

MODEL PACTA PADA TEKNOLOGI TRANSMISI DAYA LISTRIK

DISERTASI



**Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan
Gelar Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan**

**Oleh:
AGUS JUNAIDI
NIM. 15193001**

**PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2019

ABSTRACT

Agus Junaidi, 2019, Development of the PACTA Model in Electric Power Transmission Technology

This study aims to improve learning outcomes through critical and analytical thinking skills in the Electric Power Transmission (EPT) course. Learning material on TDL courses has abstract characteristics related to mathematical models, requiring analytical problem solving. Students who have not applied critical thinking skills will have difficulty understanding the field of study from the EPT course.

The method used in applying critical thinking skills to TDL learning is related to the cognitive domain of Bloom's Taxonomy. Students who apply Lower Order Thinking Skill (LOTS) thinking skills in TDL courses, will experience obstacles in solving TDL learning problems because TDL requires a HOTS approach. Learning models that meet the characteristics of problem solving with analytical skills among other models namely Inquiry based Learning (IbL), became the basis for developing the PACTA model. The eight stages of IbL syntax are used as a reference for the development of the PACTA model. The procedure for developing a PACTA model is carried out using 6 stages of development ranging from need assessment to large-scale trials and final products. The PACTA model produces 5 syntaxes, namely: Phenomenon, Assumption, Construct Modeling of System, Tracking and Assessment. The syntax construct of the PACTA model was tested through expert judgment and analyzed using the Lisrel software Confirmatory Factor Analysis (CFA) approach.

The syntactic test results, meet the criteria of goodness-of-fit-models with RMSEA value <0.05 , index $p\text{-value} > 0.02$ and coefficient of $\chi^2 / df \leq 2$ so that the PACTA model is declared valid. The PACTA model was also tested for effectiveness and practicality. The effectiveness test in the experimental class treated by the PACTA model showed higher student learning outcomes than the control class. Practicality testing of products from the results of the development of the PACTA, model is declared practical by users (lecturers and students).

Keyword: IbL, PACTA, TDL, HOTS

ABSTRAK

Agus Junaidi, 2019. Model PACTA Pada Teknologi Transmisi Daya Listrik. Disertasi Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini bertujuan meningkatkan hasil belajar melalui keterampilan berpikir kritis dan analitis pada mata kuliah Transmisi Daya Listrik (TDL). Materi pembelajaran pada mata kuliah TDL memiliki karakteristik abstrak yang berhubungan dengan model matematis, memerlukan pemecahan masalah secara analisis. Bagi mahasiswa yang belum menerapkan kemampuan berpikir kritis akan mengalami kesulitan memahami bidang kajian dari mata kuliah TDL.

Metode yang digunakan dalam menerapkan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran TDL terkait ranah *cognitif* Taksonomi Bloom. Mahasiswa yang menerapkan keterampilan berpikir *Lower Other Thinking Skill* (LOTS) pada matakuliah TDL, akan mengalami hambatan dalam menyelesaikan masalah pembelajaran TDL karena TDL membutuhkan pendekatan HOTS. Keterampilan berpikir *Higher Other Thinking Skill* (HOTS) menjadi peluang untuk penguatan kompetensi mahasiswa dalam belajar bidang TDL. Model pembelajaran yang memenuhi karakteristik pemecahan masalah dengan ketrampilan analitis diantara model lain yaitu *Inquiry based Learning* (IbL), IbL menjadi dasar dikembangkan model PACTA. Delapan tahapan sintak IbL dijadikan sebagai acuan pengembangan model PACTA. Prosedur pengembangan model PACTA berdasarkan pada karakteristik IbL dilakukan menggunakan 6 tahapan pengembangan dari mulai *need assesment* sampai pada uji coba skala besar dan produk akhir. Model PACTA menghasilkan 5 sintak yaitu: *Phenomenon, Assumption, Construct Modelling of System, Tracking and Anaylsis and Assesment*. Konstruk sintak model PACTA di uji melalui penilaian para ahli dan dianalisis dengan pendekatan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) berbasis perangkat lunak *Lisrel*.

Hasil uji konstruk sintak, memenuhi kirteria *goodness-of-fit-models* dengan nilai RMSEA < 0,05, indek p-value > 0,02 dan koefesien nilai $\chi^2/df \leq 2$ sehingga model PACTA dinyatakan valid. Model PACTA juga diuji efektifitas dan praktikalitas. Uji efektifitas pada kelas eksperimen yang diberi perlakuan model PACTA menunjukkan hasil belajar mahasiswa lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Uji praktikalitas terhadap produk-produk dari hasil pengembangan model PACTA dinyatakan praktis oleh pengguna (dosen dan mahasiswa).

Kata Kunci: IbL, PACTA, TDL, HOTS


PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI

Mahasiswa
NIM
Program Studi

: Agus Junaidi
: 15193001
: Doktor (S3) PTK

MENYETUJUI

Promotor I,



Prof. Dr. Jalius Jama, M.Ed.
NIP. 19420205 196706 1 001

Promotor II,



Prof. Dr. Abdul Hamid K, M.Pd.
NIP. 19580222 198103 1 001


PENGESAHAN

Dekan,



Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T.
NIP. 19591204 198503 1 004

Ketua Pascasarjana FT,



Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed.
NIP. 19520822 197710 1 001

**PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN DISERTASI**

DISERTASI

Mahasiswa : Agus Junaldi
NIM : 15193001

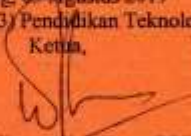
Dipertahankan di depan Dewan Penguji Disertasi
Program Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Hari: Jum'at, Tanggal : 09 Agustus 2019

No.	Nama	Tanda Tangan
-----	------	--------------

- 1 **Prof. Ganefri, Ph.D.**
(Ketua)
- 2 **Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T.**
(Sekretaris)
- 3 **Prof. Dr. Julius Jama, M.Ed.**
(Promotor)
- 4 **Prof. Dr. Abdul Hamid K, M.Pd.**
(Co Promotor)
- 5 **Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed.**
(Penguji)
- 6 **Dr. Sukardi, M.T.**
(Penguji)
- 7 **Dr. Hendri, M.T.**
(Penguji)
- 8 **Prof. Dr. Abdul Muin Sibuea, M.Pd.**
(Penguji Luar Institusi)



Padang, 09 Agustus 2019
Program Studi Doktor (S3) Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Ketua,


Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed.
NIP. 195208221977101001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, disertasi dengan judul **"Model PACTA Pada Teknologi Transmisi Daya Listrik"** adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang, maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan tim promotor.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 09 Agustus 2019
Saya yang menyatakan,



Agus Junaidi
NIM. 15193001

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang tak terhingga, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penulisan disertasi ini.

Disertasi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi penelitian pada Program Doktor Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Penulisan disertasi ini banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Ganefri, Ph.D. selaku Rektor Universitas Negeri Padang.
2. Prof. Ganefri, Ph.D., Prof. Dr. Jalius Jama, M.Ed dan Prof. Dr. Abd. Hamid K, M.Pd, selaku Promotor I, II dan Promotor III, yang telah membantu peneliti dalam memberikan arahan dan bimbingan sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.
3. Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed, Dr. Sukardi, M.T, dan Dr. Hendri, M.T, selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan dan mengarahkan peneliti dalam menyelesaikan disertasi ini.
4. Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed, selaku Ketua Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Prof. Dr. Abdul Muin Sibuea, M.Pd, selaku penguji luar institusi yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyempurnaan disertasi ini.
7. Nara sumber FGD: (a) Prof. Dr. Yasnur Asri, Prof. (b) Prof. Dr. Kasman Rukun, M.Pd (c) Dr. Hansi Effendi, M.Kom, (d) Dr Indrati K, MPd, (e) Dr, Ir Ricky Mukhaiyar, ST., MT yang memberi masukan perihal 4 produk Disertasi
8. Validator ahli: (a) Prof. Dr. Hamonangan Tambunan M.Pd, (b) Dr. Baharuddin M.Pd, (c).Sriadhi, ST., M.Pd., M.Kom., PhD, (d) Dr. Salman Bintang, M.Pd (e) Dr. Adi Sutopo, M.Pd., MT (f) Dr. Dadang Mulyana, M.Pd (g) Dr. Rosnelli M.Pd (h). Dr. Eko Mulyanto, ST., MT (i) Muhammad Irwanto, ST., MT.,P.hD.

9. Prof. Dr. Harun Sitompul, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik UNIMED.
10. Prof. Dr. Baharuddin, M.Pd: Ketua Jurusan PTE UNIMED.
11. Bapak/Ibu Dosen S-3 PTK-FT UNP yang memberi dorongan motivasi edukasi dalam proses pendidikan di Semester 1 sampai semester 3.
12. Tenaga Adm. S3 PTK FT UNP: Ara, “Amak”, dan Tari dan Indah UPT Bahasa.
13. Sahabat Seperjuangan group WA “Calon Doktor Medan 2015”: Rahmaniar, Dicky Riansyah, Hasbullah Panggabean, Selamat Riadi, Yusa Ananda, Haryadi, Iskandar, Netty Juliana.
14. Keluarga tercinta, istri Rahmaniar yang berjuang bersama dalam studi S3 PTK UNP, dan anak-anak kami tercinta Muhammad Habib, Ahmad Ihsan Sadad, Mutia Syakira yang ikhlas ikut berjuang saat kami pergi, “maaf kami anak-anakku”.
15. Serta seluruh pihak-pihak yang terlibat mendukung dan memotivasi penulis.

Peneliti menyadari bahwa penulisan disertasi yang ini masih banyak kekurangan, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak akan membantu mengembangkan disertasi ini. Semoga penelitian yang disusun ini bermanfaat dan berguna untuk kepentingan dan kemajuan pendidikan dimasa yang akan datang.

Padang, 09 Agustus 2019

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI	iii
PERSETUJUAN KOMISI UJIAN DISERTASI	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	18
C. Rumusan Masalah.....	19
D. Tujuan Penelitian.....	19
E. Manfaat Penelitian.....	20
F. Spesifikasi Produk yang dihasilkan.....	20
G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan.....	21
H. Defenisi Istilah.....	21
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Rasionalitas	23
B. Landasan Filosofis	26
1. Pandangan Terhadap Pendidikan dan Filosofi Ilmu.....	26
2. Aspek Ontologi.....	30
3. Aspek Epistemologi	31
4. Aspek Aksiologi	31
C. Kerangka Teoritis.....	32
1. Teori Belajar Kognitif	32
2. Teori Belajar Konstruktivisme	33

D. Model Pembelajaran dengan Keterampilan Berpikir Kritis	36
1. Model Pembelajaran	36
2. Model <i>Inquary Based Learning (IbL)</i>	40
3. Keterampilan Berpikir Kritis HOTS	44
4. Domain HOTS	45
5. Peran Pendidik dan Peserta Didik Pada Pembelajaran Abad 21	48
6. <i>Contextual Teaching and Learning (CTL)</i>	50
7. Mata Kuliah Transmisi Daya Listrik	52
8. Model PACTA Pada TDL	53
9. Hasil Belajar	54
E. Penelitian yang Relevan	56
F. Kerangka Konseptual	62
G. Pertanyaan Penelitian	63

BAB III METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan	64
B. Prosedur Pengembangan	64
1. Tahap Prosedur Pengembangan	64
2. Model Desain Intruksional	65
C. Ujicoba Produk	70
D. Subjek Ujicoba	71
E. Jenis-jenis Data	72
F. Instrument Pengumpulan dan Teknik Analisis Data	73
1. Jenis Instrumen Pengumpulan Data	73
2. Instrumen Untuk Analisis Kebutuhan	74
3. Instrumen Untuk Uji Validitas	75
4. Instrument Untuk Penilaian/Uji Praktikalitas	75
5. Instrument Untuk Penilaian Uji Efektifitas	77
6. Uji Normalitas	79
7. Uji Homogenitas	80
8. Uji-t (Uji Beda)	81

BAB IV HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

A. Profil Program Studi	85
1. Penyelenggaraan Program Studi	85
2. Analisis Kurikulum Prodi	85
B. Analisis Kebutuhan	88
C. Hasil Pengembangan Model	89
1. Hasil Kajian Pendukung Pengembangan	89
2. Rasional Pengembangan	92
3. Perbandingan Sintak IbL dengan Sintak PACTA	95
4. Sintak Model PACTA	99
D. Hasil <i>Focus Group Discussion</i> (FGD)	107
E. Hasil Validasi Model PACTA	108
1. Validasi Instrumen terhadap Instrumen	108
2. Validasi Konstruk Sintak Model	116
3. Validasi Konten (Isi) dari Produk Pengembangan Model	123
F. Hasil Analisis Uji Praktikalitas	129
1. Uji Praktikalitas Buku Model PACTA	130
2. Uji Praktikalitas Buku Modul	135
3. Uji Praktikalitas Buku Panduan Dosen	136
4. Uji Praktikalitas Buku Model oleh Mahasiswa	138
G. Uji Efektifitas Kelas Terbatas	144
1. Hasil Analisis <i>Pre-Test</i> Ujicoba Kelas Terbatas	144
2. Hasil Analisis <i>Post-Test</i> Ujicoba Kelas Terbatas	147
3. Perbandingan Hasil Belajar antara Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Ujicoba Terbatas	150
H. Uji Efektifitas Diperluas	151
1. Hasil Uji Efektifitas Kelas Kontrol	151
2. Hasil Uji Efektifitas Kelas Eksperimen	157
3. Karakteristik Perbandingan Hasil Uji Efektifitas Pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	163

I. Hasil Uji Persyaratan Analisis	166
1. Uji Normalitas	167
2. Uji Homogenitas	168
3. Uji-t (Uji Beda)	170
J. Analisis Hasil Belajar Aspek Psikomotor	171
1. Hasil Perbandingan Hasil Belajar Aspek Psikomotor Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	171
2. Hasil Penilaian Pada Aspek Afektif Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	173
K. Pembahasan	175
L. Revisi Produk.....	188
M. Kebaharuan Penelitian	189
N. Keterbatasan Penelitian.....	190
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	
A. Kesimpulan	193
B. Implikasi.....	193
1. Implikasi Bagi Dosen	194
2. Implikasi Bagi Mahasiswa	194
3. Implikasi Akademis.....	195
4. Implikasi Bagi Prodi.....	196
5. Implikasi Bagi Lembaga Pendidikan Tinggi.....	197
C. Saran.....	198
DAFTAR RUJUKAN.....	199
LAMPIRAN.....	210

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Kriteria Pedagogis IbL.....	11
3.1. Prosedur Pengembangan Model PACTA	73
3.2. Skala <i>Likert</i> Angka Penilaian	75
3.3. Jenis Instrumen yang digunakan Pada Penelitian.....	75
3.4. Klasifikasi Tingkat Praktikalitas Model dan Produk Penelitian.....	78
3.5. Formulasi Persamaan yang dipakai Pada Pemodelan dan Simulasi Uji Efektifitas	80
4.1. Kompetensi Utama dan Kompetensi Pendukung Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UNPAB	86
4.2. Profil Lulusan Program Studi Teknik Elektro UNPAB	87
4.3. Landasan Studi Literature Pengembangan Model PACTA.....	91
4.4. Kerangka Berpikir Pengembangan PACTA.....	92
4.5. Perbandingan Sintak IbL dan Sintak Model PACTA.....	96
4.6. Penjelasan Tahapan Model PACTA.....	100
4.7. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Isi Buku Model	109
4.8. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Isi Buku Modul	110
4.9. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Isi Panduan Dosen	111
4.10. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Isi Panduan Mahasiswa	111
4.11. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Praktikalitas Buku Model	112
4.12. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Praktikalitas Buku Modul.....	113
4.13. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Praktikalitas Buku Panduan Dosen.....	113
4.14. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Praktikalitas Buku Panduan Mahasiswa.....	114

4.15. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Analisis Kebutuhan.....	115
4.16. Hasil Analisis Validasi Instrumen Terhadap Instrumen Penilaian Psikomotor.....	115
4.17. Kriteria Skala <i>Likert</i>	130
4.18. Data Tabulasi Penilaian Pendidik Terhadap Aspek 1 dari Instrumen Uji Praktikalitas Buku Model	131
4.19. Data Tabulasi Penilaian Pendidik Terhadap Aspek 2 dari Instrumen Uji Praktikalitas Buku Model	132
4.20. Data Tabulasi Penilaian Pendidik Terhadap Aspek 3 dari Instrumen Uji Praktikalitas Buku Model	133
4.21. Data Tabulasi Penilaian Pendidik Terhadap Aspek 4 dari Instrumen Uji Praktikalitas Buku Model	134
4.22. Distribusi Frekwensi Uji Terbatas <i>Score Pre-Test</i>	146
4.23. Distribusi Frekwensi Uji Terbatas <i>Score Post-Test</i>	149
4.24. Perbandingan Hasil Ujicoba Terbatas	150
4.25. Distribusi Frekwensi Nilai <i>Pre-Test</i> Kelas Kontrol Uji diperluas.....	153
4.26. Distribusi Frekwensi Nilai <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol Uji diperluas	156
4.27. Distribusi Frekwensi <i>Pre-Test</i> Kelas Eksperimen	159
4.28. Distribusi Frekwensi <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen	162
4.29. Uji Normalitas Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	167
4.30. <i>Test of Normality</i> Nilai <i>Post-Test</i>	168
4.31. Uji Homogenitas dari Nilai <i>Pre-Test</i> Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	169
4.32. Uji Homogenitas dari Nilai <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	169
4.33. Hasil Uji-t	170
4.34. Nilai Modus dari 29 Indikator Penilaian Aspek Sikap Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	174
4.35. Rangkuman Hasil Uji Validitas Instrumen Terhadap Instrumen	180
4.36. Rangkuman Hasil Analisis CFA untuk Uji Validitas Konstruk Sintak	181
4.37. Rangkuman Uji Validasi Isi Produk Pengembangan	183
4.38. Penilaian Praktikalitas Produk Pengembangan	184

4.39. Hasil Uji Efektifitas Ujicoba diperluas.....	185
4.40. Kriteria Pedagogis IbL dan Model PACTA	187

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. TPT Tahun 2018 Menurut Tingkat Pendidikan.....	4
1.2. <i>High-Skilled Employment Share</i>	5
1.3. Kebutuhan Pengembangan Saluran Transmisi di Indonesia	14
2.1. <i>Philosophy of Science Education</i> (PSE)	28
2.2. Ciri-ciri Model Pembelajaran	39
2.3. Klasifikasi Fungsi Model IbL dalam Pembelajaran	42
2.4. Revisi Bloom`s Taxonomy Elemen Tertinggi Menjadi “ <i>Creating</i> ”	46
2.5. Level Keterampilan Berpikir HOTS dan LOTS	48
2.6. Model PACTA Pada TDL	54
2.7. Kerangka Konseptual Pengembangan Model PACTA	62
3.1. Prosedur Pengembangan Model PACTA	65
3.2. Desain Instruksional ADDIE.....	70
3.3. Mekanisme Ujicoba Produk	72
3.4. Sumber Data yang digunakan dalam Penelitian	74
3.5. Blok Diagram Model dan Analisis untuk Uji Praktikalitas	79
4.1. Grafik Hasil Analisis <i>avg.</i> 34 Butir Pada Instrumen Analisis Kebutuhan.....	89
4.2. Model IbL dengan 3 Strategi Belajar	90
4.3. Kriteria HOTS Pada Model PACTA	98
4.4. Tahapan Sintak Model PACTA.....	99
4.5. Sistem Sosial dari Sintak Model PACTA Fase 1 dan 2	102
4.6. Prinsip Reaksi	103
4.7. <i>Support System</i> (Sistem Pendukung)	104
4.8. Dampak Instruksional dan Dampak Pendukung	106
4.9. CFA dari Sintak 1 Model PACTA	119
4.10. CFA dari Sintak 2 Model PACTA	120
4.11. CFA dari Sintak 3 Model PACTA	121
4.12. CFA dari Sintak 4 Model PACTA	122

4.13. CFA dari Sintak 5 Model PACTA	122
4.14. Karakteristik Hasil Analisis Uji Validasi Isi Buku Model	124
4.15. Karakteristik Hasil Analisis Uji Validasi Isi Buku Modul	126
4.16. Karakteristik Hasil Analisis Uji Validasi Isi Buku Panduan Dosen	127
4.17. Karakteristik Hasil Analisis Uji Validasi Isi Buku Panduan Mahasiswa	128
4.18. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-1	131
4.19. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-2	132
4.20. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-3	133
4.21. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-4	134
4.22. Proses Analisis Uji Praktikalitas Buku Modul oleh Dosen	135
4.23. <i>Create sub-system</i> dari proses Analisis Uji Praktikalitas Buku Modul	136
4.24. Analisis Uji Praktikalitas Buku Panduan Dosen	137
4.25. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-1	138
4.26. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-2	139
4.27. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-3	140
4.28. Proses Analisis Praktikalitas Buku Model Pada Aspek-4	141
4.29. Analisis Uji Praktikalitas Buku Panduan Mahasiswa.....	142
4.30. Uji Praktikalitas Buku Modul oleh Mahasiswa.....	143
4.31. Model dan Analysis Hasil <i>Pre-Test</i> untuk Ujicoba Kelas Terbatas	144
4.32. Model dan Analysis <i>Pre-Test</i> Pendekatan <i>Sturges</i>	145
4.33. Distribusi Frekwensi <i>Pre-Test</i> Ujicoba Kelas Kecil.....	146
4.34. Model dan Analysis Hasil <i>Post-Test</i> untuk Ujicoba Kelas Terbatas Menggunakan <i>Simulink Matlab</i>	147
4.35. Model dan Analisis Pendekatan <i>Sturges</i>	148
4.36. Distribusi Frekwensi <i>Post-Test</i> Ujicoba Kelas Terbatas	149
4.37. Karakteristik Perbedaan Score Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Ujicoba Kelas Terbatas.....	150
4.38. Model dan Analisis Hasil <i>Pre-Test</i> Kelas Kontrol Uji diperluas	152
4.39. Model dan Analisis Pendekatan <i>Sturges</i>	153
4.40. Distribusi Frekwensi <i>Pre-Test</i> Kelas Kontrol Ujicoba diperluas	154

4.41. Model dan Analysis Hasil <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol Uji diperluas	155
4.42. Pemodelan dan Analisis Penentuan Banyak Kelas dan Panjang Kelas Interval dengan Pendekatan <i>Struges</i>	156
4.43. Distribusi Frekwensi <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol Ujicoba diperluas	157
4.44. Model dan Analysis Hasil <i>Pre-Test</i> Pada Uji diperluas Kelas Eksperimen	158
4.45. Pemodelan dan Analisis Penentuan Banyak Kelas dan Panjang Kelas Interval dengan Pendekatan <i>Struges</i>	159
4.46. Distribusi Frekwensi <i>Pre-Test</i> Kelas Eksperimen Ujicoba diperluas.....	160
4.47. Model dan Analisis Hasil <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen Uji diperluas ...	161
4.48. Pemodelan dan Analisis Penentuan Banyak Kelas dan Panjang Kelas Interval dengan Pendekatan <i>Struges</i>	162
4.49. Distribusi Frekwensi dari Hasil <i>Pre-Test</i> Kelas Eksperimen	163
4.50. Karakteristik Uji Efektifitas Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	164
4.51. Perbedaan Nilai Rata-rata Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	165
4.52. Model Analisis N-Gain.....	166
4.53. Analisis Nilai Pada Aspek Psikomotor Kelas Kontrol	171
4.54. Analisis Nilai Pada Aspek Psikomotor Kelas Eksperimen	172
4.55. Grafik Perbedaan Nilai Eksperimen dan Kelas Kontrol Pada Aspek Psikomotor	173

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Tugas Seminar Proposal	210
2. Surat Izin Ujicoba dan Penelitian (Observasi Awal)	211
3. Surat Balasan Persetujuan Penelitian dari ITS.....	212
4. Surat Permintaan Sebagai Narasumber FGD.....	213
5. Surat Pengajuan Ujicoba dan Penelitian	214
6. Surat Persetujuan Izin Ujicoba dan Penelitian.....	215
7. Surat Keterangan Telah Menyelesaikan Penelitian	216
8. Instrumen Penilaian Sikap (Afektif)	217
9. Deskripsi Penilaian Aspek Psikomotor.....	219
10. Surat Keputusan Pengesahan Kurikulum KKNi TE-UNPAB.....	220
11. Peta Kedudukan Mata Kuliah	222
12. Contoh Instrumen terhadap Instrumen Analisis Kebutuhan	223
13. Hasil Tabulasi Perhitungan Validasi terhadap Instrumen.....	224
14. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Model	225
15. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Modul.....	226
16. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Panduan Dosen	227
17. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Mahasiswa	228
18. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Kepraktisan Model	229
19. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Kepraktisan Modul	230
20. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Kepraktisan Panduan Dosen.....	231
21. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Isi Buku Kepraktisan Panduan Mahasiswa.....	232
22. Instrumen Analisis Kebutuhan.....	233
23. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Psikomotor.....	235
24. Validasi Instrumen terhadap Instrumen Afektif.....	236
25. Instrumen Validasi Konstruk Sintak	237
26. Nama-nama Pakar/Ahli Sebagai Validator	239

27. Contoh Isian Instrumen oleh Ahli untuk Validasi Isi Buku Model	240
28. Tabulasi dan Hasil Analisis Validasi Isi Buku Model	243
29. Instrumen Penilaian Validasi Isi Buku Modul	244
30. Tabulasi dan Hasil Analisis Validasi Isi Buku Modul	247
31. Contoh Penilaian Validasi Isi Buku Panduan Dosen dari Pakar	248
32. Tabulasi dan Hasil Analisis Validasi Isi Buku Panduan Dosen	251
33. Contoh Penilaian Validasi Isi Buku Panduan Mahasiswa dari Pakar	252
34. Tabulasi dan Hasil Analisis Validasi Isi Buku Panduan Mahasiswa	255
35. Instrumen Praktikalitas Buku Model dinilai oleh Dosen	256
36. Instrumen Praktikalitas Buku Modul dinilai oleh Dosen	257
37. Instrumen Praktikalitas Buku Panduan Dosen	258
38. Instrumen Praktikalitas Buku Model oleh Mahasiswa	259
39. Instrumen Praktikalitas Buku Model oleh Panduan Mahasiswa	260
40. Instrumen Praktikalitas Buku Modul oleh Mahasiswa	261
41. Instrumen Penilaian Apektif (Sikap)	262
42. Rubrik Penilaian Aspek Psikomotorik	264
43. Tabulasi Penilaian Sikap Kelas Kontrol	265
44. Tabulasi Penilaian Sikap Kelas Eksperimen	266
45. Dokumentasi Kegiatan Ujicoba Penelitian	267
46. Dokumentasi Kegiatan di Kelompk Masyarakat Ketenagalistrikan Indonesia (MKI)	268
47. Dokumentasi Kegiatan di FTE-ITS	270

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran pada abad ke 21 merupakan era bagi perguruan tinggi di Indonesia dalam mempersiapkan Sumber Daya Manusia (SDM) berbasis kompetensi dan keterampilan, ditetapkan melalui kebijakan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). KKNI secara komprehensif mempertimbangkan capaian pembelajaran (CP) yang berhubungan langsung dengan kepentingan *stakeholders*. Kompetensi SDM dengan kemampuan *suitable, sufficient and fit* dilakukan melalui proses penyelenggaraan pendidikan tinggi untuk menghasilkan lulusan yang memenuhi aspek kecakapan, kecukupan dan kesesuaian keterampilan yang diajarkan di Perguruan Tinggi dengan kebutuhan pasar kerja secara utuh. Kebijakan ini bagian dari menjawab tuntutan SDM dengan kompetensi dan keahlian baik *soft-skill* maupun *hard-skill* agar mampu menghadapi perubahan di era disrupsi teknologi yang harus di hadapi lulusan Perguruan Tinggi di Indonesia.

Perguruan Tinggi di Indonesia terus melakukan inovasi dalam menghasilkan lulusan agar keterampilan SDM Indonesia dapat disandingkan dengan keterampilan SDM Negara lain, serta dapat memastikan bahwa kompetensi yang dimiliki dapat merubah sikap dan perilaku hidup kearah yang lebih baik. Lulusan Perguruan tinggi dengan keterampilan dibutuhkan dunia kerja saat ini dan dimasa akan datang dan memberi manfaat bagi kemaslahatan umat. Menyikapi tuntutan dan perubahan dimensi kerja, berdasarkan laporan yang disampaikan oleh *World Economic Forum* (WEF, 2018) mengenai proporsi pekerjaan dimasa depan. Keterampilan inti yang dibutuhkan pasar kerja pada tahun 2022 diprediksi mengalami perubahan sekitar 42 persen. Artinya bahwa adanya pergeseran perubahan keterampilan yang semakin dibutuhkan pasar kerja, yakni keterampilan kemampuan pola pikir yang analitis, aktif berpikir dan memanfaatkan keterampilan berteknologi, karena manfaat dan kebutuhan terhadap teknologi secara kontinu terus mengalami peningkatan.

Keterampilan menggunakan teknologi menjadi jenis keterampilan yang diprediksi dibutuhkan dunia usaha dan industri menjelang tahun 2022. Kebutuhan keterampilan lain seperti kreatifitas, orisinalitas, inisiatif, daya pikir kritis meningkatkan nilai kompetensi seseorang. Keterampilan sikap dan mental berupa kecerdasan emosional, kepemimpinan dan kemampuan untuk memberi pengaruh terhadap kehidupan dan lingkungan sosial. Ada 10 jenis keterampilan semakin dibutuhkan ditahun 2022, seperti yang dilansir oleh laporan WEF (2018), yaitu: (1) Inovasi dan kemampuan daya pikir analitis (2) Pembelajar aktif (3) Inisiatif, kreatifif dan Originalitas (4) Kompetensi dibidang teknologi dan pemograman komputer (5). Kemampuan berpikir kritis (6). Kemampuan dalam menyelesaikan masalah yang kompleks (7). Memiliki pengaruh dalam kehidupan sosial dan berjiwa kepemimpinan (8). Tingkat kecerdasan emosional tinggi (9). Memiliki ide dan logika yang baik dalam menyelesaikan masalah (10). Memiliki kemampuan evaluatif yang baik. Sepuluh jenis keterampilan yang dilansir WEF ini menjadi bagian penting yang perlu disikapi oleh lembaga Pendidikan Tinggi melalui rencana dan tahapan sistemik guna meningkatkan penguatan kompetensi dan daya saing global SDM di Indonesia.

Global Competitiveness Index (GCI) tahun 2017-2018 oleh WEF menggunakan 12 pilar dalam mengukur daya saing SDM di era revolusi industri 4.0 yaitu: (1) Lembaga, (2) Infrastruktur, (3) Adopsi Teknologi Informasi dan Komunikasi, (4) Stabilitas Ekonomi Makro, (5) Kesehatan, (6) Keahlian (7) Pasar Produk, (8) Pasar Tenaga Kerja (9) Sistem Keuangan (10) Ukuran Pasar (11) Dinamika Bisnis dan (12) Kemampuan Inovasi. WEF merilis peringkat daya saing Negara Indonesia, dari 140 negara masuk dalam daftar GCI Indonesia berada pada 45 dari 140 negara. Dari aspek *market size* (ukuran pasar), Indonesia masih dalam katogori baik berada pada peringkat 8 dari negara-negara di dunia, namun pada aspek *skills* Negara Indonesia dalam peringkat 62 dunia dipandang perlu untuk ditingkatkan lebih maksimal.

Lembaga Pendidikan Tinggi di Indonesia memiliki peran strategis dalam menghasilkan SDM yang kompeten dan kompetitif, sekaligus sebagai agen perubahan (*agents of change*) menuju kesejahteraan kehidupan bangsa yang

lebih baik. Kompetensi SDM yang dihasilkan oleh perguruan tinggi, menjadi perhatian penting dilingkungan komunitas pendidikan. Negara Indonesia saat ini dihadapkan pada regulasi pasar bebas Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) yang menuntut SDM yang dihasilkan Perguruan Tinggi memiliki kompetensi inovatif dan produktif. Kualitas SDM yang produktif memiliki relevansi terhadap kesejahteraan suatu bangsa. Esensi dari kesejahteraan bangsa dapat dilihat dari aspek pertumbuhan ekonomi yang baik serta kemampuan suatu bangsa berdaya saing dengan bangsa lain (Ganna, 2013).

Keterampilan SDM yang produktif menjadi perhatian penting bagi penyelenggara Pendidikan Tinggi di era disrupsi teknologi. Dibutuhkan berbagai upaya dan strategi untuk menghasilkan SDM yang kompeten dan kompetitif melalui proses pendidikan di lembaga Pendidikan Tinggi (Klaus, 2018). Selaras dengan maksud dan tujuan yang dicantumkan pada Pasal 5 ayat b UU. RI. No. 12 Tahun 2012 tentang pendidikan tinggi, menyatakan:

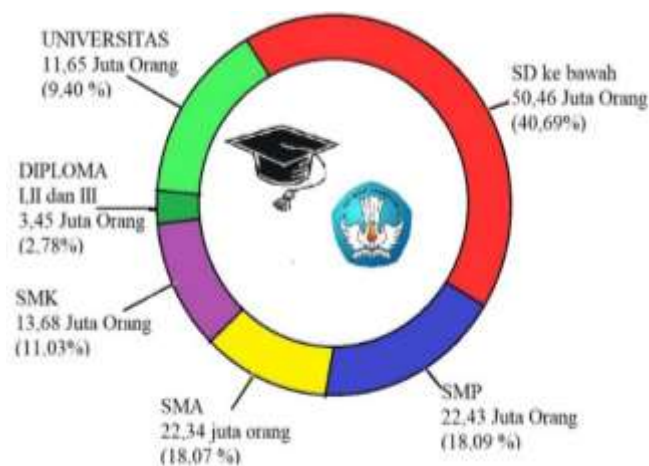
”Dihasilkannya lulusan yang menguasai cabang Ilmu Pengetahuan dan/atau Teknologi untuk memenuhi kepentingan nasional dan peningkatan daya saing bangsa”.

Menyikapi adanya tuntutan daya saing global SDM sebagaimana dimaksud dalam tujuan UU. No.12 Tahun 2012 serta perubahan kebutuhan dunia kerja di dunia kerja pada masa datang. Kemenristek DIKTI melalui Perguruan Tinggi di Indonesia melakukan Rapat Kerja Nasional (Rakernas) tahun 2019, memberi rekomendasi pada aspek SDM dan IPTEK, satu diantaranya adalah proses pembelajaran difokuskan pada akses, mutu dan efisiensi pembelajaran serta menetapkan kebijakan standar minimal kompetensi yang disingkat dengan 4C (*Communication, Collaborative, Critical Thinking, Dan Creativity*). Penguatan kompetensi 4C melalui berbagai program perluasan akses pendidikan, pembelajaran dan peningkatan kompetensi SDM (Kemenristek DIKTI, 2019).

Upaya pengembangan strategi pembelajaran dan penguatan kompetensi 4C ditingkat Perguruan Tinggi dilakukan untuk menghasilkan SDM yang produktif dan berkualitas bagi lapangan kerja. Namun saat ini, kompetensi 4C

yang dibutuhkan melalui proses penyelenggaraan pendidikan di Perguruan Tinggi dimaksud untuk memenuhi pasar kerja di era industri 4.0 masih belum optimal karena belum bisa memaksimalkan potensi SDM, teknologi, inovasi, dan informasi sehingga angkatan kerja di Indonesia masih di dominasi oleh SDM dengan klasifikasi Pendidikan Dasar dan Menengah (Gufron, 2019).

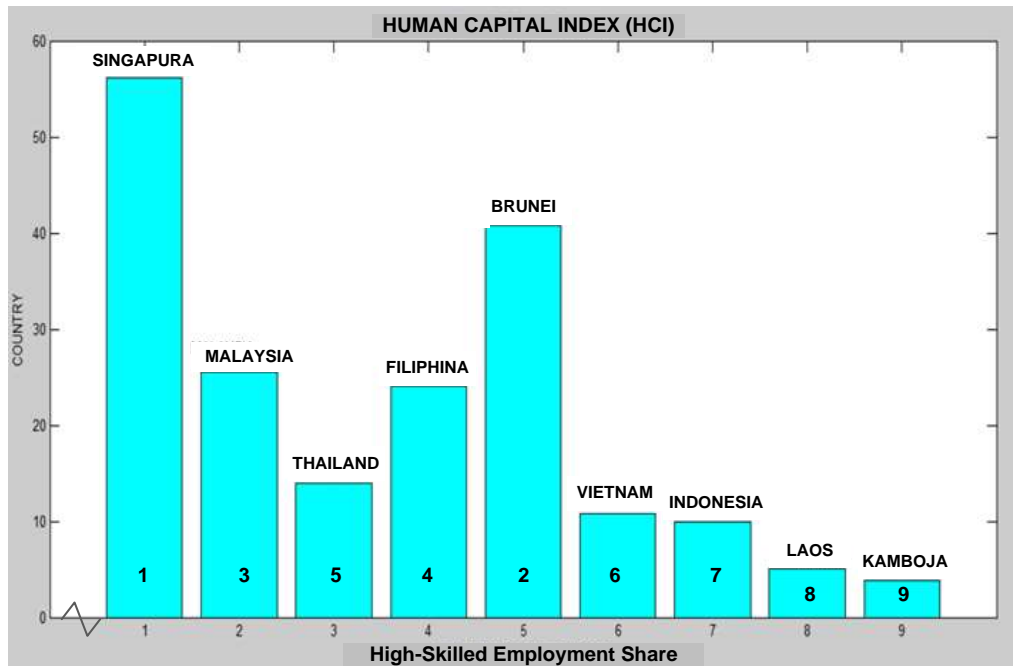
Secara umum, keahlian dan kompetensi SDM lulusan perguruan tinggi yang belum maksimal memiliki dampak terhadap jumlah angka pengangguran lulusan perguruan tinggi, hal ini sejalan dengan informasi yang diberikan pada laporan yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Tahun 2018 tentang Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) bagi lulusan pendidikan formal. Dari data TPT, jika lulusan yang dihasilkan perguruan yang belum kompeten dan produktif berdampak terhadap angka pengangguran tingkat Pendidikan Tinggi, jika ditinjau dari keadaan tenaga kerja di Indonesia. Pada Bulan Agustus Tahun 2018, TPT untuk tingkat Universitas pada sebesar 9,40 % atau sebesar 11,65 Juta Orang. TPT menurut tingkat pendidikan yang dirilis oleh BPS ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. TPT Tahun 2018 menurut Tingkat Pendidikan
Sumber: BPS (Agustus 2018)

Jumlah TPT Tahun 2018 berdasarkan data BPS untuk tingkat Pendidikan Tinggi sebesar 11,65 juta orang. Jumlah yang besar ini dapat disebabkan oleh kompetensi SDM yang belum optimal. Sebagaimana dirilis dalam *Global Human Capital Index (HCI) report* Tahun 2017, menunjukkan Indeks SDM

Indonesia sebesar 9,9 poin perlu dimaksimalkan terhadap 6 negara ASEAN lainnya seperti Singapura, Malaysia, Thailand, Philipina dan Brunei Darussalam, seperti ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2. *High-Skilled Employment Share*
Sumber: HCI, WEF (2017)

Data HCI menunjukkan bahwa kapasitas SDM dalam bidang pekerjaan *high-skilled employment share* (bagian pekerjaan berketerampilan tinggi) masih belum optimal, perlu ditingkatkan melalui program-program strategis yang terdapat dalam penyelenggaraan pendidikan tinggi termasuk pada kegiatan proses pembelajaran di lingkungan Perguruan Tinggi. Bidang-bidang pekerjaan yang membutuhkan *high-skilled employment share* ini dapat dihasilkan proses pendidikan dan pembelajaran yang berkualitas.

Pengembangan SDM yang kompeten di era disrupsi teknologi perlu didukung oleh pola berpikir yang kritis dan kreatif. Pola-pola berpikir kritis dan kreatif ini dikonstruksi melalui sebuah implementasi sistem pembelajaran dengan mengembangkan sikap ilmiah melalui kreatifitas dan *critical thinking* bagi peserta didik (mahasiswa). Kreatifitas dan keterampilan berpikir kritis yang disebut dengan istilah *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), merupakan suatu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dibutuhkan oleh peserta didik di

Perguruan Tinggi. HOTS dikembangkan oleh Benjamin Bloom melalui *Bloom's Taxonomy* menggambarkan beberapa tingkat keterampilan berpikir, yaitu: Mengingat (*Remembering*), Memahami (*Understanding*), Penerapan (*Applying*), Melakukan analisis (*Analyzing*), Mengevaluasi (*Evaluating*) dan Menciptakan (*Creating*).

Keterampilan berpikir kritis menurut Elaine (2008) adalah kemampuan untuk menganalisis informasi dan gagasan dengan cermat dan logis dari berbagai perspektif. Keahlian ini ditunjukkan dalam kemampuan untuk: (1) Menganalisis masalah yang kompleks dan membuat keputusan berdasarkan informasi, (2) Melakukan sintesis informasi sehingga memperoleh informasi yang tepat, (3) Melakukan evaluasi secara logis, validasi dan relevansi data, (4) Menyelesaikan masalah yang rumit atau kompleks. (5) Menggunakan pengetahuan dan pemahaman untuk menghasilkan dan mengeksplorasi pertanyaan baru. Kemampuan beripikir kritis mahasiswa teknik digunakan untuk meningkatkan kedewasaan berpikir tingkat tinggi dalam menyelesaikan masalah.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi ini dibutuhkan mahasiswa untuk menyelesaikan berbagai masalah pembelajaran dengan kemampuan analisis yang logis dan sistematis. Kemampuan memecahkan masalah secara cepat dan tepat menghasilkan rekayasa ide, analisis dan produk dari konstruksi pengetahuan yang dapat dipelajari (Edward, 2000). Konsep HOTS dengan keahlian berpikir kritis untuk memecahkan masalah yang kompleks dalam pembelajaran bidang rekayasa teknologi ketenagalistrikan, termasuk pada mata kuliah Transmisi Daya Listrik (TDL). Pemodelan sistem dan analisis pada bidang matakuliah TDL dengan teknik-teknik aljabar matematis dengan kompleksitas yang abstrak, memerlukan cara belajar dengan pengolahan keterampilan berpikir HOTS. Sejalan dengan pendapat yang disampaikan Sumarmo (2010) bahwa pembelajaran eksakta terkait model matematis memiliki fungsi untuk mengolah kemampuan peserta didik dalam berpikir secara kritis, logis kreatif yang dibutuhkan dalam kehidupan modern.

Kemampuan peserta didik menggunakan logika secara abstraksi dengan model matematika pada berbagai tingkat pendidikan meliputi aspek penting, yaitu: (1) *Learn to understand* (belajar memahami) (2) *Learning to do* (belajar untuk melakukan) (3) *Learn to be yourself* (Belajar dengan kemandirian) dan (4) *learn to live in togetherness* (belajar hidup dalam kebersamaan). Ke empat parameter ini menjadi bagian penting bagi pendidik untuk membimbing dan melatih keterampilan berpikir kritis kepada peserta didik. Konsep-konsep pembelajaran yang berhubungan dengan pemodelan dan matematik memiliki tingkat kerumitan tersendiri bagi peserta didik, diperlukan keterampilan berpikir kritis dan praktis untuk penyelesaian persoalan tersebut (Andri, 2012).

Keterampilan berpikir kritis bagi mahasiswa kelompok sains dan teknologi masih belum optimal dibandingkan mahasiswa kelompok ilmu sosial, hal ini diungkapkan pada penelitian Shazaitul (2015), penyelidikan tentang persepsi mahasiswa terhadap kemampuan keterampilan berpikir kritis, serta investigasi tentang perbedaan gender, disiplin ilmu terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam memecahkan masalah. Uji coba dilakukan kepada sampel 1000 mahasiswa di 6 Perguruan Tinggi Negeri di Negara Malaysia, menunjukkan bahwa pemikiran kritis dan keterampilan memecahkan masalah pada bidang ilmu sosial memiliki kinerja lebih baik dibandingkan dengan mahasiswa sains dan teknik (Shazaitul, 2015).

Di Indonesia berdasarkan hasil survei *Programme for International Students Assessment* (PISA) tahun 2012, menggambarkan bahwa kemampuan peserta didik berpikir kritis untuk untuk bidang sains masih belum optimal. Hal ini disebabkan oleh kompetensi peserta didik bidang sains kurang terlatih dalam memecahkan masalah dengan HOTS. Hasil survey yang dirilis oleh *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD, 2012). Negara Indonesia berada pada peringkat 64 dari 65 negara.

Laporan yang dirilis oleh OECD memberikan informasi bahwa sebagian besar peserta didik di Indonesia pada bidang sains masih memiliki kemampuan yang belum optimal jika dilihat dari aspek kognitif dan menerapkan penalaran (Kusuma, 2017). Namun terdapat kenaikan rerata pada kompetensi sains, terjadi

peningkatan dari hasil survei PISA menunjukkan adanya peningkatan kompetensi sains, dari 382 poin di tahun 2012 menjadi 403 poin di tahun 2015 (OECD, 2017:12). Peningkatan ini menjadi dasar upaya dalam mengoptimalkan perbaikan kompetensi secara simultan pada aspek kognitif bagi peserta didik di Indonesia.

Pada bidang sains dan teknologi ditingkat pendidikan tinggi masih belum optimal, didasarkan pada temuan penelitian pada matakuliah Fisika dengan bahan kajian Elektronika Dasar, analisis (C4) dan keterampilan menganalisis rangkaian serta mengevaluasi (C5). Uji coba dilakukan terhadap 47 Mahasiswa. Dari hasil penelitian ditemukan rendahnya kemampuan mahasiswa berpikir tingkat tinggi disebabkan oleh kesulitan mahasiswa dalam operasi matematik dan pemodelan sistem untuk bidang elektronika yang dipelajari. Selain itu mahasiswa kesulitan dalam menganalisis berbagai bentuk rangkaian pada bidang elektronika, sehingga hasil belajar peserta didik rendah karena kecenderungan menggunakan keterampilan berpikir LOTS dalam proses pembelajaran. Sedangkan untuk level keterampilan berpikir tingkat tinggi HOTS terlihat belum mencapai hasil yang maksimal (Erfan, 2018).

Implementasi berbagai model pembelajaran dalam melatih dan membentuk kemampuan berpikir kritis bagi peserta didik dapat dilakukan dengan karakteristik pembelajaran dengan model *Inquary Based Learning* (IbL). Menurut Kitot (2010), terdapat dampak pengajaran model IbL pada pengembangan pemikiran kritis dan kreatif peserta didik. Tiga peneliti merancang eksperimen semu atas kelas perlakuan dan kelas kontrol. Semua peserta dipilih secara acak dari kelas sains, dan peserta didik diberikan formulir survei sebelum dan sesudah mengajar untuk membandingkan perubahan tingkat berpikir kritis. Uji coba dengan mengumpulkan data dan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas perlakuan dan kelas kontrol dalam hal perubahan tingkat berpikir kritis peserta didik sebelum dan setelah dilakukan percobaan dalam waktu delapan minggu. Tampak bahwa peserta didik di kelas perlakuan yang menerima pengajaran IbL memiliki peningkatan yang lebih jelas dalam kemampuan berpikir kritis dan kreatif dari pada peserta didik yang berada

di kelas kontrol yang menerima proses pengajaran normal. Model IbL yang diterapkan dalam pembelajaran memberi lebih banyak kesempatan kepada peserta didik menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi, meningkatkan pemikiran kritis dan kreatif. Pembelajaran berbasis IbL terbukti memiliki efek pada keterampilan literasi sains peserta didik dan kepercayaan diri ketika menghadapi tantangan pembelajaran pada bidang sains (Gormally, 2009).

Reynolds (2012) melalui karya penelitiannya menelaah tentang keterampilan yang dibutuhkan untuk IbL dapat dikategorikan secara luas menjadi 4 kelompok utama, yaitu: (1) Keterampilan pemrosesan informasi, (2) Keterampilan penalaran berpikir kritis dan ide kreatif, (3) Keterampilan berkomunikasi dan (4) Keterampilan reflektif dan metakognitif. Empat kelompok keterampilan tersebut memiliki ciri masing-masing, yakni: Keterampilan pemrosesan informasi, yaitu keterampilan dengan kemampuan, meneliti dan menyortir informasi dan merencanakan penyelidikan menggunakan berbagai bentuk pemikiran yang kreatif. Keterampilan berpikir kritis dan kreatif memiliki ciri mengeksplorasi berbagai aspek pemikiran, mengidentifikasi dan mengevaluasi bukti dengan berbagai alternatif, keterampilan berkomunikasi dan argumentasi ilmiah untuk memberikan pandangan terhadap sebuah fenomena. Keterampilan berkomunikasi memiliki ciri: *Brainstorming* yakni strategi dan metode kreatif yang mendorong peserta didik aktif dalam kelompok belajar, memberikan ide dan gagasan secara kritis. Keterampilan reflektif dan metakognitif memiliki ciri utama yaitu membangun pengetahuan sebelumnya, bekerja dan belajar secara mandiri. Kemajuan pembelajaran ditinjau melalui proses, melihat kembali berbagai aspek pembelajaran dengan kompetensi keterampilan sosial dan kemampuan mengendalikan perasaan atau emosi.

IbL merupakan pedagogi induktif yang memungkinkan peserta didik untuk membangun pengetahuan, mengembangkan keterampilan penalaran tingkat tinggi, serta meningkatkan minat belajar dengan alat bantu belajar berbasis teknologi kontemporer (masa kini). IbL memiliki karakteristik yang memungkinkan menerapkan pola berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran mandiri yang aktif. Temuan penelitian tentang penerapan IbL pada bidang

teknologi menunjukkan bahwa IbL adalah model pengajaran yang efektif dalam pengembangan keterampilan pemecahan masalah. IbL memenuhi kebutuhan untuk pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pengambilan keputusan. Model yang diusulkan cocok untuk peserta didik berdasarkan gender peserta didik perempuan dan laki-laki secara merata. Konsep IbL yang diterapkan memungkinkan peserta didik menjadi kolaborator yang efektif, ko-operator dan menjadi memiliki keberanian (intrinsik) untuk belajar (Avsec, 2014).

Khan (2005) berpendapat tentang IbL sebagai pedagogis konstruktivis dengan siklus atau spiral yang menyiratkan perumusan pertanyaan penyelidikan, respon atau solusi dan umpan balik. Tujuannya agar melibatkan peserta didik dalam pembelajaran aktif. Idealnya berdasarkan pertanyaan yang diungkapkan peserta didik. Selaras dengan pendapat Chong (2015), Model IbL sebagai pendekatan pedagogis konstruktivis yang menawarkan peluang bagi peserta didik untuk meningkatkan kemampuan dan kreativitas. Proses pembelajaran menggunakan IbL bagi pendidik dilakukan untuk mengembangkan pengetahuan ilmiah dengan mengajukan pertanyaan dan peserta didik mengembangkan eksperimen ilmiah tersebut untuk menyelidiki pertanyaan-pertanyaan. Tahapan utama IbL yang disingkat dengan 5E, yaitu: *Engage* (melibatkan), *Explore* (menjelajahi), *Explain* (menjelaskan), *Elaborate* (teliti/menguraikan), dan *Evaluate* (mengevaluasi). Peserta didik dalam pembelajaran melakukan percobaan ilmiah secara kolaboratif.

Investigasi menuntun pembelajar pada pertanyaan dan penemuan baru dalam pencarian pemahaman baru. Metode ini merupakan pergeseran dari metode pasif, yang melibatkan transmisi pengetahuan kepada metode pengajaran yang lebih fasilitatif di mana peserta didik diharapkan dapat membangun pemahaman berpusat pada peserta didik secara aktif (Kanh,2005). IbL juga sebuah model yang memiliki karakteristik sesuai digunakan untuk bidang pendidikan teknologi. Penelitian yang dilakukan Avsec (2014) menunjukkan bahwa IbL adalah model pengajaran yang efektif dalam pendidikan teknologi dan dapat meningkatkan keterampilan pemecahan

masalah, mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pengambilan keputusan.

Model IbL telah digunakan dalam berbagai pengembangan pembelajaran, teruji memiliki efektifitas dalam membentuk kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah belajar bagi peserta didik. Namun terdapat beberapa kelemahan IbL, seperti disampaikan pada penelitian Khalaf (2018). Kelemahan IbL, yaitu (1) Peserta didik mungkin cenderung lebih berkonsentrasi pada diskusi dan debat dari pada bertanya secara kritis tentang konsep, ide atau model yang diamati (2) Jika peserta didik bekerja dalam kelompok, sulit untuk menguji tingkat partisipasi tiap-tiap individu. Kekuatan dan kelemahan yang dimiliki oleh IbL terhadap model tradisional, dijabarkan pada Tabel 1.1 (Khalaf, 2018:560).

Tabel 1.1. Kriteria Pedagogis IbL

No	Deskripsi	Model Pembelajaran Tradisional	Model Pembelajaran IbL
1	Prespektif Teori	<i>Cognitive behaviourism</i>	<i>Cognitive constructivism</i>
2	<i>Teacher Role</i> (Peran Guru)	<i>Dominant role</i> (Dominan)	<i>Guidance & facilitator</i> (Pembimbing dan Fasilitator)
3	<i>Knowledge Level</i> (Tingkat Pengetahuan)	<i>Limited knowledge</i> (Pengetahuan yang terbatas)	<i>Developed knowledge</i> (Pengetahuan yang dikembangkan)
4	<i>Skills</i>	<i>Limited skills</i> (keterampilan terbatas)	<i>Develop skills</i> (Pengembangan keterampilan)
5	<i>Confidence Level</i> (Tingkat kepercayaan diri)	<i>Low confidence</i> (Kepercayaan diri rendah)	<i>High confidence</i> (Kepercayaan diri tinggi)
6	<i>Motivation</i> (Motivasi)	<i>High motivation</i> (Motivasi Tinggi)	<i>Low motivation</i> (Motivasi Rendah)
7	<i>Performance</i>	<i>Low performance</i> (Performansi rendah)	<i>High Performance</i> (Performansi tinggi)
8	<i>Learner's Outcomes</i> (Capaian pembelajaran)	<i>Low outcomes</i> (Capaian Rendah)	<i>Low outcomes</i> (Capaian Rendah)

Sumber: Khalaf (2018:560)

Tabel 1.1 menunjukkan kekuatan dan kelemahan model IbL dibandingkan dengan model tradisional. Model IbL memiliki kriteria *low learning outcome* atau capaian pembelajaran rendah, sebanding dengan kriteria

pada model tradisional. Model IbL memiliki dampak terhadap keterampilan tiap individu sulit diukur pada saat pembelajaran dilaksanakan secara berkelompok, berakibat pada motivasi belajar yang rendah (*low motivation*). Motivasi yang rendah ini berdampak terhadap kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan fenomena atau gejala ilmiah berdasarkan pertanyaan penelitian sulit dicapai oleh tiap-tiap individu peserta didik. Perlu strategi yang tepat untuk menguatkan model IbL dengan harapan kemampuan pendidik mampu memberikan pengalaman belajar yang baik bagi peserta didik mencapai LO yang lebih lebih optimal.

LO yang dirumuskan pada kurikulum perguruan tinggi sebagai *blue print* untuk mempersiapkan kompetensi mahasiswa. Capaian pembelajaran yang disebut dengan istilah *Learning Outcomes* (LO) merupakan target-target yang diharapkan dapat dicapai oleh dosen dalam proses pembelajaran secara periodik. LO diperoleh dari internalisasi pengetahuan, keterampilan, sikap dan kompetensi. Capaian pembelajaran memiliki perbedaan dengan tujuan (*aims*) pembelajaran dimana tujuan pembelajaran merupakan ungkapan yang umum dan bersifat luas menjelaskan kepada mahasiswa tentang pembelajaran, program atau modul dan biasanya ditulis untuk dosen bukan untuk mahasiswa, namun sebaliknya LO difokuskan pada upaya menciptakan dampak dari hasil pembelajaran yang diperoleh mahasiswa setelah melaksanakan satu periode pembelajaran. Sedangkan *objectives* (tujuan) cakupannya meliputi belajar dan mengajar yang kerap dipakai dalam proses penilaian (*assessment*).

Kompetensi sebuah bentuk capain pembelajaran yang memiliki sifat lebih terbatas, ketercapaiannya secara umum dapat dinyatakan dengan kompeten atau tidak kompeten, lulus atau tidak lulus bukan dalam bentuk *grade* (peringkat). LO dapat dinyatakan dalam beberapa bentuk tingkatan dan hasilnya dapat di ukur dalam berbagai cara tidak hanya dengan observasi namun capaian pembelajaran dapat diamati langsung dan didokumentasikan dalam sebuah kerangka kualifikasi. Capain pembelajaran disertai dengan kriteria penilaian yang tepat untuk mengidentifikasi LO sebagai tujuan belajar yang terukur (Butcher, 2006).

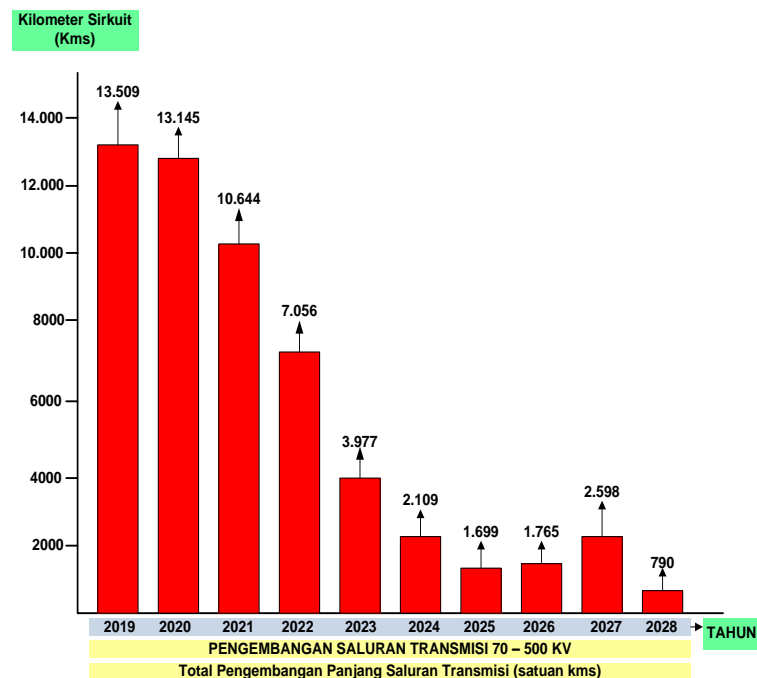
Terkait dengan hasil belajar yang diharapkan pada jenjang pendidikan tinggi. Berdasarkan keputusan Kemendiknas Republik Indonesia Nomor 232/U/2000. Dalam Keputusan Menteri tersebut uraian hasil pembelajaran untuk pendidikan tinggi tingkat Strata Satu (S1) adalah: (a) menguasai dasar-dasar ilmiah dan keterampilan dalam bidang keahlian tertentu sehingga mampu menemukan, memahami, menjelaskan dan merumuskan cara penyelesaian masalah yang ada di dalam kawasan keahliannya, (b) mampu menerapkan ilmu pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya sesuai dengan bidang keahliannya dalam kegiatan produktif dan pelayanan kepada masyarakat dengan sikap dan perilaku yang sesuai dengan tata kehidupan bersama, (c) mampu bersikap dan berperilaku dalam membawakan diri berkarya di bidang keahliannya maupun dalam kehidupan bersama di masyarakat, (d) mampu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan/atau kesenian yang merupakan keahliannya.

Pada poin (d) memberikan informasi bahwa baik dosen sebagai pembimbing dan fasilitator maupun peserta didik harus memiliki kemampuan untuk beradaptasi dan berinteraksi secara langsung terhadap perubahan-perubahan dimensi teknologi di era disrupsi teknologi. Pada proses pembelajaran pemanfaatan berbagai sarana dan teknologi dibutuhkan sebagai upaya penguatan model IBL dalam pembelajaran dengan keterampilan HOTS. Pengembangan model yang lebih konstruktif dalam penguatan keahlian personal dilakukan untuk meningkatkan efektifitas mahasiswa dalam pada bidang teknologi Transmisi Daya Listrik (TDL). Kemampuan berpikir secara kritis tentang konsep, ide atau model yang diamati dan diteliti bidang kajian TDL untuk mengungkapkan sebuah gejala/fenomena dalam membentuk pengetahuan yang konstruktif bagi mahasiswa, peningkatan kompetensi SDM bidang sistem tenaga listrik.

Sampai saat ini energi listrik adalah bagian vital di masyarakat modern. Pengembangan penyediaan energi listrik melalui pembangkit listrik merupakan kajian yang terus diteliti. Sumber daya alam untuk penyediaan energi listrik dengan bahan bakar fosil semakin hari terus mengalami penurunan, sehingga

inovasi dalam pengembangan energi baru dan terbarukan menjadi topik hangat dalam berbagai penelitian, Namun tidak kalah penting persoalan analisis teknologi penyaluran (sistem transmisi daya listrik) yang saat ini semakin sangat kompleks. Terkait dengan kajian yang secara kontinue dilakukan untuk pengembangan sistem sistem penyaluran daya listrik yang andal, aman, dan efisien. Konsep operasi maupun perencanaan dan analisis dan pemodelan bidang ketenagalistrikan membutuhkan cara-cara praktis dengan memanfaatkan model-model komputasi (Reijer, 2014).

Di Indonesia pada saat ini kebutuhan pengembangan saluran transmisi masih tinggi. Dirilis dalam *Executive Summary* RUPTL PT PLN (Persero) Tahun 2019-2028 oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Data kebutuhan pengembangan saluran transmisi tegangan tinggi yang diukur dalam satuan kms (Kilo Meter Sirkuit) sampai Tahun 2028 masih sangat dibutuhkan. Data terakhir dari *Executive Summary* RUPTL PT PLN (Persero) Tahun 2019 dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.3. Kebutuhan Pengembangan Saluran Transmisi di Indonesia
Sumber: RUPTL PT PLN (2019)

Pada gambar 1.3 menunjukkan RUPTL pengembangan saluran transmisi di Indonesia. Pengembangan sistem penyaluran transmisi memiliki fungsi vital dalam pelayanan energi listrik. Fungsi utama transmisi adalah untuk menyalurkan daya listrik yang sangat besar dari sumber-sumber pembangkit yang diinginkan ke titik-titik pengiriman daya secara masal sesuai kebutuhan pelanggan. Kebutuhan dalam sistem perencanaan dan pengembangan sistem transmisi tidak lagi dilakukan secara intuitif namun dibutuhkan sebuah strategi perencanaan dengan memanfaatkan alat analisis dan sintesis dalam aktifitas analisis, seperti (1) Rute transmisi, identifikasi dan pemilihan transmisi, (2) Perencanaan perluasan jaringan transmisi, (3) Analisis jaringan transmisi dan (4) Analisis reliabilitas (Turan, 2014:12).

Identifikasi terhadap kebutuhan mata kuliah TDL dilakukan melalui analisis kebutuhan, yaitu (1) Observasi Literatur (2) Kegiatan *Benchmarking* (3) Penyebaran angket dan wawancara. Kegiatan tersebut dilakukan sebagai upaya memperoleh data empiris berhubungan dengan kebutuhan mata kuliah TDL yang diajarkan kepada mahasiswa. Sumber literatur mengungkap bahwa kebutuhan bidang kajian TDL menjadi bagian yang fundamental bagi lulusan Program Studi Teknik Elektro.

Materi pembelajaran TDL yang dibutuhkan peserta didik, seperti yang dinyatakan pada *Power Transmission System Analysis in Steady-state* (UPC, 2018), yaitu: (1) Parameter saluran transmisi yang terdiri dari Resistansi, Induktansi dan Kapasitansi Saluran, (2) *Geometric Mean Radius* (GMR) dan *Geometric Mean Distance* (GMD) (3) Pemodelan dan Analisis Saluran Transmisi Jarak Pendek, (4) Pemodelan dan Analisis Saluran Transmisi Jarak Menengah, (5) Pemodelan dan Analisis Saluran Transmisi Jarak Panjang, (6) Efisiensi dan Regulasi Saluran Transmisi.

Analisis kebutuhan terhadap materi pembelajaran TDL yang diajarkan di Perguruan Tinggi, dilakukan melalui observasi pada kegiatan *benchmarking* di Prodi S-1 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (TE-ITS). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Mata kuliah TDL sebagai matakuliah inti diajarkan disemester V merupakan bidang kajian penting pada sistem tenaga

listrik. Identifikasi kebutuhan melalui pengamatan di lingkungan TE-ITS, wawancara dengan dosen pengampu matakuliah TDL serta penelaahan isi materi pada silabus pembelajaran. Dari hasil observasi, diperoleh informasi tentang mekanisme pembelajaran serta bahan kajian yang diajarkan pada matakuliah TDL memberi kontribusi penting bagi kompetensi mahasiswa bidang Teknik Elektro. Kompetensi mahasiswa untuk memenuhi keahlian bidang TDL meliputi: (1) Kemampuan dasar penyaluran daya listrik (2) Kemampuan menghitung besaran induktansi dan parameter saluran transmisi (3) Kemampuan menghitung besaran kapasitansi saluran (4) Kemampuan merancang model dan melakukan analisis beberapa jenis saluran transmisi berdasarkan tipe panjang transmisi (5) Analisis besaran-besaran yang diperlukan dalam merancang saluran transmisi. LO untuk kajian sistem penyaluran dalam dokumen silabus dinyatakan bahwa mahasiswa memiliki penguasaan konsep sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik.

Selain melakukan *benchmarking*, analisis terhadap kebutuhan matakuliah TDL juga ditelusuri melalui penelaahan dokumen kurikulum berbasis KKNI yang terdapat pada Prodi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi (PTE-UNPAB) No. 0271/02/R/2015, tempat lokasi dilakukan uji coba penelitian. Dari rumusan bahan kajian pada dokumen kurikulum terdapat 10 rumusan bahan kajian, yakni: (1) Mesin-mesin Listrik (2) Termodinamika dan Penggerak Awal (3) Transmisi Daya Listrik (4) Sistem Distribusi (5) Pembangkit Tenaga Listrik (6) Iluminasi dan Instalasi Listrik (7) Peralatan Tegangan Tinggi (8) Pembangkit Energi Terbarukan (9) Proteksi dan Penumaian (10) Kualitas Sistem Tenaga. Transmisi Daya Listrik menjadi satu bagian dari sepuluh rumusan bahan kajian yang menjadi acuan dalam menetapkan kompetensi utama lulusan (U-3) PTE-UNPAB, yakni mampu bekerja sebagai tenaga perencana, pelaksana, pengaturan dan pengendalian sistem penyaluran. Kompetensi utama ini sebagai wujud untuk menciptakan lulusan dengan profil lulusan prodi sebagai ahli dan praktisi bidang jaringan dan kontrol.

Kebutuhan pembelajaran bidang kajian dan analisis bidang transmisi daya listrik ditelusuri melalui sebaran angket. Matakuliah TDL masih membutuhkan persamaan model matematis teknik untuk rekayasa sistem transmisi. Model matematika disusun untuk merepresentasikan sistem transmisi tenaga listrik yang abstrak dinyatakan dalam bentuk pemodelan matematis. Berbagai persamaan yang dibentuk model memberikan inteprestasi terhadap keadaan sistem riil dan dikembangkan untuk mengetahui performansi dari saluran transmisi tenaga listrik melalui pendekatan analisis yang saintifik. Penerapan persamaan pemodelan dan matematik ini pakai untuk melihat hasil analisis baik secara grafik maupun parametrik yang menggambarkan unjuk kerja dari saluran transmisi (Georgios, 2015).

Konsep analisis dengan kompleksitas yang abstrak pada materi pembelajaran TDL membutuhkan kemampuan analitis kritis melalui ketrampilan berpikir kritis. Informasi diperoleh melalui angket yang disebarakan kepada dosen dan mahasiswa, secara eksplisit dari hasil sebaran angket dapat disimpulkan (1). Konsep-konsep materi yang disampaikan pada mata kuliah TDL dengan level analisis menggunakan persamaan matematis lanjut, membutuhkan keahlian keterampilan berpikir kritis HOTS (2). Dalam proses penyelesaian masalah TDL membutuhkan model yang dapat membantu percepatan mahasiswa memperoleh pemahaman materi TDL dengan baik (3). Kebutuhan alat bantu belajar (teknologi komputer) menjadi sarana penting bagi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan model analisis pada kajian sistem penyaluran daya listrik.

Dari penjabaran latar belakang penelitian terkait dengan pentingnya kompetensi ketenagalistrikan melalui proses pembelajaran bidang TDL, maka diperlukan upaya dalam mewujudkan validitas, efektifitas dan kepraktisan pembelajaran TDL melalui mekanisme pengembangan model pembelajaran. Karakteristik pemilihan model yang tepat menjadi kunci utama dalam mencapai hasil yang diharapkan. Karakteristik model IbL memiliki ciri dalam menyelesaikan masalah pembelajaran yang membutuhkan keahlian berpikir tingkat tinggi HOTS. Bidang rekayasa dan analisis sistem transmisi daya listrik,

dengan pemilihan model yang tepat sesuai dengan karakteristik mata kuliah TDL. IbL menjadi bagian penting dalam pembelajaran bidang sains dan teknologi karena model IbL memiliki tahapan memenuhi kriteria kebutuhan belajar bidang kajian sains dan teknologi termasuk pada matakuliah TDL. Model IbL menjadi dasar dikembangkan model PACTA pada pembelajaran TDL.

Model PACTA merupakan sebuah pengembangan model dengan sintak, PACTA (*Phenomena, Assumption, Construct Modelling of System, Tracking and Analysis, Assesment*). Model PACTA disusun sebagai usaha meningkatkan kualitas belajar matakuliah TDL, dengan pengembangan model PACTA diharapkan meningkatkan kualitas pembelajaran bidang sains dan teknologi untuk matakuliah TDL pada Program Studi Teknik Elektro di Perguruan Tinggi.

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah dalam penelitian, yaitu:

1. Kesiapan kreatifitas dan inovasi berteknologi menghadapi era disrupsi teknologi dalam pembelajaran TDL yang semakin kompleks belum optimal, perlu dikembangkan.
2. Rendahnya keterampilan berpikir tingkat tinggi bagi peserta didik bidang sains dan teknologi menjadi ancaman (*treath*) terhadap daya saing bangsa bangsa. Daya saing bangsa menjadi tujuan pendidikan tinggi sebagaimana disampaikan pada pasal 5 ayat b Undang-undang Republik Indonesia No.12 Tahun 2012 berisi tentang kompetensi SDM dan daya saing bangsa perlu dioptimalkan.
3. Implementasi kemampuan berpikir tingkat tinggi *Higher Other Thinking System* (HOTS) dalam proses pembelajaran di tingkat Perguruan Tinggi yang belum optimal menjadi ancaman (*treath*) bagi peserta didik dalam menghadapi perubahan tuntutan dunia kerja, berdampak terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) bagi lulusan Perguruan Tinggi di Indonesia yang masih tinggi, berdasarkan data yang dirilis BPS Tahun 2018.

4. Pembelajaran yang dilakukan peserta didik dengan keterampilan berpikir LOTS (*Lower Other Thinking Skill*), pada bidang sains dan teknologi akan berdampak terhadap hasil belajar yang belum optimal.
5. Penerapan ketrampilan berpikir tingkat tinggi HOTS bagi peserta didik untuk bidang sains dan teknologi belum optimal.
6. Peluang (*opportunity*) untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi HOTS bagi Mahasiswa bidang sains dan teknologi dapat di lakukan dengan menerapkan model pembelajaran dengan karakteristik HOTS. Model IbL memiliki karakteristik yang realistik terhadap pengembangan keahlian dengan keterampilan berpikir HOTS. Model IbL memiliki kekuatan (*strength*) pada domain *Developed knowledge* (Pengetahuan yang dikembangkan), *develop skills* (pengembangan keterampilan) dan *high confidence* (kepercayaan diri tinggi). Namun masih terdapat kelemahan (*weakness*) pada domain penguatan motivasi dan capaian pembelajaran yang masih rendah (*low outcomes and low motivation*).

C. Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah penelitian, dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu:

1. Seperti apa model PACTA pada pembelajaran teknologi TDL?
2. Apakah konstruk dari sintak model PACTA Valid?
3. Bagaimana efektifitas model PACTA pada pembelajaran teknologi TDL?
4. Bagaimana praktikalitas model PACTA pada pembelajaran teknologi TDL?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan model PACTA pada pembelajaran teknologi TDL.
2. Menghasilkan validitas konstruk model PACTA dalam pembelajaran teknologi TDL.
3. Menjelaskan efektifitas model PACTA pada pembelajaran teknologi TDL.

4. Menjelaskan praktikalitas model PACTA pada pembelajaran Teknologi TDL.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan sintak baru yang dapat diterapkan pada matakuliah bidang rekayasa teknologi.
2. Menghasilkan pengayaan referensi bagi pengembangan model-model pembelajaran. Model yang dikembangkan dapat digunakan dosen dan mahasiswa pada mata kuliah tertentu dengan karakteristik mata kuliah yang sama, yang membutuhkan strategi pembelajaran menerapkan HOTS.
3. Hasil penelitian digunakan mahasiswa untuk menerapkan pembelajaran secara mandiri dalam berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah dari hasil produk disertasi dalam bentuk buku modul dan buku panduan mahasiswa.
4. Bagi dosen, produk hasil pengembangan penelitian dapat dijadikan sebagai acuan dan alat bantu belajar, manajemen strategi dan pendekatan yang tepat dalam menerapkan model pembelajaran di bidang teknologi TDL.

F. Spesifikasi Produk yang dihasilkan.

Produk-produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan model pada penelitian ini adalah:

1. Model pembelajaran baru yang disusun secara saintifik dalam buku pengembangan model PACTA untuk mata kuliah TDL.
2. Standar dan prosedur pelaksanaan pembelajaran model PACTA yang disusun dalam buku pedoman bagi dosen dan mahasiswa dalam melaksanakan pembelajaran TDL dengan model PACTA.
3. Modul dari pengembangan model yang dilengkapi dengan tujuan dan capaian pembelajaran, serta tahapan untuk mencapai target pembelajaran. Modul dilengkapi dengan silabus matakuliah yang menjadi pedoman dalam pelaksanaan pembelajaran TDL.

G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Pada penelitian dan pengembangan terdapat beberapa asumsi, yaitu:

1. Model pembelajaran PACTA yang didasari dari karakteristik model IbL memiliki peluang (*opportunity*) dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa pada bidang sains dan teknologi pada mata kuliah rekayasa teknologi TDL.
2. Mahasiswa memiliki kemampuan dasar pemrograman dan penggunaan teknologi komputer dengan baik, mampu memahami konsep-konsep penggunaan program komputer berbasis *listing-program* dan simulasi sebagai atau alat bantu analisis dalam bentuk program komputer sebagai *tools* dalam pembelajaran.
3. Dosen mampu memberi penjelasan penggunaan *tools* dari program yang telah dibangun.
4. Pembagian kelompok pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dilakukan melalui seleksi *test*, dan dari hasil test kemudian dikelompokkan dua kelas. Masing-masing kelas untuk memenuhi kebutuhan penelitian yakni kedua kelas memiliki kemampuan awal yang sama.
5. Penilaian terhadap aspek afektif dan psikomotorik dilakukan melalui pengamatan perilaku peserta didik serta kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan pekerjaan laporan tugas. Belum melakukan penilaian praktek untuk matakuliah TDL dilaboratorium.

H. Defenisi Istilah

Defenisi istilah yang berkaitan dengan penelitian ini secara operasional dan konseptual menjadi dasar pemikiran dalam pengembangan model yang diterapkan pada penelitian. Defenisi istilah yaitu:

1. Model: merupakan suatu pola yang merepresentasikan atau mendeskripsikan penjelasan suatu objek, sistem, atau konsep yang memiliki spesifikasi.
2. Model Pembelajaran: adalah suatu pola atau tahapan-tahapan pembelajaran tertentu yang sistematis diimplementasikan oleh pendidik dalam proses pembelajaran agar tujuan, kompetensi serta capaian pembelajaran dari hasil belajar yang diharapkan dapat diperoleh dengan lebih efektif dan efisien.

3. IbL: merupakan sebuah model pembelajaran memecahkan masalah melalui suatu proses observasi dan eksperimen untuk mencari jawaban dari sebuah informasi. Ciri IbL, pengetahuan dikonstruksi oleh peserta didik melalui pengalaman belajar menggunakan keterampilan berpikir kritis dan logis (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*).
4. HOTS; merupakan sebuah istilah yang bermakna keterampilan berpikir tingkat tinggi, konsep awal dikembangkan oleh *Benjamin S. Bloom*, pada buku berjudul *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals* (1956) yang mengklasifikasikan kategori tingkat berpikir disebut dengan Taksonomi Bloom, mulai dari yang terendah hingga yang tertinggi. Konsep taksonomi Bloom merupakan tujuan pembelajaran yang dibagi dalam tiga ranah, yaitu kognitif (keterampilan mental terkait pengetahuan), afektif (sikap dan emosi seputar perasaan), dan psikomotorik (kemampuan fisik seperti keterampilan gerak).
5. Model PACTA: adalah sebuah model pembelajaran dengan 5 tahapan belajar (sintak), yaitu: *Phenomena, Assumption, Construct Modelling of System, Tracking and Analysis, Assesment*. Model PACTA dikembangkan dari karakteristik IbL.
6. TDL (Transmisi Daya Listrik): merupakan sistem penyaluran pada sisi tegangan tinggi untuk sistem penyaluran daya AC tegangan tinggi. TDL menjadi matakuliah yang diajarkan kepada mahasiswa bidang ketenagalistrikan di Perguruan Tinggi.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis model pembelajaran PACTA pada Teknologi TDL, dapat disimpulkan:

1. Model pembelajaran PACTA dari karakteristik model IbL mendukung penguatan kompetensi mahasiswa. Melalui keterampilan berpikir HOTS menyelesaikan masalah bidang kajian teknologi TDL yang dilakukan pada tahap ke 3, 4 dan 5. Budaya belajar mandiri, berpikir analitis dan kritis berdampak terhadap penguatan keterampilan HOTS dalam pembelajaran TDL. Dilihat dari hasil pengujian, maka keterampilan berpikir analitis dan kritis dapat diterapkan dalam pembelajaran TDL menggunakan model PACTA.
2. Hasil uji validitas konstruk sintak model PACTA memenuhi kriteria *Goodness-of-fit Models*, konstruk dari sintak model PACTA valid.
3. Model PACTA efektif diterapkan pada pembelajaran teknologi TDL.
4. Empat produk dari hasil pengembangan model pembelajaran PACTA, yakni; Buku Model, Buku Modul, Buku Pedoman Mahasiswa dan Buku Pedoman Dosen praktis digunakan oleh pengguna dalam pembelajaran teknologi TDL.

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan Model PACTA yang telah diuji Validitas Konstruk, Validitas Isi, Kepraktisan serta Efektifitasnya dengan strategi *Construct Modeling of System, Tracking and Analysis, Assessment* (CTA), model ini dapat membantu dosen memberikan materi dan pembelajaran bidang transmisi daya listrik yang membutuhkan konsep-konsep model sistem, analisis dan penelusuran kebenaran ilmiah (*tracking*). Persoalan pembelajaran rekayasa pada bidang Transmisi Daya Listrik memerlukan pendekatan yang konstruktif dalam belajar melalui keterampilan berpikir kritis (*Higher Other Thinking Skills*). Model PACTA menghasilkan kepraktisan dan efektifitas

pembelajaran pada mata kuliah Transmisi Daya Listrik. Penerpana model PACTA memiliki implikasi secara detail dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagi Dosen, kepraktisan produk modul dan panduan sebagai pengayaan bahan ajar

Produk dari hasil pengembangan yang telah divalidasi isi memiliki kepraktisan sehingga dapat dijadikan sebagai referensi dalam pengembangan model dan strategi yang dikembangkan lebih lanjut untuk memperbaiki keterbatasan yang dimiliki dari pengembangan model PACTA (seperti yang telah diuraikan pada bagian keterbatasan penelitian). Produk-produk yang dihasilkan dapat membantu mahasiswa untuk mengetahui garis besar pembelajaran sebelum pembelajaran dilaksanakan, sehingga mahasiswa mudah untuk memanajemen diri dalam mempersiapkan dan menghadapi pembelajaran TDL.

Bagi dosen produk yang dihasilkan dapat membantu untuk mengelaborasi strategi dan pendekatan pembelajaran yang tepat sehingga pembelajaran dapat dilaksanakan secara efisien untuk mengoptimalkan percepatan capaian tujuan pembelajaran seperti yang diharapkan. Hal ini dapat ditemui dari isi buku panduan dosen dan buku modul yang disertai dengan struktur capaian pembelajaran yang jelas, serta pada buku panduan dosen memiliki bagan hubungan antar satu bahan kajian terhadap bahan kajian lain yang disampaikan secara jelas. Sehingga skenario pembelajaran dapat dibuat dengan bagan yang lebih konstruktif memudahkan pengguna untuk memanajemen pembelajaran bidang TDL berdasarkan pada materi-materi yang disampaikan pada setiap pertemuan perkuliahan.

2. Bagi Mahasiswa, kepraktisan panduan dan buku modul dan model PACTA

Kepraktisan buku model dengan Sintak PACTA menjadi acuan dalam pengayaan beragam model pembelajaran yang telah ada. Sintak PACTA dengan karakteristik HOTS terlihat pada strategi CTA. Mahasiswa memiliki dominasi dalam mengemban tugas mereka untuk melakukan konstruksi pengetahuan, bersumber dari gejala fenomena yang di diskusikan oleh dosen sebagai pakar (ahli). Budaya riset diterapkan dalam

pembelajaran PACTA karena proses tahapan akhir pembelajaran yaitu *Assesement* (penilaian).

Mahasiswa memberikan rekomendasi penilaian terhadap hasil pekerjaannya dalam pembelajaran, dan dosen sebagai ahli melakukan validasi terhadap penilaian pekerjaan mahasiswa. Kemampuan mahasiswa melakukan inestigasi melalui tahapan *Tracking* menjadi dasar kuat untuk mengembangkan budaya *active learning* yang dibutuhkan oleh mahasiswa tingkat S-1 Bidang Teknik Elektro. Pola-pola pendekatan “budaya riset” pada strategi CTA model PACTA tentu akan memberikan peluang besar bagi mahasiswa untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 secara optimal. Mahasiswa yang tepat waktu dalam menyelesaikan studi S-1 adalah mahasiswa yang memiliki kemampuan analitis dan kritis, dengan motivasi kuat serta memiliki pengetahuan riset yang baik. Sehingga pada saat melakukan penulisan skripsi tidak mengalami hambatan dalam proses penyelesaian studi. Strategi CTA membantu mahasiswa memiliki pengalaman melakukan riset. Keahlian dosen sebagai pembimbing menerapkan karakteristik IbL dalam pembelajaran berbasis model PACTA menghasilkan sebuah pengalaman baru bagi mahasiswa untuk mengembangkan kompetensinya melakukan riset. Kebutuhan riset membutuhkan kompetensi kognitif dengan level C5 (analisis) dari level taksonomi Bloom, yang telah diterapkan dalam penelitian model PACTA dengan hasil yang baik (dapat dilihat dari hasil uji efektifitas kelas eksperimen).

3. Iklim Akademis, pemanfaatan sarana teknologi komputer pada pembelajaran

Tahapan ke 4 dari sintak PACTA yaitu *tracking* (investigasi/penelusuran). Pada bidang rekayasa teknologi TDL. Konsep-konsep pembelajaran yang telah dilakukan secara fundamental atau tradisional, yaitu melakukan rekayasa analisis menggunakan alat bantu hitung (kalkulator) dalam menyelesaikan masalah bahan kajian pembelajaran (dari hasil investigasi melalui wawancara terhadap beberapa

pendidik di perguruan tinggi). Proses penyelesaian masalah seperti ini tentu membutuhkan waktu yang lama (tidak efisien) ketika mahasiswa melakukan penyelesaian masalah TDL, sebagai contoh melakukan analisis regulasi saluran transmisi jarak menengah. Proses penemuan kebenaran terhadap analisis tersebut tentu membutuhkan waktu yang lama bagi mahasiswa. Peran komputer sebagai alat bantu digunakan sebagai alat investigasi (*tracking*) terhadap penyelesaian masalah. Tentu membutuhkan sumber daya yang pakar terhadap pemodelan dan analisis untuk bidang kajian ini. Model PACTA membantu mahasiswa untuk melakukan investigasi terhadap masalah transmisi daya listrik melalui pemodelan dan analisis yang akan diterapkan dalam pembelajaran.

Hal ini dapat dilihat pada tahap ke 3 dan ke 4 pada buku model yaitu *Construct Modelling of System* dan *Tracking*. Penguatan kompetensi mahasiswa dengan suasana belajar aktif, menggali ide menjadi pengetahuan dilakukan pada tahap ini. Dosen sebagai fasilitator dituntut untuk menjadi pakar dalam bidang yang diajarkan. Dalam pengertian bahwa penguatan keahlian dosen ditingkatkan melalui riset, hasil riset menjadi bagian pengalaman dosen untuk membimbing mahasiswa menemukan cara-cara belajar yang baik dalam menyelesaikan masalah belajar peserta didik untuk jangka pendek, maupun jangka panjang. Konsep ini dapat ditemukan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dengan melihat hasil uji efektifitas dan psikomotor kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol.

4. Implikasi Bagi Penyelenggara (Prodi)

Pencapaian hasil belajar pada kelas eksperimen dengan produk-produk dari model yang dikembangkan memberi dampak positif dalam menunjang capaian pembelajaran yang telah ditetapkan oleh program studi dalam kurikulum. Model PACTA dinilai oleh dosen sebagai model yang dapat membantu secara praktis, menghubungkan materi yang disajikan dalam modul dengan skenario yang disusun secara procedural. Skenario disusun pada buku panduan dosen dan panduan mahasiswa, berdampak terhadap percepatan informasi pembelajaran baik strategi pembelajaran,

skenario dan cara-cara penilaian disusun dengan konstruktif. Penyelenggara prodi dapat memberikan koordinasi kepada dosen pengampu lain dalam memberikan standar minimal pembelajaran. Sehingga tujuan dan capaian pembelajaran (*learning out come*) yang ditetapkan oleh program studi dapat berjalan dengan baik.

Komunikasi ini dapat dilakukan manakala dokumen-dokumen yang menghubungkan antara materi, kompetensi, mekanisme penilaian, strategi pembelajaran telah disusun dengan baik. Model PACTA telah diuji coba dalam pembelajaran dan memperoleh respon yang baik dari pengguna (dosen dan mahasiswa), sehingga Program Studi Teknik Elektro dapat menyebarkan model ini untuk pengembangan strategi belajar dan pengayaan model pembelajaran yang relevan digunakan pada bidang rekayasa teknologi (pada penelitian diuji coba pada bidang TDL) menunjukkan hasil yang baik (dapat dilihat dari hasil uji analisis praktikalitas).

5. Implikasi Bagi Lembaga Pendidikan Tinggi

Lembaga pendidikan tinggi terus berupaya menyongsong perubahan paradigma pembelajaran abad-21, era revolusi industri 4.0. Perubahan paradigma pembelajaran dengan memasukan proses pembelajaran digital dengan sistem (*ciber-system*). Sistem ini mampu membuat proses pembelajaran dapat berlangsung secara kontinu. Model PACTA yang telah dikembangkan dengan strategi *tracking* dengan bantuan perangkat teknologi komputer menyelesaikan masalah pembelajaran rekayasa teknologi TDL, telah teruji baik kepraktisan maupun efektifitas model dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Sehingga lembaga pendidikan tinggi sebagai wadah informasi, edukasi dan riset dapat beradaptasi terhadap perubahan tersebut, dengan pengembangan dan pengayaan model PACTA yang memenuhi bagian dari karakteristik pembelajaran di era industri 4.0.

C. Saran

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi yang dijabarkan dalam bagian maka saran penelitian, yaitu:

1. Pada pengembangan penelitian lanjutan, sebaiknya menggunakan beberapa perangkat lunak lain yang mendukung pembelajaran bidang Teknologi TDL, untuk memperkaya alat bantu yang dipakai secara praktis bagi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah belajar.
2. Pada uji coba ini, data-data terkait dengan kasus pembelajaran TDL dengan analisis dan penelusuran (*tracking*) bersumber dari jurnal ilmiah dan buku *text book* yang relevan dengan bahan kajian yang dibahas. Dalam penelitian lebih lanjut bagi peneliti diperlukan pengembangan dengan memfasilitasi peserta didik untuk magang di industri, sehingga *Contruct Modelling of System* dan *Tracking and Analysis*, benar-benar memiliki kesesuaian dengan masalah riil di industri. Tentu hal ini membutuhkan koordinasi dari lembaga perguruan tinggi sebagai pemangku kepentingan yang dapat membuat kesepakatan kerja sama dengan industri, pengelola (program studi) menyusun kurikulum dengan revisi berkala sesuai dengan kebutuhan pembelajaran berdasarkan pada pengembangan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan. Koordinasi kelompok dosen bidang keahlian yang mengampu mata kuliah TDL juga diperlukan untuk manajemen persepsi yang sama tentang hakikat *learning outcome* pada bidang yang dikaji.
3. Pada penelitian lebih lanjut, keterampilan psikomotorik dari kegiatan praktikum dilaboratorium perlu dikembangkan dalam mengukur motivasi belajar TDL bagi mahasiswa di laboratorium.

DAFTAR RUJUKAN

- Aditomo A, 2011. "*Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations*", ISSN 0307-5079 print/ISSN 1470-174X online, Society for Research into Higher Education <http://dx.doi.org/10.1080/03075079.2011.616584>.
- Ahmad M. Thawabieh, 2017. "*A Comparison between Students' Self-Assessment and Teachers' Assessment*", <http://jct.sciedupress.com>., Journal of Curriculum and Teaching Vol. 6, No. 1.
- Akker, J.J.H. van den, Branch, R., Gustafson, K., Nieveen, N.M. & Plomp, T, 1999. "*Design approaches and tools in education and training*", Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ISBN 097923-6139-3.
- Alberta Education, 2004. "*Focus in Inquiry*", A Teacher's Guide to Implementing Inquiry-based Learning, ISBN 0-7785-2666-6.
- Andri, 2012. Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Lanjut (*Advanced Mathematical Thinking*) Dalam Mata Kuliah Statistika Matematika 1, Seminar Nasional Prosiding ISBN: 978-979-16353-8-7.
- Anne K. Morris, James Hiebert, 2017. "*Effects of Teacher Preparation Courses: Do Graduates Use What They Learned to Plan Mathematics Lessons?*", American Educational Research Journal June 2017, Vol. 54, No. 3, pp. 524-567 DOI: 0.3102/0002831217695217 © 2017 AERA. <https://aerj.aera.net>.
- Ardalan K, 2014. "*The Lecture-Versus-Case Controversy: it's Philosophical Foundation*", <https://www.Researchgate.Net/Publication/254406486>.
- Arends, Richard .I, 1997. *Classroom Instruction and Management*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Asdar, 2017. "*Students' Self-Assessment on Their Spoken Interaction Using CEFR*", The 1st Education and Language International Conference Proceedings Center for International Language Development of Unissula.
- Ateec, 2009. "*Siting Power Generation Facilities*", Advanced Technology Environmental and Energy Center 500 Belmont Road Bettendorf.