengidentifikasi bahwa beberapa aspek disarankan untuk diperbaiki.

Merujuk pada pakar C, tujuan SLEMM bukan hanya untuk mengukur tingkat kecerdasan sistem teknologi tetapi juga faktor pendukungnya, khususnya pengukuran standar dan aspek kurikulum yang tidak terkait langsung dengan tingkat teknologi. Selanjutnya, ahli D menyatakan bahwa setiap jenjang SLEMM harus memuat uraian tentang indikator minimal atau karakteristik khusus untuk membantu organisasi mana pun dalam meningkatkan lingkungan belajarnya.

Pakar C juga menyoroti adopsi model CMMI, yang awalnya berbasis proses pengukuran sedangkan sebagian besar level SLEMM adalah pengukuran berbasis teknologi. Sebagai tambahan, ahli C menyarankan untuk memperkaya SLEMM dengan alat ukur lain yang menilai efektivitas teknologi yang digunakan serta pencapaian sistem dalam menyelesaikannya hasil dan tujuan yang diinginkan. Saran ini berkorelasi dengan pakar A yang merekomendasikan ISO 33020:2015 untuk penguatan alat SLEMM. Menerima saran mereka, ISO 33020:2015 kemudian dianggap sebagai acuan dalam merevisi alat SLEMM.

SLEMM berpotensi digunakan sebagai alat evaluasi untuk teknologi organisasi yang ada menuju lingkungan belajar yang lebih cerdas. Menurut tanggapan para ahli, SLEMM memberikan definisi konseptual dan ruang lingkup masing-masing tingkat maturitas, serta pedoman untuk penilaian. Para ahli juga menganjurkan untuk memasukkan rekomendasi untuk perbaikan ketika menilai level maturitas sebuah organisasi menggunakan alat SLEMM. Oleh karena itu, mereka menyatakan kegunaan penilaian maturitas menjadi lebih meningkat (Tabel 6).

Hasil alat SLEMM digunakan untuk menilai tingkat maturitas kecerdasan lembaga pendidikan digambarkan dalam bentuk grafis yang melibatkan tiga kasus, yaitu sekolah dasar pedesaan, ITB dan UPI, seperti yang terlihat pada Gambar 9. Skor SLEMM diukur pada skala -1.0 hingga 5.0.

Skala -1.0 hingga 0,0 mewakili level tradisional (level 0), skala 0,0–2,0 mewakili level DLE (level 1 dan 2), dan skala 3.0–5.0 mewakili level SLE yang sebenarnya (level 3 hingga level 5). Penskoran SLEMM dari masing-masing komponen sekolah pedesaan, ITB, dan UPI ditampilkan pada Gambar 9. Sekolah pedesaan merepresentasikan pembelajaran tradisional lingkungan sedangkan ITB dan UPI mencontohkan contoh SLE modern. Singkatnya, skor SLEMM secara keseluruhan sekolah pedesaan adalah 0,0, menyusul ITB dan UPI dengan skor masing-masing 2,4 dan 2,3.

Mencermati Gambar 9, skor komponen SLEMM sekolah pedesaan tidak jauh dari nilai nol. Beberapa komponen, termasuk modul pedagogi dan sumber daya pendukung, menerima lebih sedikit dari nol. Menganalisis hasilnya, bisa dimaklumi karena sekolah pedesaan umumnya memiliki fasilitas belajar yang minim, apalagi IT, Internet, serta alat dan teknik cerdasnya. Saat ini, berkat pandemi COVID-19, pemerintah menggunakan anggaran dan upaya yang besar untuk meningkatkan dan mengubah sistem pembelajaran dari konvensional ke digital.

Secara umum, skor SLEMM ITB dan UPI mengungkapkan standar, kebijakan, dan kurikulum tersebut diterima lebih tinggi dari komponen lainnya. Dalam modul domain, UPI sedikit lebih tinggi dari ITB karena UPI fokus pada ilmu dan teknologi pendidikan. Mengacu pada grafik, komponen lain skor ITB sedikit lebih tinggi dari UPI. Kedua universitas tersebut semakin membaik dari DLE menuju SLE.

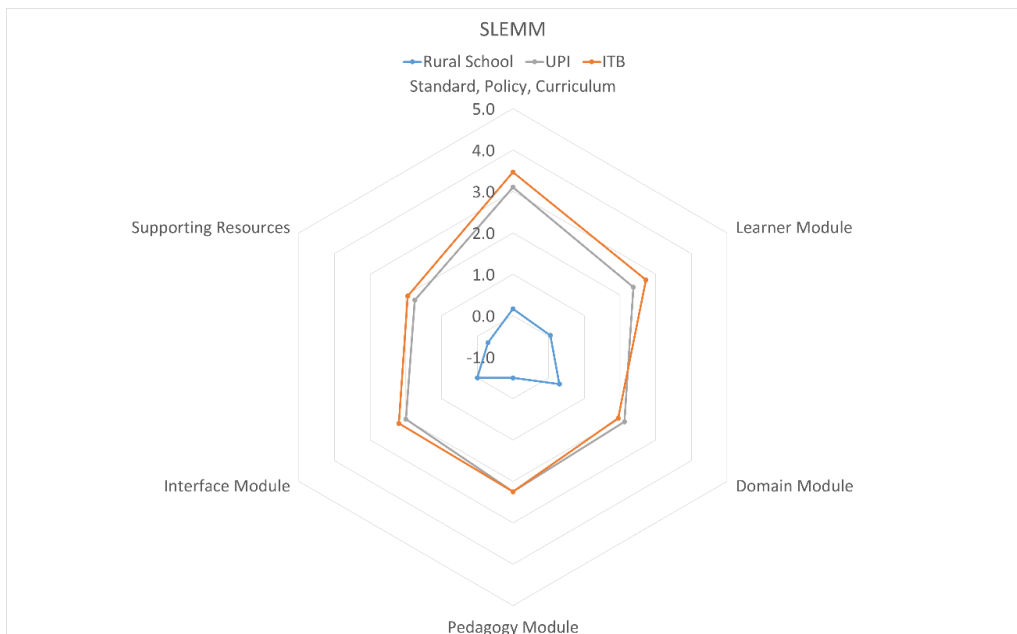
6.4. Limitasi

Hasil saat ini telah mencapai tujuan utama dari penelitian ini, yaitu untuk memverifikasi dan memvalidasi model sederhana SLE, SLEEG, dan SLEMM. Namun, beberapa batasan harus diperhatikan. Pertama, tahap verifikasi dilakukan oleh empat ahli. Para ahli dipilih berdasarkan latar belakang dan bidang penelitian kompetensi mereka. Penelitian di masa depan diperlukan untuk memvalidasi model yang diusulkan dengan para ahli dan peneliti lainnya. Kedua, terbatasnya studi kasus untuk mengevaluasi model yang diusulkan termasuk dalam penelitian ini. Untuk SLEEG, ada dua prototipe proyek telah dilaksanakan (Putro *et al.*, 2020; Rasim *et al.*, 2021). Sementara untuk SLEMM, tiga lingkungan belajar telah dimasukkan. Studi kasus ini telah mewakili bagaimana model usulan tersebut berfungsi sebagai panduan untuk membuat perwujudan SLE baru dan untuk menilai perwujudan SLE yang sudah ada.

Tabel 6. Hasil Verifikasi SLEMM

Stage	Details	Expert Judgment		Value
		C	D	
1 Aim				
	A Smart Learning Environment Maturity Model (SLEMM) is a maturity level measurement of the learning environment based on intelligent level of information technology application.	6	7	6.50
	Average			6.50
2 Development Method				
	The SLEMM is based on Capability Maturity Model Integration (CMMI) (Curtis <i>et al.</i> , 2009) and Smart Maturity Model (SMM) (Bakken <i>et al.</i> , 2018).	6	6	6.00
	Average			6.00
3 Proposed model's components validation				
	SLEMM has six levels, ranging from level 0 to level 5, and is divided into three learning environments.	5	7	6.00
	Level 0 - Traditional	7	7	7.00
	Level 1 - Initial	7	5	6.00
	Level 2 - Repeatable	6	5	5.50
	Level 3 – Defined	5	5	5.00
	Level 4 - Managed	7	5	6.00
	Level 5 - Optimizing	7	5	6.00
	Average			5.93
4 Final Objectives				
	SLEMM can be used to assess maturity levels in a learning environment.	6	6	6.00
	The suitability of each level of measurement's attributes or parameters on the SLEMM.	6	6	6.00
	Average			6.00
5 Final Evaluation				
	The evaluation of SLEMM	6	6	6.00
	The evaluation of maturity level based on SLE instance (in this case: SLEMM).	6	5	5.50
	Average			5.75
Overall Average				6.04

Ada beberapa saran penelitian untuk masa depan. Saran pertama adalah meningkatkan detail dari SLEEG. Kedua, perbaiki SLEMM yang disarankan dapat dengan lebih menekankan pada proses organisasi daripada kondisi statisnya. Ketiga, disarankan untuk menyertakan lebih banyak lingkungan belajar yang mapan dan ternilai. Selanjutnya, model sederhana direkomendasikan untuk dilengkapi dengan “kurikulum cerdas”. Penelitian dalam aspek ini diperlukan untuk fokus mengembangkan referensi silabus yang cocok untuk berbagai perwujudan SLE. Akhirnya, studi masa depan juga dapat menyediakan strategi dan rekomendasi untuk institusi mana pun ketika meningkatkannya level kemapamannya.



Gambar 9. Hasil ukur SLEMM pada sekolah pedesaan, UPI dan ITB

7. KESIMPULAN

Di penelitian ini diusulkan model SLE sederhana yang mudah dipahami. Dua alat, SLEEG dan SLEMM, juga berhasil diturunkan dari model sederhana. Model SLE yang diverifikasi oleh para ahli memiliki enam komponen dan tiga pemangku kepentingan utama sebagai elemen ke-7 yaitu SDM.

SLEEG dikembangkan berdasarkan kombinasi siklus PDCA standar ISO 21001:2018 dan model ADDIE. Alat ini dapat digunakan sebagai panduan untuk membuat perwujudan SLE. Alat ini telah diverifikasi oleh dua pakar dan divalidasi oleh dua proyek percontohan perwujudan SLE baru. Berdasarkan hasilnya, kedua perwujudan SLE telah dievaluasi untuk mencapai tujuan proses pembelajaran, yang lebih efektif, efisien, dan *engaging*.

Alat lain yang diturunkan dari model sederhana SLE adalah SLEMM. Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat maturitas lingkungan belajar. SLEMM diverifikasi secara positif oleh dua ahli dan divalidasi oleh tiga studi kasus, yaitu sebuah sekolah pedesaan dan dua universitas (UPI dan ITB).

Kesimpulan terpenting dari proses riset, uji coba lapangan, dan evaluasi di balik tulisan ini adalah bahwa pendidik (komponen nomor 7) tetaplah merupakan elemen terpenting dalam menciptakan SLE bagi pelajar, terlepas dari sarana dan prasarana yang ada (komponen nomor 1-6). Kesimpulan berikutnya adalah bahwa komponen teknologi multimedia yang dikemas dengan cermat pada komponen 1-6 dapat meningkatkan kemudahan semua pemangku kepentingan dalam memaksimalkan manfaat sebuah SLE.

8. PENUTUP

Kehadiran Guru Besar pada suatu perguruan tinggi adalah berhubungan dengan kewajiban serta tanggung jawab perguruan tinggi dalam pengembangan ilmu pengetahuan baru, menjaga kualitas kebenaran setiap ilmu pengetahuan itu sendiri, serta pemanfaatan ilmu pengetahuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat luas. Sehubungan dengan itu, jabatan fungsional Guru Besar merupakan penghargaan yang juga merupakan pengejawantahan dari kepercayaan untuk memangku suatu jabatan fungsional dengan kewajiban melaksanakan tugas dan tanggung jawab yang mulia tersebut.

Kebenaran suatu cabang ilmu pengetahuan yang selalu diusahakan oleh kelompok masyarakat ilmu pengetahuan tidak selalu dapat diterima oleh komunitas yang di luarnya. Namun demikian sesuai dengan tujuan dari pengembangan ilmu pengetahuan, yaitu kesejahteraan dan perdamaian umat manusia, maka kebenaran ilmu pengetahuan harus selalu dapat diuji oleh komunitas yang sangat luas. Komunitas ini, tidak kurang meliputi: komunitas ilmu pengetahuan, komunitas politik yang menguasai masyarakat pengguna, dan komunitas kepercayaan atau agama yang menjaga keberadaan budaya terhadap setiap pengaruh ilmu pengetahuan yang baru. Tugas luhur demikian ini termasuk tanggung jawab mendasar yang harus diemban oleh individu yang mendapatkan kepercayaan memangku jabatan sebagai pemimpin akademik atau Guru Besar.

Prosesi Pidato Ilmiah Guru Besar adalah janji terbuka dari seorang yang mendapat kepercayaan menjadi pemimpin akademik dengan jabatan Guru Besar, yang kelak akan menyampaikan pula tanggung jawabnya secara

terbuka pada saat 'prosesi' purna tugasnya sebagai Guru Besar. Pernyataan akademik dan normatif yang disampaikan pada prosesi Pidato Ilmiah Guru Besar adalah juga janji dari Forum Guru Besar khususnya dan ITB pada umumnya, keduanya sebagai institusi yang mempunyai kewajiban serta tanggung jawab melaksanakan pembinaan masyarakat akademik maupun menghasilkan ilmu pengetahuan baru bagi kesejahteraan dan perdamaian umat manusia. Dengan demikian prosesi Pidato Ilmiah dilaksanakan dengan mengikuti tata cara pidato ilmiah pada umumnya, guna menyampaikan naskah pidato yang telah disiapkan, dihadapan masyarakat luas, dengan penuh khidmat, dan bertanggung jawab.

9. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama, saya memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala nikmat dan karunia yang telah dilimpahkan selama ini. Pada hari yang berbahagia ini, perkenankanlah saya menyampaikan kepada yang terhormat Rektor beserta jajarannya, dan para pimpinan serta seluruh anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan orasi pada forum yang terhormat ini.

Terima kasih kepada orang tua, istri, dan keluarga yang telah mendukung penuh dan tanpa lelah perjalanan pendidikan dan karier saya sampai hari ini. Selanjutnya, terima kasih kepada para guru, dosen, dan pembimbing saya, baik di SD, SMP, SMA, S1, S2, dan S3 atas semua ilmu yang telah diberikan. Kemudian, saya berterima kasih kepada Prof. Kudrat Soemintapoera (alm.), Prof. Adang Suwandi Ahmad (alm.), Prof. Suhono Harso Supangkat, Prof. Jaka Sembiring, Prof. Armein Langi, Prof. Suhardi, Prof. Nana Rachmana, Prof. Tati Mengko, Prof. Aurik Gustomo, Prof. Haula Rosdiana (UI), dan Prof. Jazi Eko Istiyanto (UGM). Secara khusus, saya berhutang budi kepada Prof. Djoko Santoso, Prof. Lilik Hendrajaya, Prof. Widiadnyana Merati, dan Prof. Wiranto Arismunandar (alm.) yang memberikan dukungan dan rekomendasi kepada saya untuk melanjutkan S2 dan S3 di University of Surrey, UK.

Sekali lagi, terima kasih kepada Prof. Kudrat Soemintapoera dan para senior yang menerima saya sebagai calon dosen di KK Teknologi Informasi pada tahun 1993.

Kepada Prof. Armein Langi, Prof. Andri Dian Nugraha, Prof. Aurik Gustomo, Prof. Munir (UPI), dan Prof. John Choi (SYU Korea), yang menjadi sponsor pengusulan GB saya. Terimakasih juga untuk Dr. Tutun Juhana, Dekan STEI, dan Dr. Widyawardana Adiprawita, WDS STEI, dan para staf di STEI yang memproses dan mendukung usulan GB saya.

Akhirnya, terimakasih tertinggi saya sampaikan terhadap istri tercinta Yusi Elsiano, yang selalu mendampingi ke mana pun dalam keadaan susah maupun senang dan mendorong saya dalam meraih Guru Besar dan juga kepada anak-anak saya, Fahma Waluya dan Hania Pracika.

DAFTAR PUSTAKA

Tulisan ini disadur dari rujukan berikut ini:

- Y. Rosmansyah, B. L. Putro, A. Putri and N. B. Utomo, "A simple model of smart learning environment", *Interact. Learn. Environ.*, 2022. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2020295>.
- Adamkó, A., Kádek, T., & Kósa, M. (2014). Intelligent and adaptive services for a smart campus. 5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, CogInfoCom 2014 - Proceedings, 505–509. <https://doi.org/10.1109/CogInfoCom.2014.7020509>
- Al-aqbi, A. L. I. T. Q. (2017). Intelligent Tutoring System Effects on the Learning Process. 1–111. https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=wright1502139817641618&disposition=inline
- Aparicio, M., Bacao, F., & Oliveira, T. (2016). An e-learning theoretical framework. *Educational Technology and Society*, 19(1), 292–307.
- Asselman, A., Nasseh, A. E., & Aammou, S. (2017). Survey of intelligent collaborative E-learning systems. ICETA 2017 - 15th IEEE International Conference on Emerging ELearning Technologies and Applications, Proceedings. <https://doi.org/10.1109/ICETA.2017.8102463>
- Atif, Y., Mathew, S. S., & Lakas, A. (2015). Building a smart campus to support ubiquitous learning. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 6(2), 223–238. <https://doi.org/10.1007/s12652-014-0226-y>
- Bakken, J. P., Uskov, V. L., Kuppili, S. V., Uskov, A. V, Golla, N., & Rayala, N. (2018). Smart Universities - Concepts, Systems, and Technologies. Chapter 2 Smart University: Literature Review and Creative Analysis (Vol. 70). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59454-5>
- Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). DRM, a Design Research Methodology. In *DRM, a Design Research Methodology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-587-1>
- Branch, R. M. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. In Springer US. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>

- Charteris, J., Quinn, F., Parkes, M., Fletcher, P., & Reyes, V. (2016). e-Assessment for learning and performativity in higher education: A case for existential learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(3), 112–122. <https://doi.org/10.14742/ajet.2595>
- Curtis, B., Hefley, W. E., & Miller, S. A. (2009). *People CMM: A Framework for Human Capital Management*. In Addison-Wesley Professional. Addison-Wesley Professional.
- Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M., & De Weerd, J. (2021). A review of automated feedback systems for learners: Classification framework, challenges and opportunities. *Computers and Education*, 162(March 2020), 104094. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104094>
- Dejian Liu, Ronghuai Huang, M. W. (2017). *Smart Learning in Smart Cities*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44659-1>
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). Assessment and teaching of 21st century skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (Vol. 9789400723). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5>
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffi, P. (2015). A Framework for Teachable Collaborative Problem Solving Skills. In *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 37–57). <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7>
- Huang, R., Yang, J., & Zheng, L. (2013). The Components and Functions of Smart Learning Environments for Easy, Engaged and Effective Learning. *International Journal of Educational Media and Technology*, 8(1), 4–14.
- Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0004-5>
- Ifenthaler, D. (2017). Designing Effective Digital Learning Environments: Toward Learning Analytics Design. *Technology, Knowledge and Learning*, 22(3), 401–404. <https://doi.org/10.1007/s10758-017-9333-0>

- International Organization for Standardization. (2015a). Information technology - Process assessment - Concepts and terminology (ISO Standard No. 33001:2015).
- International Organization for Standardization. (2015b). Information technology - Process assessment - Process measurement framework for assessment of process capability (ISO Standard No. 33020:2015).
- International Organization for Standardization. (2018). Educational organizations - Management systems for educational organizations - Requirements with guidance for use (ISO Standard No. 21001:2018).
- Jegatha Deborah, L., Baskaran, R., Kannan, A., & Vijayakumar, P. (2013). Intelligent agent based pair programming and increased self-efficacy through prior-learning for enhanced learning performance. *Malaysian Journal of Computer Science*, 26(2), 87–100.
- Jeremić, Z., Jovanović, J., & Gašević, D. (2012). Student modeling and assessment in intelligent tutoring of software patterns (pp. 210–222). *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.010>
- Kim, H., & Morrison, J. R. (2011). Experiments on education as a service. 8th International Conference on Service Systems and Service Management - Proceedings of ICSSSM'11. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2011.5959459>
- Kim, T., Cho, J. Y., & Lee, B. G. (2013). Evolution to Smart Learning in public education: A case study of Korean public education. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 395, 170–178. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37285-8_18
- Koedinger, K. R., & Tanner, M. (2013). 7 Things You Should Know About Intelligent Tutoring Systems. *Educause*, online. <http://www.educause.edu/library/resources/7-things-you-should-know-about-intelligent-tutoring-systems>
- Koper, R. (2014). Conditions for effective smart learning environments. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0005-4>

- Kumar, A., Singh, N., & Ahuja, N. J. (2017). Learning styles based adaptive intelligent tutoring systems: Document analysis of articles published between 2001. and 2016. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 5(2), 83–98. <https://doi.org/10.5937/IJCRSEE1702083K>
- Lim, C. P., & Wang, L. (2016). Blended learning for quality higher education: Selected case studies on implementation from Asia-Pacific. UNESCO Bangkok Office.
- Lin, K.-Y., Yu, K.-C., Hsiao, H.-S., Chu, Y.-H., Chang, Y.-S., & Chien, Y.-H. (2015). Design of an assessment system for collaborative problem solving in STEM education. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 301–322. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0038-x>
- Maglio, P., Spohrer, J., Barile, S., & Polese, F. (2010). Smart Service Systems and Viable Service Systems: Applying Systems Theory to Service Science. *Service Science*, 2(1–2), 21–40. https://doi.org/10.1287/serv.2.1_2.21
- Nan Cenka, B. A., & Hasibuan, Z. A. (2013). Enhancing educational services using cloud technology. 2013 International Conference of Information and Communication Technology, ICoICT 2013, 155–160. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2013.6574565>
- Nkambou, R., Bourdeau, J., & Mizoguchi, R. (2010). Advances in intelligent tutoring systems. In *Advances in intelligent tutoring systems ; Studies in Computational Intelligence*.
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information and Management*, 42(1), 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Ouf, S., Abd Ellatif, M., Salama, S. E., & Helmy, Y. (2017). A proposed paradigm for smart learning environment based on semantic web. *Computers in Human Behavior*, 72, 796–818. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.030>
- Oxford. (2021). *Oxford Advanced Learner's Dictionary*. Oxford University Press. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

- Pashler, H., Mcdaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2009). Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105–119.
- Putro, B. L., Rosmansyah, Y., & Suhardi. (2020). An intelligent agent model for learning group development in the digital learning environment: A systematic literature review. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(3), 1159–1166. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i3.2009>
- Rasim, R., Rosmansyah, Y., Langi, A. Z. R., & Munir, M. (2021). Immersive Intelligent Tutoring System for Remedial Learning Using Virtual Learning Environment. *Indonesian Journal of Science & Technology*, 6(3), 507–522.
- Salem, A. B. M. (2016). Towards of intelligence education and learning. 2015 IEEE 7th International Conference on Intelligent Computing and Information Systems, ICICIS 2015, 196–202. <https://doi.org/10.1109/IntelCIS.2015.7397221>
- Scott, K., & Benlamri, R. (2010). Context-aware services for smart learning spaces. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(3), 214–227. <https://doi.org/10.1109/TLT.2010.12>
- Soliman, M., & Elsaadany, A. (2016). Smart immersive education for smart cities: With support via intelligent pedagogical agents. 2016 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2016 - Proceedings, 789–795. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2016.7522247>
- Song, Y. T., Wang, Y., & Yoon, Y. (2014). Smart learning and collaborative authoring based on knowledge level. *Proceedings of the European Conference on E-Learning, ECEL*, 2014-Janua, 493–502.
- Spector, J. M. (2014). Conceptualizing the emerging field of smart learning environments. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0002-7>
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamic: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. In *Interfaces* (Vol. 34, Issue 1). Irwin/McGraw-Hill.

- Thomas, L. J., Parsons, M., & Whitcombe, D. (2019). Assessment in Smart Learning Environments: Psychological factors affecting perceived learning. *Computers in Human Behavior*, 95(April 2018), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.037>
- von Davier, A. A., Hao, J., Liu, L., & Kyllonen, P. (2017). Interdisciplinary research agenda in support of assessment of collaborative problem solving: lessons learned from developing a Collaborative Science Assessment Prototype. *Computers in Human Behavior*, 76, 631–640. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.04.059>
- Wilson, C., & Scott, B. (2017). Adaptive systems in education: a review and conceptual unification. *International Journal of Information and Learning Technology*, 34(1), 2–19. <https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2016-0040>
- Woolf, B. P. (2009). *Building Intelligent Interactive Tutors. Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Elsevier Inc.
- Wu, Z., Itälä, T., Tang, T., Zhang, C., Ji, Y., Hämäläinen, M., & Liu, Y. (2012). A web-based two-layered integration framework for smart devices. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*, 2012, 1–12. <https://doi.org/10.1186/1687-1499-2012-150>
- Zhu, Z., Sun, Y., & Riezebos, P. (2016). Introducing the smart education framework: core elements for successful learning in a digital world. *International Journal of Smart Technology and Learning*, 1(1), 53. <https://doi.org/10.1504/ijsmarttl.2016.078159>
- Zhu, Z. T., Yu, M. H., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>

CURRICULUM VITAE



Nama : Yusep Rosmansyah
Tempat/tgl lahir : Banten, 29 November 1971
Kel. Keahlian : Teknologi Informasi
Alamat Kantor : Jalan Ganesha 10 Bandung
Nama Istri : Yusi Elsiano
Nama Anak : 1. Fahma Waluya Rosmansyah
2. Hania Pracika Rosmansyah

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Mobile Communications, University of Surrey (at Centre for Communication System Research, CCSR), UK, 2003
- Master of Science (M.Sc.) in Satellite Communications Engineering (grade: With Distinction), University of Surrey (at Surrey Space Centre), UK, 1996
- Sarjana Teknik Elektro S.T. (B.Sc.) in Electrical Engineering, Bandung Institute of Technology (ITB), Indonesia, 1993

II. RIWAYAT KERJA di ITB

- Staf Pengajar STEI – ITB, 1997 – sekarang
- Ketua Perintisan dan Pengembangan Cyber Security Center KOICA-ITB Kampus Jatinangor, 2007-2016
- Direktur Pengembangan Pendidikan ITB, 2020-sekarang

III. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Penata, III/C, 24 Desember 2004
- Lektor, 28 Februari 2012
- Lektor Kepala, 12 Mei 2017
- Penata Tk. I, III/d, 31 Oktober 2017
- Pembina, IV/a, 09 Oktober 2019
- Guru Besar, 01 Maret 2022

IV. KEGIATAN PENELITIAN

Penelitian pada 5 tahun terakhir:

Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan
2019-2022	Rancang Bangun Virtual Surgical Robot	LPDP Rispro Invitasi
2022	10 th ASEAN Quiz (National Level)	PUSKI KOMINFO
2022	Virtual Lab Anatomi Telinga menggunakan Visualisasi 3D untuk Meningkatkan Pencapaian Belajar	PROGRAM RISET P2MI STEI - KKTl
2022	Pengembangan Model Prediksi Kinerja Dosen melalui Log LMS dengan Data Mining	PROGRAM RISET P2MI STEI - KKTl
2022	EXAM MECHANISMS IN THE NEW NORMAL ERA USING DEEP LEARNING-BASED COMPUTER VISION	PROGRAM RISET P2MI STEI - GURU BESAR
2021	Pengembangan Model Pembelajaran Mesin untuk Klasifikasi Mahasiswa yang Putus Kuliah (Anggota)	PROGRAM RISET P2MI STEI - GURU BESAR
2021	Rancang Bangun Laboratorium Virtual Berbasis Web untuk Mata Kuliah Sistem Multimedia	PROGRAM RISET ITB
2021	Pengembangan Percontohan Laboratorium Virtual untuk Penguatan Praktikum Bauran Daring Luring (Anggota)	PROGRAM RISET P2MI STEI - GURU BESAR
2021	Pengembangan Lanjutan Pembelajaran Jarak Jauh Melalui SPADA Dikti di Masa dan Pasca Covid-19 untuk Melayani 8 Juta Mahasiswa	KEMENDIKBUDRISTEK
2020-2021	Pengembangan Model, Platform, dan Pengukuran Smart Learning Environment (SLE)	BP-PTNBH Kemenristek/BRIN
2020-2021	Model Cerdas Pembentukan Kelompok pembelajaran Collaborative Problem Solving (CPS) pada Digital Learning Environment (DLE)	BP-PTNBH Kemenristek/BRIN
2020	Pengembangan Living Learning Management System (LMS) SPADA 4.0	KEMENDIKBUDRISTEK
2020	ASEAN Cyberkids Camp 2020	ASEAN ICT Fund
2020	Pembelajaran Jarak Jauh di Lingkungan Ditjen Dikti dalam rangka Percepatan Penanganan Pandemi COVID-19	KEMENDIKBUDRISTEK
2020	Pembuatan Sub-sistem Master Console Robotics Surgery	Program Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan Inovasi (P3MI) Kelompok Keahlian ITB
2019	9 th ASEAN Quiz (National Level)	PUSKI KOMINFO
2019	Pengembangan Aplikasi 3D Multi User Virtual Learning Environment for Children Online Protection (3DMUVLE COP)	ITU COP
2019	ASEAN Network Security Best Practices	Japan-ASEAN Integrated Fund
2019	Pembelajaran membaca menggunakan realitas virtual	Program Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan Inovasi (P3MI) Kelompok Keahlian ITB
2019	Impacts of Virtual Reality Laboratory of Human Anatomy to Efficacy and Engagement of Learning Process	MIT-Indonesia Research Alliance (MIRA)
2019	Pengembangan Modul Dan Video Ajar Mata Kuliah Teknik Memandu Wisata	PENYELENGGARAAN INOVASI PEMBELAJARAN DIGITAL ITB
2019	Pengembangan Sistem Daring Pendaftaran dan Tes seleksi PPG Prajab 2019	RISTEKDIKTl
2017	ASEAN CYBER WELLNESS TRAINING OF TUTORS	Japan-ASEAN Integrated Fund

IV. KEGIATAN PENELITIAN

Penelitian pada 5 tahun terakhir:

Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal
2022	A Simple Model of Smart Learning Environment (SLE)	Interactive Learning Environments
2020	A Systematic Review of Virtual Reality Application for Anatomy Studies	Biomedical Engineering
2020	Using Gamification for Engaging Surveyors: A Case Study in Statistics Indonesia	Interactive Technology and Smart Education (ITSE)
2020	Impersonation Attack-Defense Tree	International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)
2020	A Secure Mobile Learning Android Application	International Journal of Information Security and Privacy (IJISP)
2020	An intelligent agent model for learning group development in the digital learning environment: A systematic literature review	Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, Vol. 9, No. 3
2020	Perancangan Sistem Informasi Mentoring dengan Konsep Software As A Service (Saas)	Jurnal Sosisteknologi. Vol. 19, No. 1
2020	Development of online learning groups based on MBTI learning style and fuzzy algorithm."	International Journal of Telkomnika, 18(1), 199–207
2019	A 3D Multiuser Virtual Learning Environment for Online Training of Agriculture Surveyors	Journal of Information Technology Education:Research, Vol. 18, pp. 481-507
2019	An Attack-Defense Tree on e-Exam System	International Journal of Emerging Technologies in Learning, Vol. 23, December
2019	Detection of Interviewer Falsification in Statistics Indonesia's Mobile Survey	International Journal on Electrical Engineering and Informatics, Vol. 11, No. 3, September
2019	Development of a Web-based Microlecture Mobile Learning System	Int. Conf. ICT for Smart Society (ICISS)
2019	E-Marketplace Prototype for Tailor and Confection SMEs in Indonesia	In Proc. Int. Conf. ICT for Smart Society (ICISS)
	A Secure Online Selection System Based on Blockchain using Hyperledger Platform",	International Journal of Electrical and Computer
2019	A Systematic Literature Review on Adaptive Gamification: Components, Methods, and Frameworks	International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)
2019	Serious Games on Mobile Learning: A Systematic Literature Review	International Conference on Advance Informatics: Concept, Theory and Applications (ICAICTA),
2019	Serious Games for Children: A Systematic Literature Review	International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)
2019	Problem Based Learning using Gamification: A Systematic Literature Review	International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)
2019	A Systematic Literature Review on Virtual Reality for Learning	International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)
2019	Personalized Blended Mobile Learning Framework for the Koran Memorization Process	International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)
2019	Topic discovery of online course reviews using LDA with leveraging reviews helpfulness	International Journal of Electrical and Computer Engineering
2018	Selection of Learning Materials based on Students' Behaviors in 3DMUVLE	International Journal Telecommunication Computing Electronics and Control, Vol 16, Issue 5, pp. 2127-2136
2018	Implementation of 3D virtual learning environment to improve students' cognitive achievement	Journal of Physics: Conference Series 1013(1),012103
2018	Perancangan Aplikasi Multimedia dengan Menggunakan Hidden Markov Model untuk Menentukan Gaya Belajar	Jurnal Sosioteknologi, Vol. 17, Issue 2, pp. 305-315

Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal
2018	Group Formation in Smart Learning Environment: A Literature Review	International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), pp. 381-385
2018	Web Server Farm Design Using Personal Computer (PC) Desktop	Proceedings of 2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering: Smart Technology for Better Society, ICITEE 2018, 8534920, pp. 106-111
2018	A Persuasive Mobile Learning System for Informal Learning of Vegetable Farmers	Proceedings - 2018 4th International Conference on Science and Technology, ICST 2018, 8528288, pp. 1-6
2018	Gamified mobile micro-learning framework: A case study of civil service management learning	Proc. International Conference on Information and Communications Technology, ICOIAC-2018, pp. 146-151
2017	Pengembangan Sistem Layanan Pembelajaran Kecakapan Abad XXI	Jurnal Sosioteknologi
2017	A 3D multiuser virtual learning environment and learning management system	Proceedings of the 2017 6th International Conference on Electrical Engineering and Informatics: Sustainable Society Through Digital Innovation, ICEEI 2017, November, pp. 1-6, 2017.
2017	A learning analytics tool for monitoring and improving students' learning process	Proceedings of the 2017 6th International Conference on Electrical Engineering and Informatics: Sustainable Society Through Digital Innovation, ICEEI 2017, November, pp. 1-5
2017	Mobile learning with gamification for Alquran memorization	International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), pp.378 - 383
2017	Naive Bayes as opinion classifier to evaluate students satisfaction based on student sentiment in Twitter Social Media	Journal of Physics: Conference Series 893(1),012051
2017	Improving course review helpfulness prediction through sentiment analysis	International Conference on ICT For Smart Society (ICISS), pp. 1-5
2017	Functionality design of enterprise service bus (ESB) as middleware on the smart educational service computing system platform	International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), pp. 355 - 360
2017	Knowledge based recommender system and web 2.0 to enhance learning model in junior high school",	International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), pp. 168 - 171
2017	The microphone array sensor attack on keyboard acoustic emanations: Side-channel attack",	International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), pp. 261 - 266

Publikasi Kekayaan Intelektual pada 5 tahun terakhir:

Tahun	Judul Kekayaan Intelektual	Jenis Kekayaan Intelektual
2022	Laboratorium Virtual Tiga Dimensi Pembelajaran Fotosintesis	Hak Cipta
2022	Aplikasi Virtual Reality Anatomi Telinga	Hak Cipta
2022	Sistem Umpan Balik Citra Aktuator Lengan Robot Untuk Memudahkan Dokter Melakukan Pembedahan Minimum Yang Terintegrasi Sensor Kamera (Submitted)	Paten
2022	Cognisia Mobile	Hak Cipta
2021	Buku Panduan Pembelajaran LMS SPADA DIKTI	Hak Cipta
2021	Ayo Baca	Hak Cipta
2021	Metode Pembelajaran Anatomi Berbasis Realitas Virtual (Submitted)	Paten
2020	Metode Pembentukan Kelompok Pembelajaran Collaborative Problem Solving (CPS) pada Smart Learning Environment (SLE) (Submitted)	Paten
2020	Metode Untuk Pengembangan Lingkungan Pembelajaran Cerdas (Submitted)	Paten
2020	Alat Untuk Mengontrol Robot Aktuator Visual dalam Melakukan Pembedahan Minimum (Minimally Invasive Surgery) sehingga Ruang Jangkauan Operasi Lebih Jauh dan Fleksibel (Submitted)	Paten
2020	Network Security Best Practices, ASEAN Perspective	Buku

Tahun	Judul Kekayaan Intelektual	Jenis Kekayaan Intelektual
2020	Edunex	Hak Cipta
2019	Metode Membaca Menggunakan Total Page Gamifikasi Tiga Dimensi dan Realitas Virtual (Submitted)	Paten
2019	Metode untuk Pengajaran Menghitung Menggunakan Gamifikasi Tiga Dimensi dan Realitas Virtual (Submitted)	Paten
2019	Sistem PPDB Daring Berbasis Blockchain	Hak Cipta
2019	Mariel Assistant	Hak Cipta
2018	Metode untuk Pembelajaran dan Pelatihan menggunakan Lingkungan Virtual 3D (Submitted)	Paten
2018	Metode untuk Uji Kompetensi dan Lomba Kompetensi menggunakan Lingkungan Virtual 3D (Submitted)	Paten
2018	Jabar Smart School Edu Hub 4.0	Hak Cipta
2018	STEI EDU 4.0	Hak Cipta
2017	Method, System and Device for Enhancing Business Information Security	Paten US

VI. PENGHARGAAN

- SPADA Award 2021 Perguruang Tinggi Terbaik - Pelaksana Pembelajaran Daring (selaku Direktur Pengembangan Pendidikan ITB)
- SPADA Award 2021 Perguruang Tinggi Terbaik - Dukungan Institusi Terhadap Pembelajaran Daring (selaku Direktur Pengembangan Pendidikan ITB)
- Satyalancana Karya Satya XX Tahun, 16 April 2019
- ITB Innovative Faculty Member, 2015
- INAICTA 2012 Award (Team)
- INDIGO VENTURE 2012 Award
- INDIGO 2011 Awards (3rd Winner)
- APICTA 2011 & INAICTA 2011 Award (Team)
- Qualcomm Incorporated USA, BREW Wireless Reach 2007 Winner
- Nokia UK CCSR UniS's Research Excellence Awards on Mobile Communications 2002

VII. KONTRIBUSI

- Gedung KOICA - ITB Cyber Security Center Kampus Jatinangor
 - Ketua Perintisan dan Pengembangan
- LMS Edunex dan LMS SPADA DIKTI
 - Inventor Utama
- Cognisia Mobile App for High Integrity Online Exam System
 - Inventor Utama



📍 Gedung STP ITB, Lantai 1,
Jl. Ganesa No. 15F Bandung 40132
☎ +62 22 20469057
🌐 www.itbpress.id
✉ office@itbpress.id
Anggota Ikapi No. 043/JBA/92
APPTI No. 005.062.1.10.2018

Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung

Jalan Dipati Ukur No. 4, Bandung 40132
E-mail: sekretariat-fgb@itb.ac.id
Telp. (022) 2512532

🌐 fgb.itb.ac.id [FgbItb](#) [FGB_ITB](#)
📱 [@fgbitb_1920](#) 📺 Forum Guru Besar ITB

ISBN 978-623-297-276-6

