

**MODEL PEMBELAJARAN *INNOVATION PROJECT APPLICATION*
(IPA) PADA APLIKASI LAPIS DINDING JEUMPA (JANGKAU
ENERGI HUNIAN HEMAT PAKAI KELAPA)**

DISERTASI



**Ditulis untuk memenuhi sebagian Persyaratan mendapatkan
Gelar Doktor Pendidikan Teknologi Kejuruan**

**Oleh:
KEMALA JEUMPA
NIM. 14193013**

**PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2021

ABSTRACT

Kemala Jeumpa, 2021. *Innovation Project Application (IPA) Learning Model JEUMPA in Wall Coating Application (Reaching Residential Energy Efficient using Coconut).*

This study aimed to develop the Innovation Project Application (IPA) learning model for Jeumpa Wall Coating. This science model was developed by synthesizing the PjBl model and environmental. This science model was developed in an effort to improve the skills and motivation of students in innovations related to energy-efficient building materials from environmental waste, namely coconut fiber as an answer to community environmental problems. In addition, this IPA model was also developed to respond to the challenges of Industry 4.0 namely: economic challenges including the increasing need for innovation; Environmental challenges including climate change and resources that require motivation to protect the environment and creativity to develop sustainable solutions.

In the process of developing this IPA Model using the Research and Development (R&D) method adopted from ADDIE by carrying out five stages of the process. Based on the learning needs of the Jeumpa Wall Coating and to achieve its goal then the Implementation of learning carried out in the Science model consisting of 7 syntaxes. The syntax in the IPA Model was grouped into 2 Phases, namely the planning Phase and the production Phase. The IPA model was also equipped with a support system for learning in the form of textbooks, model books, lecturer manuals and student manuals. To determine the feasibility of using the IPA model, it was validated by a team of experts and analyzed using Structural Equation Model (SEM). To find out the practical and effective level of the IPA Model, testing was carried out on the research subject, namely students of UNIMED Civil Engineering of D3 Study Program. The research subjects were divided into a limited class and an extended class consisting of an experimental class and a control class based on the Pretest and Posttest scores.

Based on the results of the validity test, the IPA Model was declared to met the eligibility requirements with an R level > 0.67 . Based on the practicality test it was stated that the IPA Model was practical to use. Based on the effectiveness test it was stated that the IPA Model was effective in improving student learning outcomes. Overall, based on the test results, it was stated that the IPA model was valid, practical and effective.

Keywords: *IPA Model, Jeumpa Wall Coating, Coconut Fiber, Environment, PjBL.*

ABSTRAK

Kemala Jeumpa, 2021. Model Pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) pada Aplikasi Lapis Dinding JEUMPA (Jangkau Energi Hunian Hemat Pakai Kelapa). Disertasi. Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Studi ini bertujuan melakukan pengembangan model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) dalam pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa. Model IPA ini dikembangkan dengan mensintesis model PjBl dan lingkungan. Model IPA ini dikembangkan dalam upaya untuk meningkatkan keterampilan dan motivasi peserta didik dalam inovasi terkait bahan bangunan hemat energi dari limbah lingkungan yaitu sabut kelapa sebagai jawaban permasalahan lingkungan masyarakat. Selain itu model IPA ini dikembangkan juga untuk merespon tantangan industri 4.0 yaitu tantangan ekonomi meliputi meningkatnya kebutuhan akan inovasi; tantangan terhadap lingkungan meliputi perubahan pada iklim dan sumber alam yang membutuhkan motivasi dalam melindungi kerusakan lingkungan dan inovasi menciptakan solusi bagi lingkungan berkelanjutan.

Dalam proses pengembangan Model IPA ini merujuk pada metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) yang diadopsi dari ADDIE dengan melakukan lima tahapan proses. Berdasarkan kebutuhan pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa agar tujuannya tercapai maka pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan dalam model IPA terdiri atas 7 sintaks. Sintaks dalam Model IPA dikelompokkan dalam 2 Fase yaitu Fase Perencanaan dan Fase Produksi. Model IPA ini juga dilengkapi dengan sistem pendukung untuk pembelajaran yaitu berupa buku ajar, buku model, buku pedoman dosen dan buku panduan mahasiswa. Untuk mengetahui kelayakan penggunaan Model IPA maka divalidasi oleh Tim ahli dan dianalisis menggunakan *Structural Equation Model* (SEM). Untuk mengetahui tingkat praktis dan efektif dari Model IPA ini dilakukan pengujian pada subjek penelitian yaitu mahasiswa prodi D3 Teknik Sipil UNIMED. Subjek penelitian terbagi kelas terbatas dan kelas diperluas meliputi kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan hasil *Pretest* dan *Posttest*.

Berdasarkan hasil pengujian validitas diperoleh hasil Model IPA dinyatakan layak karena memenuhi syarat kelayakan dengan tingkat R-Square $>0,67$. Berdasarkan uji praktikalitas dinyatakan bahwa Model IPA praktis untuk digunakan. Berdasarkan uji efektivitas dinyatakan bahwa Model IPA efektif dalam peningkatan pembelajaran peserta didik. Secara keseluruhan dari perolehan hasil uji coba maka dinyatakan bahwa Model IPA valid, praktis dan efektif.

Kata Kunci: Model IPA, Lapis Dinding Jeumpa, Sabut Kelapa, Lingkungan, PjBL.

PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI

Mahasiswa : Kemala Jeumpa
NIM : 14193013
Program Studi : Doktor (S3) PTK

MENYETUJUI

Promotor I,



Prof. Selamat Triono Ahmad, Ph.D.
NIP. 19581208 198403 1 001

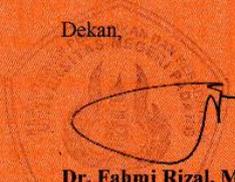
Promotor II,



Rusnardi Rahmat Putra, ST., M.T., Ph.D.
NIP. 19760923 200912 1 001

PENGESAHAN

Dekan,



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

Program Studi Doktor S3,



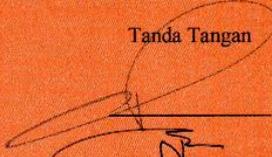
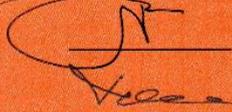
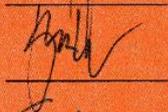
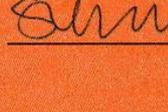
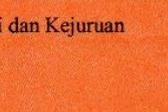
Prof. Dr. Ambivar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

**PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN DISERTASI**

DISERTASI

Mahasiswa : Kemala Jeumpa
NIM : 14193013

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Disertasi
Program Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Hari: Kamis, Tanggal : 21 Januari 2021

No.	Nama	Tanda Tangan
1	<u>Prof. Ganefri, Ph.D.</u> (Ketua)	
2	<u>Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T.</u> (Sekretaris)	
3	<u>Prof. Selamat Triono Ahmad, Ph.D.</u> (Promotor)	
4	<u>Rusnardi Rahmat Putra, ST., M.T., Ph.D.</u> (Co Promotor)	
5	<u>Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.</u> (Penguji)	
6	<u>Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed.</u> (Penguji)	
7	<u>Dr. Azwar Inra, M.Pd.</u> (Penguji)	
8	<u>Prof. Dr. Soesanto, M.Pd.</u> (Penguji Luar Institusi)	

Padang, 21 Januari 2021
Program Studi Doktor (S3) Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Ketua,


Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, disertasi dengan judul **“Model Pembelajaran *Innovation Project Application (IPA)* pada Aplikasi Lapis Dinding Jeumpa (Jangkau Energi Hunian Hemat Pakai Kelapa)”** adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan 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 dari tim promotor dan tim pembahas.
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 rujukan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 17 Februari 2021
Saya yang menyatakan,



Kemala Jeumpa
NIM. 14193013

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, pujian dan rasa syukur hanya kepada Allah SWT, serta shalawat dan salam untuk Rasulullah. Hanya dengan rahmat, pertolongan dan izin Allah sehingga disertasi ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan.

Dalam penelitian ini peneliti menyadari akan kekurangan dan keterbatasan peneliti. Dengan segala kerendahan hati, peneliti sangat mengharapkan sumbangan pikiran untuk mendukung penyempurnaan disertasi ini.

Peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan disertasi ini berdasarkan bantuan dan dukungan semua pihak. Dengan tulus peneliti ingin menghaturkan rasa terima kasih tidak terhingga ini kepada:

1. Prof. Ganefri, Ph.D selaku Rektor Universitas Negeri Padang.
2. Prof. Selamat Triono Ahmad, Ph.D selaku Promotor I dan Rusnardi Rahmat Putra, ST., M.T., Ph.D selaku Promotor II yang banyak meluangkan waktu untuk sumbangan pikiran dan masukan berharga, serta memberi arahan, bimbingan, dukungan sehingga peneliti termotivasi untuk menyelesaikan disertasi ini.
3. Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed dan Dr. Azwar Inra, M.Pd selaku Pembahas yang memberikan saran perbaikan dan masukan penyempurnaan terhadap disertasi ini.
4. Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd selaku Koordinator Pascasarjana Program Studi Doktor S3 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.
5. Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Prof. Dr. Soesanto, M.Pd selaku Penguji Eksternal yang memberikan saran perbaikan dan masukan penyempurnaan terhadap disertasi ini.
7. Tim ahli dalam FGD yaitu: Prof. Dr. Yasnur Asri, M.Pd, Dr. Ridwan, M.Sc.Ed, Dr. Azwar Inra, M.Pd, Faisal, Ph.D, Dr. Ir. Remon Lapisa, ST., M.T., M.Sc yang memberikan saran perbaikan dan masukan penyempurnaan terhadap disertasi ini.

8. Tim ahli Validator yaitu: Prof. Dr. Abd. Hamid K, M.Pd; Prof. Dr. Efendi Napitupulu, M.Pd; Prof. Dr. Sumarno, M.Pd; Dr. Sarwa, M.Pd; Dr. Dicky Nofriansyah, S.Kom., M.Kom, yang memvalidasi dan memberikan saran.
9. Teman-teman sejawat di Fakultas Teknik jurusan PTB UNIMED yang telah memberikan penilaian dalam uji praktikalitas.
10. Suami tercinta dan tersayang yang mendukung dalam kesabaran dan menyemangati dalam kasih sayang dan do'a selama ini.
11. Kakanda dan Adinda tersayang yang telah mendukung dan menyemangati dalam kasih sayang dan do'a selama ini.
12. Prof. Dr. Harun Sitompul, M.Pd selaku Dekan FT UNIMED.
13. Seluruh Dosen S3 FT UNP yang telah memberi dukungan motivasi dan berbagi ilmu dalam proses Pendidikan.
14. Tenaga administrasi Prodi S3 PTK FT UNP.
15. Teman-teman grub "KDBK" yang telah mendukung dan menyemangati selama ini.
16. Teman-teman seangkatan prodi S3 PTK FT UNP.
17. Mahasiswa prodi D3 Teknik Sipil FT UNIMED yang telah mengikuti dalam pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa melalui Model Pembelajaran IPA.
18. Semua yang terlibat telah memberi bantuan terhadap disertasi ini.

Semoga disertasi ini berguna dan bermanfaat bagi keilmuan dan pendidikan,
Aamiin Ya Rabbal'alamiin.

Padang, 17 Februari 2021

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
<i>ABSTRACT</i>	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI	iii
PERSETUJUAN KOMISI UJIAN DISERTASI	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	13
C. Tujuan Penelitian	14
D. Manfaat Penelitian	15
E. Spesifikasi Produk yang Dihasilkan	15
F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	16
G. Definisi Operasional	18
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Kerangka Teoritis	20
1. Pendidikan Teknologi dan Kejuruan	20
2. Kemampuan dalam Pembelajaran	22
3. Penelitian dan Pengembangan	24
4. Model Pembelajaran	28
5. Rancangan Model Pembelajaran	31
6. Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)	33
7. Rasional	37

8. Landasan Filosofi dalam Pengembangan	38
9. Teori Model Pembelajaran IPA	41
10. Model Pembelajaran <i>Innovation Project Application</i> (IPA)..	46
11. Fisika Bangunan	49
12. Bangunan Ramah Lingkungan (<i>Green Building</i>)	50
13. Kebutuhan Efisiensi Energi pada Bangunan	52
14. Perpindahan Panas pada Dinding Bangunan	55
B. Penelitian Relevan	58
1. Penelitian Relevan Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis <i>Project</i>	58
2. Penelitian Relevan Inovasi Dinding Peredam Panas	60
3. Penelitian Relevan Mewujudkan Bahan Hemat Energi dari Sabut Kelapa	62
C. Kerangka Berpikir dan Kerangka Konseptual	64
1. Kerangka Berpikir	64
2. Kerangka Konseptual	65

BAB III. METODE PENGEMBANGAN

A. Model Pengembangan	67
B. Prosedur Pengembangan	68
1. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa dengan Pendekatan Eksperimental	68
2. Pengembangan Model Pembelajaran <i>Innovation Project Application</i> (IPA) dengan Desain Pengembangan ADDIE ..	71
C. Uji Produk	76
D. Subjek Penelitian	78
E. Jenis Data	78
F. Instrumen Pengumpul Data	79
G. Teknik Analisis Data	86
1. Analisis Data Uji Validasi	86
2. Analisis Data Uji Praktikalitas	87
3. Analisis Data Uji Efektivitas	87

4. Uji Normalitas	88
5. Uji Homogenitas	88
6. Uji-t	89
BAB IV. HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN	
A. Penyajian Dan Analisis Data	90
1. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>)	90
2. Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	105
3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	116
4. Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	135
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	163
B. Pembahasan	164
C. Kebaruan Penelitian	170
D. Keterbatasan Penelitian	171
BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	
A. Kesimpulan	172
B. Implikasi	174
C. Saran	175
DAFTAR RUJUKAN	176
LAMPIRAN	183

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Kemampuan Belajar Robert M. Gagne	23
2.2. Sintaks Pembelajaran Berbasis Proyek	35
2.3. Sintaks Model IPA	48
3.1. Konfigurasi <i>One Group Pretest - Posttest Design</i>	76
3.2. Perlakuan pada Kelas Kontrol dan Eksperimen	77
3.3. Kisi-Kisi Instrumen Uji Validitas Konstruk	80
3.4. Kisi-Kisi Instrumen Uji Validitas Isi	80
3.5. Kisi-Kisi Instrumen Uji Praktikalitas	81
3.6. Indikator Penilaian Aspek Kognitif	81
3.7. Indikator Penilaian Aspek Afektif	83
3.8. Modus untuk Pengukuran Aspek Afektif	83
3.9. Indikator Penilaian Aspek Psikomotor	84
3.10. Rubrik Penilaian Psikomotor untuk Lapis Dinding Jeumpa	85
3.11. Rubrik Penilaian Psikomotor untuk <i>Leaflet</i>	85
3.12. Rentang Kategori Tingkat Praktikalitas	87
4.1. Keterkaitan Visi, Misi, Tujuan dan Sasaran Program Studi	91
4.2. Faktor Penyebab Utama dan Akar Masalah	96
4.3. Daftar Studi Literatur Model Pembelajaran IPA	197
4.4. Koefisien Atenuasi Sabut Kelapa	104
4.5. Sintaks Model IPA dan Deskripsi Kegiatan	107
4.6. Relevansi Sintaks Model IPA	110
4.7. Rangkuman Hasil <i>Focus Group Discussion</i>	117
4.8. Nilai Indeks Kelayakan Model	119
4.9. Hasil Analisis Model IPA dengan SEM-PLS	122
4.10. Penilaian Validator terhadap Isi Buku Model IPA	124
4.11. Penilaian terhadap Isi Buku Ajar Lapis Dinding Jeumpa	126
4.12. Penilaian terhadap Isi Buku Pedoman Dosen Model IPA	126
4.13. Penilaian terhadap Isi Buku Panduan Mahasiswa Model IPA	127

4.14. Uji Praktikalitas Buku Model IPA terhadap Aspek 1	128
4.15. Uji Praktikalitas Buku Model IPA terhadap Aspek 2	130
4.16. Uji Praktikalitas Buku Model IPA terhadap Aspek 3	130
4.17. Uji Praktikalitas Buku Model IPA terhadap Aspek 4	130
4.18. Uji Praktikalitas Buku Ajar Melalui Model IPA	131
4.19. Uji Praktikalitas Buku Pedoman Dosen Model IPA	132
4.20. Uji Praktikalitas Buku Panduan Mahasiswa Model IPA	132
4.21. Uji Praktikalitas Buku Ajar oleh Mahasiswa	133
4.22. Uji Praktikalitas Panduan Mahasiswa melalui Model IPA oleh Mahasiswa	134
4.23. Data <i>Pretest</i> Kelas Uji Coba Terbatas	135
4.24. Distribusi Frekuensi <i>Pretest</i> Kelas Uji Coba Terbatas	136
4.25. Hasil Analisis <i>Pretest</i> Kelas Uji Coba Terbatas	137
4.26. Data <i>Posttest</i> Kelas Uji Coba Terbatas	138
4.27. Distribusi Frekuensi <i>Posttest</i> Kelas Uji Coba Terbatas	138
4.28. Hasil Analisis <i>Posttest</i> Kelas Terbatas	139
4.29. Selisih Nilai <i>Posttest</i> dan <i>Pretest</i> Kelas Terbatas	140
4.30. Nilai Beda Kelas Terbatas	140
4.31. Distribusi Frekuensi <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	142
4.32. Hasil Analisis <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	143
4.33. Distribusi Frekuensi <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	144
4.34. Hasil Analisis <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	145
4.35. Distribusi Frekuensi <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	146
4.36. Hasil Analisis <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	147
4.37. Distribusi Frekuensi <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	148
4.38. Hasil Analisis <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	149
4.39. Perbandingan Hasil Belajar Kelas Kontrol dan Eksperimen	150
4.40. Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	151
4.41. Hasil Uji Normalitas <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	152
4.42. Hasil Uji Homegenitas <i>Pretest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	153
4.43. Hasil Uji Homogenitas <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	154

4.44. Hasil Uji Beda <i>Pretest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	155
4.45. Hasil Belajar Psikomotor Kelas Kontrol	155
4.46. Hasil Belajar Psikomotor Kelas Eksperimen	156
4.47. Hasil Uji Beda <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	156
4.48. Perbedaan Hasil Psikomotor Kelas Kontrol dan Eksperimen	157
4.49. Hasil Belajar Afektif Kelas Kontrol	158
4.50. Hasil Belajar Afektif Kelas Eksperimen	159
4.51. Perbedaan Hasil Belajar Afektif Kelas Kontrol dan Eksperimen	159
4.52. Hasil Belajar Kognitif Kelas Kontrol	161
4.53. Hasil Belajar Kognitif Kelas Eksperimen	161
4.54. Perbedaan Hasil Kognitif Kelas Kontrol dan Eksperimen	161
4.55. Perbandingan Hasil Psikomotor, Kognitif dan Afektif	162

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Urutan Level Ranah Kognitif	24
2.2. Kategori Ranah Psikomotor dan Afektif	24
2.3. Model Perancangan Desain ADDIE	26
2.4. Ilustrasi Proses Inovasi	44
2.5. Kerangka Berpikir dalam Penelitian	65
2.6. Kerangka Konseptual Pengembangan Model IPA	66
3.1. Kerangka Pendekatan Eksperimen Lapis Dinding Jeumpa	69
3.2. Proses Pembuatan Material Sabut	70
3.3. Proses Pengujian Bahan	71
3.4. Prosedur Pengembangan Model Pembelajaran IPA	72
4.1. Hasil Uji Bahan Tanpa Sabut dengan Tebal 2 cm	198
4.2. Hasil Uji Bahan Jeumpa dengan Tebal Sabut 1 cm	199
4.3. Hasil Uji Bahan Jeumpa dengan Tebal Sabut 2 cm	100
4.4. Hasil Uji Bahan Jeumpa dengan Tebal Sabut 3 cm	101
4.5. Suhu yang Terukur untuk Tebal Sabut 1 cm Tiap 30 menit	102
4.6. Suhu yang Terukur untuk Tebal Sabut 2 cm Tiap 30 menit	102
4.7. Suhu yang Terukur untuk Tebal Sabut 3 cm Tiap 30 menit	103
4. 8. Hubungan antara Koefisien Atenuasi dan Tebal Sabut	104
4. 9. Konsep Pengembangan Model Pembelajaran IPA	106
4.10. Struktur Model Pembelajaran IPA	115
4.11. Koefisien <i>Loading Factor</i> dan AVE Sintak Model IPA	120
4.12. Nilai <i>Composite Reliability</i> Sintak Model IPA	121
4.13. <i>Path Coefficient</i> dan <i>R-Square</i> Sintak Model IPA	122
4.14. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Pretest</i> Kelas Terbatas	136
4.15. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Pretest</i> Kelas Terbatas	137
4.16. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Posttest</i> Kelas Terbatas	138
4.17. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Posttest</i> Kelas Terbatas	139
4.18. Diagram Nilai Beda Rata-rata Kelas Uji Terbatas	141

4.19. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	142
4.20. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	142
4.21. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	144
4.22. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	144
4.23. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	146
4.24. Diagram Frekuensi Absolut Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	146
4.25. Diagram Frekuensi Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	148
4.26. Diagram Frekuensi Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	148
4.27. Diagram Hasil Belajar Kelas Kontrol dan Eksperimen	150
4.28. Diagram Psikomotor Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	157
4.29. Diagram Afektif Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	160
4.30. Diagram Kognitif Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	162
4.31. Diagram Hubungan Psikomotor, Kognitif, Afektif	163
4.32. Bagan <i>Nucturant Effect</i> dalam Model IPA	163

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Uji Coba Penelitian	183
2. Surat Izin Penelitian	184
3. Surat Balasan Izin Penelitian dari Dekan FT UNIMED	185
4. Surat telah Melaksanakan Penelitian dari Dekan FT UNIMED	186
5. Instrumen Validasi Konstruk Sintaks	187
6. Instrumen Validasi Isi Buku Model Pembelajaran IPA	191
7. Instrumen Validasi Isi Buku Ajar	295
8. Instrumen Validasi Isi Buku Pedoman Dosen	299
9. Instrumen Validasi Isi Buku Panduan Mahasiswa	203
10. Instrumen Praktikalitas	207
11. Indikator Penilaian Psikomotor	213
12. Indikator Penilaian Afektif	214
13. Indikator Penilaian Kognitif	215
14. Hasil <i>Leaflet</i> Mahasiwa	216
15. Nilai <i>Pretest</i> Kelas Uji Terbatas	225
16. Nilai <i>Posttest</i> Kelas Uji Terbatas	227
17. Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	228
18. Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	230
19. Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	231
20. Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	233
21. Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran	234

DAFTAR SINGKATAN

IPA	: <i>Innovation Project Application</i>
JEUMPA	: Jangkau Energi Hunian Hemat Pakai Kelapa
AC	: <i>Air Conditioner</i>
CO ₂	: <i>Carbon Dioksida</i>
GRK	: Gas Rumah Kaca
UNFCCC	: <i>United Nations Framework Convention Climate Change</i>
GHGs	: <i>Green House Gases</i>
WHO	: <i>World Health Organisation</i>
CFC	: <i>Chloro fluoro Carbons</i>
CO	: Carbon Monoksida
ASHRAE	: <i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
Met	: Metabolisma
Evp	: Evaporasi
Cnd	: Konduksi
Cnv	: Konveksi
Rad	: Radiasi
PMV	: <i>The predicted mean vote</i>
PPD	: <i>Predicted Percentage Dissatisfied</i>
ISO	: <i>International Organization for Standardization</i>
GBCI	: <i>Green building Council Indonesia</i>
ASTM	: <i>American Society of Testing and Materials</i>
RH	: <i>Relatif Humadity</i>
C	: Celcius
K	: Kelvin
λ	: Konduktivitas termal
HVAC	: <i>Heating Ventilation and Air Conditioner</i>
T	: Temperatur
R	: Tahanan bahan (hambatan)
W	: Watt
BITES	: <i>Building Integrated Thermal Energy Storage</i>
d	: Tebal bahan
m	: Meter
cm	: Centimeter

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemanasan global sebagai fenomena global terjadi akibat aktivitas manusia termasuk salah satunya adalah bidang bangunan. Konstruksi bangunan termasuk salah satu penghasil terbesar emisi yaitu karbon dioksida. Berdasarkan Ardiani (2015), selain itu perkembangan yang terjadi pada pembangunan proyek konstruksi juga memberikan pengaruh besar pada keseimbangan ekosistem lingkungan (Lina Yuliastina, 2016). Selain merupakan penghasil emisi CO₂ yang cukup besar sektor konstruksi juga merupakan pengguna utama dari sumber energi tak terbarukan. Bourdeau (1999) dari penelitiannya dibuktikan bahwa industri konstruksi mengeksploitasi sumberdaya alam secara rutin sekitar 30-40% (Hari Agung Yuniarto, 2016).

Lebih lanjut lagi menurut Sekretaris Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dalam Diskusi Pohon dan *Green building* (2013), fakta mengenai bangunan gedung di dunia menghabiskan lebih dari 1/3 sumber daya dunia untuk konstruksinya yaitu menggunakan 40% dari total energi global dan menghasilkan 40% dari total emisi *Greenhouse Gas* (GHG). Tahun 2030 diperkirakan 1/3 total emisi CO₂ dunia berasal dari bangunan gedung, dengan penyumbang terbesar dari negara-negara di Asia. Perkiraan konsumsi energi dan proyeksi emisi CO₂ akan terus meningkat dalam kurun waktu dari tahun 2005 hingga tahun 2030. Perkiraan penggunaan energi di Indonesia juga akan terus meningkat terutama dari hunian dan komersial.

Selain itu didukung oleh kenyataan yang terjadi, bahwa dari seluruh bangunan yang terbangun saat ini, hanya sebesar 2% bangunan baru sedangkan bangunan yang lama sebesar 98%. Apabila bangunan baru sebesar 2% ini dibangun berdasarkan prinsip ramah lingkungan dengan asumsi 50 tahun umur bangunan, maka pada tahun 2030 akan terdapat bangunan ramah lingkungan hanya sebesar 15%, sedangkan 85% bangunan lagi merupakan bangunan yang memberikan dampak negatif yang menyebabkan kerusakan bagi lingkungan. Hal ini diperparah

lagi dengan kenyataan yang ada, bahwa di kawasan perkotaan bangunan merupakan penyumbang efek gas rumah kaca sebesar 80%, disebabkan secara umum masyarakat urban menggunakan 90% waktunya di dalam bangunan dilengkapi alat pendingin udara, (Tiyok Prasetyoadi, 2010). Selain sebagai penyumbang emisi gas CO₂, sekitar 30% bangunan di dunia juga bermasalah pada kualitas udara dalam ruangan menurut *World Health Organisation* (WHO). Oleh karena itu, inovasi dan renovasi pada bangunan akan memberikan dampak yang lebih baik pada lingkungan.

Berdasarkan hal ini melatar belakangi komitmen pemerintah membuat berbagai kebijakan terkait pemanasan global salah satu diantaranya adalah Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Salah satu aksi dari gerakan GRK ini adalah sektor energi diperkirakan adanya potensi terhadap penghematan energi yang dapat dilakukan pada bangunan gedung antara lain 15-30% dari sektor industri, 10-20% sektor rumah tangga, dan 10-20% dari sektor komersial.

Berdasarkan hal tersebut maka lahir konsep *green architecture* merupakan suatu pendekatan dalam perencanaan arsitektur berupaya untuk menurunkan pengaruh yang menyebabkan kerusakan bagi kesehatan pada manusia dan lingkungan. Konsep *green architecture* ini akan melahirkan manfaat yaitu diantaranya usia bangunan yang bisa lebih lama, bangunan hemat energi, meminimalkan perawatan bangunan, memberi kenyamanan terhadap penghuni. Berdasarkan konsepnya *green architecture* ini akan menyumbangkan kontribusi dalam mengatasi permasalahan lingkungan (M. Maria Sudarwani, 2012). Bagian dari *green architecture* adalah *green building* yang didefinisikan merupakan suatu bangunan yang melalui konservasi sumber daya berupaya menurunkan dampak buruk lingkungan dan menjaga kesehatan bagi penghuni bangunan. *Green building* adalah konsep untuk bangunan berkelanjutan yang memiliki prinsip hemat energi dan berdampak positif terhadap lingkungan, ekonomi dan sosial. Salah satu upaya dalam mengantisipasi perubahan iklim global maka digalakkan pembangunan *green building* yaitu gedung hemat energi. Melalui konsep *green building* maka energi yang digunakan pada suatu gedung dapat berkurang sebesar 50%, sedangkan penambahan biaya untuk pembangunan *green building* hanya sebesar 5%. Salah

satu pertimbangan desain *green building* adalah untuk mengurangi radiasi sinar matahari masuk ke dalam bangunan, dengan begitu dapat menurunkan penggunaan energi pada *Air Conditioner* (AC). Untuk perencanaan *green building* terdapat beberapa aspek yang bisa dipertimbangkan yaitu aspek *Passive Design*, *Active Design*, Kondisi Udara Ruangan, *Management*, serta *Service & Maintenance* (M. Maria Sudarwani, 2012).

Berkaitan pentingnya kebutuhan akan *green building* ini, di dalam Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Hijau, dinyatakan bahwa untuk menyelenggarakan penerapan bangunan gedung berkelanjutan yang efisien menggunakan sumber daya dan meminimalkan emisi gas rumah kaca, perlu mematuhi persyaratan bangunan gedung hijau dalam tahapan pelaksanaannya agar dapat tercapai kinerja bangunan gedung yang efisien. Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 02/PRT/M/2015 Tentang Bangunan Hijau, pasal 5 disebutkan bahwa Bangunan gedung yang dianjurkan (*recommended*) dan sukarela (*voluntary*) harus memenuhi persyaratan bangunan gedung hijau termasuk bangunan hunian. Bangunan gedung yang mengkonsumsi sejumlah besar sumber daya energi berpotensi dilakukan penghematan.

Menurut Sekretaris Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dalam Diskusi Pohon dan *Green building* (2013), pelaku dalam proses penyelenggaraan bangunan gedung hijau termasuk di dalamnya adalah masyarakat dan pengguna gedung. Dalam Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Hijau, pasal 30 disebutkan yaitu: peran masyarakat untuk mengimplementasikan peraturan bangunan gedung hijau, diantaranya: ikut aktif terhadap penyebaran informasi mengenai peraturan dan persyaratan bangunan gedung hijau. Konsep bangunan ramah lingkungan ini menjadi tanggung seluruh masyarakat sebagai pengguna bangunan bukan hanya menjadi tanggung jawab pelaku industri konstruksi. Namun masih sebagian kecil masyarakat Indonesia yang menyadari pentingnya penggunaan material bangunan yang mengakomodasi isu lingkungan yaitu material hemat energi dan ramah lingkungan. Material ramah lingkungan dapat terbagi dari dua bagian yaitu secara

teknologi dan penggunaan. Berdasarkan teknologi antara lain jenis bahan tidak bertentangan dengan alam, sedangkan dari segi penggunaan material yang ramah lingkungan. Teknologi dan inovasi terhadap material mempunyai peranan penting terhadap bangunan ramah lingkungan. Masyarakat harus mengetahui bahwa sekecil apapun upaya yang dilakukan dalam rangka mewujudkan bangunan ramah lingkungan akan menjadi sangat berarti untuk tercapainya keseimbangan alam. Tantangan ini penting dilakukan untuk membangun kesadaran dan pengetahuan masyarakat mengenai bangunan yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Sinar matahari adalah sumber panas utama pada bangunan, panas sinar matahari terutama akan masuk pada ruangan melalui media atap dan dinding. Sekitar 83% panas matahari berupa sinar infra merah yang mengenai atap dan dinding bangunan akan terserap dan dipancarkan ke dalam ruangan dengan cara radiasi, konduksi dan konveksi. Fungsi selubung bangunan adalah mengendalikan beban panas dari radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan (transmisi). Dalam iklim tropis lembab, selubung bangunan memiliki peranan yang sangat penting bagi kenyamanan penghuni. Radiasi matahari masuk ke dalam bangunan melalui dinding sebagai selubung vertikal dan atap sebagai selubung horizontal. Menurut Cook (1985); Giovani (1994), pendinginan ruang dengan cara ini tergolong sistim *passive cooling* yang sangat mengandalkan pergerakan udara sebagai medium pembawa panas pada pagi hingga sore hari untuk mengurangi termal ruangan (Danny Santoso Mintorogo, 2013, p.9).

Pemanasan global mengakibatkan semakin panasnya suhu bumi sehingga penggunaan alat pendingin udara juga semakin meningkat. Oleh sebab itu hal tersebut akan memperbesar penggunaan energi bumi dan memperbesar kontribusi meningkatnya suhu bumi dan efek rumah kaca. Bourdeau, (1999) dalam penelitiannya membuktikan bahwa dari jumlah energi yang dikonsumsi sebuah bangunan gedung sekitar 50% adalah untuk alat pendingin. Dari total keseluruhan energi yang dikonsumsi suatu negara sekitar 30% digunakan oleh *housing*. Angka ini merupakan persentase dari kondisi negara maju yang lebih *manageable*, sedangkan untuk negara berkembang diperkirakan persentasenya lebih besar lagi.

Fakta ini jika tidak ditangani serius maka dapat memberikan dampak yang membahayakan terhadap pembangunan bangsa (Hari Agung Yuniarto, 2016).

Berdasarkan faktor tersebut, perlu diimbangi dengan adanya inovasi bangunan yang dapat menghemat energi dan ramah lingkungan, seperti yang sudah dikembangkan di beberapa negara. Konsep pembangunan *green architecture* dan *green building* ini diciptakan dengan memfokuskan pada efisiensi penggunaan sumber daya energi dan air serta material bangunan, desain bangunan, masa pembangunan hingga perawatan bangunan. Penerapan konsep ini dapat dilakukan pada salah satu material selubung bangunan yaitu dinding. Radiasi panas matahari pada dinding akan diteruskan ke dalam bangunan sehingga menyebabkan terjadi panas dalam ruangan. Dinding memerlukan perlindungan dan peredaman dari panas matahari sehingga dapat mengurangi penggunaan alat pendingin udara di dalam ruangan, hal ini juga sekaligus dapat mengurangi penggunaan energi bumi dan ikut menyelamatkan lingkungan.

Fenomena pemanasan global ini mendorong munculnya inovasi-inovasi dalam bidang teknologi bangunan dan pendidikan. Penelitian mengenai inovasi terkait bangunan ramah lingkungan juga sudah dilakukan beberapa peneliti diantaranya yaitu: Penelitian terhadap panel beton ringan fokus pada bahan perlit sebagai pengisi campuran panel beton yang dapat berfungsi sebagai insulator panas (Ayu Yuswita Sari et.al., 2011); Penelitian terhadap bahan campuran mortal dengan fokus pada pemanfaatan pumice breksia sebagai bahan utama mortar instan sebagai peredam panas (Khorunnisa, Agus Santoso, 2015); Penelitian konduktifitas panas antara gabus (*styrofoam*) dengan sekam padi dan fokus mengukur perbandingan bahan papan partikel gabus dengan bahan papan partikel sekam padi sebagai bahan yang baik untuk isolator panas (Hary Wibowo, 2008); Penelitian terhadap penambahan material *retoreflexive* pada dinding, yang dapat meningkatkan kondisi suhu bangunan dengan memantulkan radiasi matahari kembali ke arah yang berlawanan (Xi Meng et.al., 2016). Penelitian menyelidiki kinerja terhadap thermal dari empat bahan bangunan yang biasa digunakan untuk dinding di Malaysia yang paling baik dalam menyerap panas (Mohd Fadhil Md Din et.al., 2012); Penelitian pada koefisien penyerapan panas matahari dari dinding berdasarkan kekasaran

bahan dan warna (Jian Yao, 2011); Berdasarkan inovasi-inovasi yang telah dilakukan beberapa peneliti tersebut membuktikan bahwa mewujudkan bangunan hemat energi merupakan upaya yang sangat penting untuk dilakukan.

Terkait dengan bangunan hemat energi yang ramah lingkungan dan selaras dengan alam, di dalam bidang Teknik Sipil dan Arsitektur sangatlah penting untuk mempelajari dan memahami ilmu Fisika Bangunan. Tanpa mengikuti kaidah ilmu tersebut maka tidak akan berarti hasil karya bangunan yang diciptakan. Fisika Bangunan sangat mementingkan segi kenyamanan dan kesehatan penghuni. Bangunan yang dirancang dengan memperhitungkan ilmu Fisika Bangunan akan dirasakan manfaatnya antara lain diperoleh melalui pengaturan tata ruang, pemilihan material, pengaturan fisik yang tepat dan efisien, serta selaras dengan lingkungan alam. Fisika Bangunan berkaitan dengan kebutuhan akan kenyamanan dan kesehatan pada bangunan, selain itu juga mempertimbangkan material, arsitektur, ekologi lingkungan, dan ekonomi yang selaras dengan alam. Kenyamanan merupakan salah satu kondisi kesehatan bagi mental dan fisik manusia, tingkat kenyamanan yang dicapai sangat tergantung pada faktor manusia dan lingkungannya. Untuk mencapai tingkat kenyamanan *thermal* pada suatu bangunan membutuhkan pengetahuan, rekayasa dan inovasi.

Tujuan dari mata kuliah Fisika Bangunan adalah meminimalkan pengaruh alam yang berakibat buruk terhadap bangunan yaitu dengan mengembangkan kemampuan dan keterampilan mahasiswa untuk merencanakan dan merancang bangunan yang memenuhi kaidah Fisika Bangunan. Selama ini penyampaian materi kuliah Fisika Bangunan tanpa adanya pengembangan kepada inovasi yang dikaitkan dengan pengaruh pemanasan global. Pembelajaran yang dilakukan tanpa adanya pengembangan ke arah praktik dan inovasi menyebabkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa tidak berkembang dan tidak termotivasi terhadap inovasi. Mutu dari sebuah pendidikan dapat dinilai baik jika pembelajarannya terlaksana dengan efektif dan dapat meningkatkan keterampilan dan pengalaman bagi peserta didik. Individu-individu yang unggul dan bermanfaat secara keseluruhan bagi masyarakat, bangsa dan negara adalah merupakan produk dari sebuah pendidikan yang bermutu baik. Berdasarkan hal ini maka penting sekali untuk melakukan pengembangan dalam

pembelajaran dalam Fisika Bangunan terkait dengan kebutuhan bangunan hunian hemat energi dalam rangka ikut menyelamatkan lingkungan.

Pada masa sekarang ini menurut Muhammad Yahya (2018), dalam orasi ilmiahnya menyatakan bahwa dalam Industri 4.0 merupakan tahap revolusi teknologi dimana akan terjadinya perbedaan cara beraktivitas manusia dibandingkan dengan pengalaman hidup sebelumnya. Industri 4.0 akan menyebabkan terjadinya banyak perubahan terhadap hidup manusia, secara fundamental akan menyebabkan dampak yang besar pada dunia kerja. Di satu sisi industri 4.0 memberikan pengaruh positif yaitu meningkatnya efektifitas dan efisiensi pada sumber daya dan biaya produksi, namun di sisi lain akan berdampak pada pengurangan lapangan pekerjaan. Akan muncul tantangan besar bagi Indonesia berupa peningkatan pengangguran dan daya saing pada sumber daya manusia. Negara harus dapat merespon perubahan yang terjadi ini secara terintegrasi dan komprehensif dengan cara melibatkan semua pihak yang berkepentingan dan akademisi serta masyarakat sipil untuk mengelola tantangan industri 4.0 menjadi peluang bagi kehidupan berkelanjutan.

Salah satu upaya pemerintah merespon tantangan industri 4.0 yaitu melalui pendidikan kejuruan dengan meningkatkan kualitas sumber daya manusia mulai tahun 2018. Kebijakan pemerintah dalam hal ini adalah revitalisasi pendidikan kejuruan Indonesia. Gerakan yang direncanakan pemerintah diantaranya adalah gerakan literasi yaitu literasi digital, literasi teknologi, dan literasi manusia. Diharapkan pendidikan kejuruan dapat memodali para lulusannya dengan tiga literasi tersebut. Diprediksi pada era industri 4.0 ini tiga keterampilan tersebut merupakan yang akan sangat dibutuhkan. Oleh sebab itu maka pembelajaran abad 21 harus dapat menyesuaikan muatannya dengan perubahan pada era industri 4.0. Muatan pembelajaran yang diharapkan dapat disesuaikan dengan perubahan era 4.0 tersebut adalah: 1) pembelajaran dan keterampilan berinovasi berupa kemampuan menguasai pengetahuan dan keterampilan bermacam-macam, berpikir kritis dan menyelesaikan masalah, komunikasi dan kolaborasi, kreatifitas dan inovasi; 2) keterampilan literasi digital berupa literasi informasi, literasi media, dan literasi *Information and Communication Technologies* (ICT); 3) karir dan kecakapan berupa fleksibilitas dan adaptabilitas, inisiatif, interaksi

sosial dan budaya, produktifitas dan akuntabilitas, kepemimpinan dan tanggung jawab (Trilling & Fadel, 2009).

Berdasarkan tuntutan dalam era revolusi industri maka menuntut manusia untuk mampu memanfaatkan setiap kesempatan, termasuk dalam hal ini dibutuhkan pengembangan keterampilan yang dapat bermanfaat dimasa depan. Bukan hanya keterampilan digital yang harus dibekali, tetapi juga pengetahuan dan pengembangan inovasi dan pengaplikasian inovasi. Jika tidak ingin tertinggal oleh kemajuan di era ini maka mahasiswa harus kreatif dalam segala aspek untuk dapat bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Mahasiswa sebagai generasi muda yang siap bersaing dan berperan di dalam masyarakat sangat diharapkan pengembangan keterampilannya ke arah inovasi karena mahasiswa merupakan aktor kunci sebagai pengambil keputusan dalam menjawab permasalahan di lingkungan masyarakat. Sejalan dengan hal ini, secara lebih spesifik bahwa tantangan industri 4.0 diantaranya adalah: 1) tantangan ekonomi termasuk meningkatnya kebutuhan akan inovasi; 2) tantangan lingkungan termasuk di dalamnya perubahan pada iklim dan sumber daya yang membutuhkan motivasi, inovasi dan solusi untuk menjaga lingkungan keberlanjutan (Hecklau, et.al. 2016).

Dalam rangka menyiapkan peserta didik yang bermanfaat di masa depan maka dibutuhkan pengembangan dalam pembelajaran. Terkait dengan hal ini menurut Peraturan Pemerintah Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses menyatakan bahwa setiap pendidik dalam satuan pendidikan memiliki kewajiban untuk membuat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dengan lengkap dan sistematis, interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang. Pembelajaran harus dapat memotivasi peserta didik untuk aktif berpartisipasi serta memberikan kesempatan bagi prakarsa, kreatifitas, kemandirian, perkembangan fisik dan psikologis peserta didik. Suatu pendidikan memerlukan kemampuan untuk diimplementasikan berupa harapan dan gagasan untuk menjawab permasalahan dalam kehidupan. Pembelajaran membutuhkan keterampilan dan penalaran untuk menghubungkan fakta dan pendapat yang mendukung dalam menyelesaikan persoalan berkaitan dengan kehidupan. Hal ini sesuai dengan pengetahuan dan keterampilan yang harus

diperoleh mahasiswa agar termotivasi melakukan upaya dalam menjawab permasalahan dalam kehidupan masyarakat melalui inovasi.

Hal ini senada dengan peran pengajar dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi. Pengajar memiliki tiga tanggung jawab yang tercantum dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu mengajar, melakukan penelitian (riset), dan pengabdian masyarakat. Selain berperan sebagai pendidik, pengajar juga berperan sebagai ilmuwan. Sebagai ilmuwan, pengajar mempunyai kewajiban mengembangkan keilmuan yang ditekuninya melalui penelitian, pengembangan gagasan dan ide ilmiah dan pengajar juga harus memberikan kontribusi yang nyata dalam pengembangan ipteks. Menurut UU 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi pasal 12 ayat (2), pengajar sebagai ilmuwan memiliki tugas mengembangkan suatu cabang ilmu pengetahuan dan/atau teknologi melalui penalaran dan penelitian ilmiah serta menyebarkannya.

Menurut Karim Suryadi selaku Dekan Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia bahwa para pengajar sudah seharusnya membuat penelitian yang berdasarkan perencanaan *roadmap* penelitian yang sistematis, melibatkan perkembangan hasil penelitian yang aktual serta dalam rangka mengatasi fenomena penting yang terjadi di masyarakat dan industri. Ipteks yang dikembangkan oleh pengajar akan bermanfaat bagi pengembangan keilmuan peserta didik. Oleh karena itu harusnya para pengajar melakukan pembelajaran berdasarkan hasil riset sehingga peserta didik akan memperoleh ipteks yang terbaru, ilmu dan keterampilannya selalu berkembang sejalan dengan pengembangan ipteks secara global, hal ini disampaikan oleh Ganefri selaku Rektor Universitas Negeri Padang, dan diperkuat lagi dengan hal yang sama oleh Dadi Darmadi selaku Direktur Advokasi Pusat Pengkajian Islam dan Masyarakat UIN Syarif Hidayatullah. Berdasarkan hal tersebut maka para pengajar tidak dapat melepaskan diri dari tugas dan perannya meneliti dibidang keilmuannya, idealnya penelitian riset tidak hanya berakhir sebagai publikasi tetapi melainkan sebagai inovasi yang akan ditularkan kepada mahasiswa sebagai generasi penerus tanggung jawab keilmuannya.

Selama ini aplikasi dari suatu penelitian pada umumnya tidak sampai secara langsung kepada peserta didik dan masyarakat, padahal penelitian dilakukan adalah salah satu upaya untuk menjawab permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan masyarakat. Oleh sebab itu harusnya para pengajar memperkaya materi pembelajaran dengan hasil risetnya dan melakukan pembelajaran harus berdasarkan hasil risetnya. Melalui pengembangan model IPA ini diharapkan peserta didik dapat termotivasi dalam berinovasi memanfaatkan bahan limbah dari lingkungan dan untuk perbaikan lingkungan. Dalam hal ini peserta didik berperan sebagai agen perubahan di dalam masyarakat. Hal ini didukung bahwa model pembelajaran dengan menggunakan aspek penelitian akan membuat peserta didik dapat (a) mengembangkan keterampilan penelitian, (b) menghasilkan praktik terbaik, (c) dan meningkatnya kapasitas sebagai agen untuk perubahan dan peningkatan di lingkungannya (Bourner, Bowden, & Laing, 2000, dalam Tara L, Shepperson).

Sebagai bagian dari masyarakat, peserta didik memiliki peran vital dan menyeluruh sehingga oleh para pakar dikelompokkan dalam tiga fungsi pokok yaitu: *agent of change, social control and iron stock*. Dengan fungsi tersebut, tentu saja tidak dapat dielakkan bahwa begitu besar peran yang harus diemban oleh peserta didik demi mewujudkan perubahan bangsa untuk menjadi lebih baik. Peserta didik memiliki peranan penting di kampus maupun di lingkungan masyarakat, diharapkan mampu menyumbangkan pengetahuannya kepada masyarakat dan lingkungan. Ide dan inovasi cerdas seorang peserta didik sebagai hasil dari pemikiran yang inovatif mampu mengubah paradigma yang berkembang dalam suatu kelompok masyarakat dan menjadikannya menjadi lebih terarah sesuai kepentingan bersama. Dengan begitu ipteks yang dikembangkan oleh pengajar selain bermanfaat bagi peserta didik juga akan bermanfaat bagi masyarakat. Permasalahan yang dihadapi masyarakat terhadap lingkungan akan diupayakan solusinya sehingga akan meningkatkan perbaikan untuk kehidupan dan pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraannya.

Mengacu kepada jenjang kejuruan pada KKNI maka seorang peserta didik harus benar-benar mampu menguasai konsep ilmu pengetahuan dan pengembangannya secara teoritis dan praktis. Didukung dengan prinsip-prinsip

dalam pendidikan vokasional oleh Prosser diantaranya yaitu pendidikan kejuruan disebut efektif jika membuat setiap peserta didik mampu memiliki motivasinya, pengetahuannya dan keterampilannya hingga tingkatan tertinggi; jika peserta didik diberikan pelatihan pada pekerjaan nyata yang sarat nilai dan pengalaman maka dapat dinyatakan keefektifan proses pembinaan akan tercapai; jika dapat memberikan sesuai dengan kebutuhan dan keperluan seseorang maka pendidikan kejuruan dapat dinyatakan sebagai layanan sosial yang efisien dan efektif. Untuk mencapai kemampuan-kemampuan tersebut maka peserta didik harus dimotivasi dan dilatih kemampuan dan keterampilannya terhadap inovasi untuk menjawab suatu tantangan yang ada pada lingkungannya.

Dalam upaya untuk mengembangkan keterampilan dan inovasi peserta didik salah satunya dapat dilakukan melalui pengembangan model pembelajaran berbasis proyek. Beberapa penelitian tentang pengembangan model pembelajaran berbasis proyek ini telah dilakukan beberapa peneliti diantaranya adalah: Wahyudi dan Adi Winanto (2018), meneliti tentang *Development of Project Base Blended Learning (PJB2L) Model to Increase Pre Service Primary Teacher Creativity*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini juga efektif digunakan dalam instruksi untuk menghasilkan rencana pelajaran kreatif; Selanjutnya Bayu Ariwibowo et.al (2018), meneliti tentang Pengembangan model pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan kewirausahaan dalam pembelajaran kompetensi *motorcycle tune-up*, hasil penelitian yang dicapai yaitu nilai keterampilan teknis dan keterampilan wirausaha siswa kelas eksperimen meningkat secara signifikan; Demikian juga Y Yamin et.al (2017), meneliti tentang *Application of Model Project Based Learning on Integrated Science in Water Pollution*, melalui penelitian ini terdapat beberapa data bahwa dengan model PjBL pembelajaran sains terintegrasi dapat meningkatkan penguasaan konsep pada siswa. Dari hasil penelitian-penelitian ini membuktikan bahwa sangat penting dilakukan pengembangan model pembelajaran sebagai salah satu upaya mengembangkan potensi peserta didik untuk berperan dalam dunia kerja dan lingkungan masyarakat.

Terkait efisiensi penggunaan energi pada bangunan hunian maka kepedulian terhadap lingkungan perlu sekali dilakukan, menggunakan material

bersumber dari lingkungan sebagai salah satu bentuk mewujudkan penghematan energi dan perlindungan terhadap lingkungan. Salah satu bahan alam yang hingga saat ini masih kurang dimanfaatkan kegunaannya adalah Sabut kelapa (*coconut fiber*) padahal masih tersedia berlimpah di daerah tropis seperti Indonesia. Berdasarkan panen kelapa di Indonesia tiap tahunnya menghasilkan limbah sabut kelapa yang tinggi, dimana sabut kelapa merupakan 35% bagian dari berat keseluruhan buah kelapa.

Penelitian mengenai inovasi sabut kelapa sebagai bahan peredam panas dalam rangka untuk mewujudkan penghematan energi juga sudah dilakukan beberapa peneliti yaitu diantaranya: Analisis konduktivitas panas komposit sabut kelapa dan resin polyester dengan variasi tekanan dan waktu uji, hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan komposit sabut kelapa resin berpengaruh terhadap harga konduktivitas panas, komposit dengan kepadatan tinggi turun drastis konduktivitasnya (Asfarizal Saad, 2014); Analisis konduktivitas termal material komposit serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali dan resin poliester, hasil penelitian dari material komposit serat sabut kelapa didapatkan nilai konduktivitas termal komposit dengan nilai 0,021 W/m C (Debi Alberto, Burmawi, Suryadimal); Deskripsi konduktivitas termal pada campuran serbuk dan serabut kulit kelapa dengan variasi tekanan press, hasil yang didapat adalah semakin besar penekanan yang dilakukan pada saat pembuatan campuran tersebut maka akan semakin kecil nilai konduktivitas termalnya (Nandi Hidayat, 2013); Analisis teknis dan ekonomis penggunaan komposit serabut kelapa dan serbuk pohon kelapa sebagai isolasi kotak pendingin ikan pada kapal ikan, hasil yang didapatkan dari ketiga bahan, serat serabut kelapa, serbuk pohon kelapa, dan kombinasi keduanya, masing-masing nilai konduktivitasnya adalah, 0.4285 btu/h.ft F, 1.2245btu/h.ft F, 0.6513btu/h.ft F (Ridho Idham Hasibuan, Heri Supomo, Soejitno, 2013).

Beberapa peneliti telah menghasilkan produk dengan berbagai inovasi yang bertujuan mengurangi kerusakan lingkungan, mengurangi penggunaan sumber alam tak terbarukan yaitu dengan cara mengoptimalkan penggunaan material alternatif dan penghematan energi. Namun belum banyak yang memanfaatkan material sabut kelapa sebagai isolasi dinding bangunan yang selanjutnya

dibelajarkan dan diaplikasikan kepada mahasiswa dengan harapan keterampilan dan pengalamannya akan memotivasinya untuk terampil berpikir inovatif sehingga dapat berperan di dalam masyarakat. Berdasarkan uraian permasalahan yang telah dikemukakan maka penting dilakukan penelitian ini untuk meminimalisasi penggunaan energi pada bangunan melalui dinding agar mengurangi panas matahari. Untuk tujuan tersebut dapat dilakukan inovasi material lapis dinding dengan memanfaatkan bahan dari limbah lingkungan yaitu sabut kelapa sebagai sumber alam yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Diharapkan material alam sabut kelapa ini nantinya dapat berfungsi sebagai isolasi melapisi dinding bangunan untuk mengurangi panas dari luar ruangan sehingga akan mengurangi penggunaan alat pendingin udara.

Selanjutnya untuk dapat mewujudkan bangunan hunian hemat energi ini sangat penting dilakukan melalui pembelajaran kepada peserta didik agar peserta didik memiliki keterampilan dan pengalaman secara langsung mengaplikasikan suatu inovasi dan dapat termotivasi untuk terampil berinovasi. Diharapkan mahasiswa sebagai bagian dari masyarakat nantinya dapat bermanfaat kepada masyarakat dalam rangka ikut serta menyelamatkan lingkungan. Berdasarkan hal ini maka memberikan pembelajaran kepada peserta didik sangat penting sebagai perpanjangan tangan dari masyarakat pengguna bangunan terkait dengan inovasi bangunan hemat energi. Untuk itulah maka sangat penting dilakukan penelitian pengembangan model pembelajaran yang mendukung untuk tercapainya tujuan pembelajaran tersebut yaitu Model Pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) pada Aplikasi Lapis Dinding JEUMPA (Jangkau Energi Hunian Hemat Pakai Kelapa).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang tersebut maka penjabaran rumusan masalah dalam studi ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan material Lapis Dinding Jeumpa dalam mengurangi temperatur panas sebagai potensi dalam penghematan energi?

2. Bagaimana model pembelajaran untuk membelajarkan mahasiswa agar memiliki keterampilan dan motivasi terhadap inovasi dari lingkungan yang dapat memberikan manfaat bagi lingkungan dan masyarakat?
3. Bagaimana validitas model pembelajaran IPA dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa?
4. Bagaimana efektifitas model pembelajaran IPA dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa?
5. Bagaimana praktikalitas model pembelajaran IPA dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa?

C. Tujuan Penelitian

Dari penjabaran rumuan masalah tersebut maka penelitian ini bertujuan sebagaimana berikut ini:

1. Menghasilkan persamaan linear kemampuan material Lapis Dinding Jeumpa dalam mengurangi temperatur panas sebagai potensi dalam penghematan energi.
2. Menghasilkan model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa.
3. Mendapatkan validitas model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa.
4. Mendapatkan efektifitas model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa.
5. Mendapatkan praktikalitas model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) dalam membelajarkan inovasi lapis dinding Jeumpa.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Bermanfaat sebagai pedoman mengenai lapis dinding bangunan untuk mengurangi temperatur panas yang berpotensi menghemat penggunaan energi. Lapis dinding Jeumpa yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengembangan

dalam keilmuan di dunia bangunan hemat energi. Model pembelajaran IPA yang dihasilkan dapat menambah khasanah kajian dalam pembelajaran yang berkaitan dengan inovasi untuk menjawab permasalahan dalam kehidupan masyarakat. Lapis dinding dan model pembelajaran yang dihasilkan dapat menjadi rujukan juga bagi para pemerhati dibidang bangunan dan perumahan, peneliti dan perumus kebijakan terkait bangunan hemat energi.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peserta didik, dapat membangkitkan motivasi dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan serta motivasi untuk berinovasi dalam menjawab tantangan permasalahan lingkungan.
- b. Bagi pengajar dan peneliti, model pembelajaran IPA yang dihasilkan dapat bermanfaat untuk mengaplikasikan inovasi dan hasil penelitiannya dalam pembelajaran. Melalui model pembelajaran ini juga dapat diketahui keefektifannya dalam membelajarkan mahasiswa terhadap aplikasi inovasi.
- c. Bagi lembaga dan Perguruan Tinggi dapat mengambil manfaat dengan meningkatkannya motivasi dan keterampilan peserta didik dalam melakukan inovasi untuk menjawab tantangan kehidupan dalam menyelamatkan lingkungan.
- d. Bagi pemerhati lingkungan, dapat menjadi salah satu pedoman operasional untuk melakukan pengembangan lanjutan terhadap lapis dinding yang dapat mengurangi temperatur panas untuk menghemat penggunaan energi.

E. Spesifikasi Produk yang Dihasilkan

Penelitian ini menghasilkan produk dengan spesifikasi yaitu:

1. Prototype lapisan dinding JEUMPA (Jangkau Energi Hunian Hemat Pakai Kelapa)
2. Buku ajar aplikasi lapis dinding JEUMPA
3. Buku model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA)
4. Buku Pedoman Dosen

5. Buku Panduan Mahasiswa

F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Pemanasan global mengakibatkan semakin meningkatnya penggunaan alat pendingin udara di dalam ruangan. Dari hasil penelitian Bourdeau, 1999 terbukti Konsumsi energi dalam bangunan gedung sebanyak 50% digunakan oleh alat pendingin ruangan. Adapun dari total penggunaan energi pada suatu negara sebesar 30% biasanya digunakan ke *housing* (Hari Agung Yuniarto, 2016). Oleh karena itu konsep *green building* sangat penting dilakukan yaitu salah satunya dapat diterapkan pada dinding. Pengurangan suhu panas melalui material lapis dinding akan mengurangi kebutuhan alat pendingin udara sehingga menghemat energi bumi dan ikut menyelamatkan lingkungan.

Menurut Sekretaris Jenderal Kementrian Pekerjaan Umum dalam Diskusi Pohon dan *Green building* (2013), pelaku dalam proses penyelenggaraan bangunan gedung hijau termasuk di dalamnya adalah masyarakat dan pengguna gedung. Masyarakat harus menyadari bahwa upaya yang dilakukannya dalam rangka perbaikan lingkungan menjadi sangat berarti. Namun hingga saat ini hanya sebagian kecil masyarakat Indonesia yang memahami akan pentingnya mewujudkan bangunan hemat energi.

Terkait bangunan ramah lingkungan dan selaras dengan alam, di dalam bidang Teknik Sipil dan Arsitektur sangatlah penting untuk mempelajari dan memahami ilmu Fisika Bangunan yang berkaitan erat dengan kenyamanan dan kesehatan bangunan, serta pertimbangan untuk kebaikan terhadap lingkungan. Untuk mewujudkan bangunan yang memenuhi hal tersebut membutuhkan rekayasa, membutuhkan pengetahuan dan keterampilan serta inovasi.

Mutu suatu pendidikan disebut baik jika pembelajaran dapat terselenggara dengan efektif dan dapat membuat peserta didik memiliki pengalaman sebagai bekalnya. Pendidikan yang bermutu baik akan menghasilkan individu yang dapat bermanfaat bagi masyarakat, bangsa dan negara. Berdasarkan hal ini maka penting sekali untuk melakukan pengembangan perangkat pembelajaran dalam Fisika

Bangunan terkait dengan inovasi unsur bangunan hunian yang dapat menghemat energi yaitu dengan memanfaatkan material alam berupa sabut kelapa sebagai inovasi Lapis Dinding Jeumpa. Agar mahasiswa mendapatkan pengetahuan dan keterampilan mengaplikasikan inovasi Lapis Dinding Jeumpa dari limbah lingkungan dan termotivasi berinovasi memanfaatkan limbah agar bermanfaat kepada lingkungan masyarakat diperlukan suatu model pembelajaran yang mendukung. Oleh sebab itu maka penting sekali dilakukan pengembangan pada model pembelajaran agar dapat memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa. Dari model-model yang ada yang paling mendekati dengan tujuan pembelajaran salah satunya Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) namun model ini hanya mengutamakan konstruksi proyeknya dan kurang mengangkat fenomena lingkungan mengapa dan untuk apa proyek ini dibuat serta kurang memotivasi peserta didik untuk berinovasi terhadap lingkungan. Oleh sebab itu konsep pengembangan Model pembelajaran IPA ini merupakan hasil sintesis dari model pembelajaran berbasis proyek dengan lingkungan. Yaitu Model Pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA).

Aplikasi lapis dinding Jeumpa ini melalui model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) penting dilakukan dengan asumsi agar pembelajaran lebih efektif untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan serta memotivasi mahasiswa terhadap inovasi kepada masyarakat sebagai salah satu jawaban untuk mewujudkan bangunan hemat energi.

Lapis dinding Jeumpa dalam penelitian ini dengan memanfaatkan material alam berupa sabut kelapa dilakukan hanya terbatas terhadap pengaruh suhu dan waktu. Kemampuan lapis dinding Jeumpa ini dalam mengurangi panas hanya ditinjau berdasarkan perbandingan perbedaan suhu yang diberikan dengan suhu yang diukur setelah diserap bahan. Lapis dinding Jeumpa dalam pembelajaran melalui model *Innovation Project Application* (IPA) kepada mahasiswa hanya terbatas pada aplikasi sebagai proyek dan dituangkan ke dalam tulisan berbentuk *Leaflet*. Lapis Dinding Jeumpa dalam penelitian ini belum dilakukan implementasi terhadap dinding bangunan.

Model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) pada penelitian ini dilakukan hanya terhadap mata kuliah Fisika Bangunan dalam beberapa pertemuan berkaitan dengan pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa. Pengujian model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) hanya dilakukan pada satu Institusi saja yaitu pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.

G. Definisi Operasional

Merupakan definisi yang didasarkan terhadap sifat-sifat dalam penelitian yang teramati, terukur dan terjangkau. Definisi operasional dalam penelitian ini yaitu sebagaimana berikut:

1. Lapis dinding Jeumpa (Jangkau Energi Hunian Hemat Pakai Kelapa) yaitu: dimaksudkan sebagai bahan pelapis pada dinding bangunan. Lapis dinding Jeumpa ini berfungsi untuk melapisi dinding dalam mengurangi panas dari luar ruangan sehingga akan mengurangi penggunaan alat penyejuk ruangan (AC). Bahan lapis dinding Jeumpa ini terdiri dari bahan sabut kelapa yang dipadatkan dan dilapisi campuran semen pada kedua sisi luarnya sehingga sabut kelapa berada di bagian tengah diselimuti dan terlindung oleh semen. Prinsip pengurangan panas dilakukan melalui pendekatan eksperimen di laboratorium. Pengujian dilakukan dengan membandingkan dua bahan uji yaitu bahan sabut dan bahan tanpa sabut yang diberikan suhu panas dan diukur panas yang terjadi setelah diserap bahan. Pengujian dilakukan dengan memberikan panas di satu sisi dan mengukur suhu di sisi lainnya dari bahan. Panas yang diaplikasikan pada permukaan material adalah 35°C selama 120 menit. Pengukuran suhu pada material digunakan alat sensor yang terhubung pada komputer dan dibaca pada layar monitor. Dalam pengujian ini bahan ditempatkan dalam sebuah box. Pengujian pada bahan dilakukan dengan menggunakan 3 sensor termal dan satu pemanas dari sumber listrik.
2. Model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) yaitu: merupakan model pembelajaran yang merupakan hasil sintesis dari model pembelajaran berbasis proyek dengan lingkungan. Sesuai model berbasis proyek yang

mendasarinya maka model IPA ini juga mengorganisasikan proyek aplikasi Lapis Dinding Jeumpa untuk menjawab permasalahan lingkungan sebagai upaya mewujudkan bangunan hemat energi. Model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) ini dikembangkan agar dapat mengakomodir pembelajaran Lapis Dinding Jeumpa sebagai inovasi yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Prosedur pengembangan Model Pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) mengikuti desain model pengembangan ADDIE dengan lima tahapan yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Tahapan pelaksanaan model IPA ini dapat dikelompokkan dalam 2 fase yaitu perencanaan dan produksi. Fase perencanaan terdiri dari 3 langkah, yaitu (a) review pengetahuan dan fenomena serta rumusan masalah, (b) mempelajari inovasi Lapis Dinding Jeumpa dan penentuan alternatif inovasi yang sesuai untuk proyek, dan (c) rancangan pelaksanaan aplikasi proyek inovasi. Kemudian dilanjutkan ke fase produksi yang terdiri dari 4 langkah, yaitu, (d) pengaplikasian proyek inovasi dan pengawasan, (e) pemaparan pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh ke dalam bentuk tulisan, (f) presentase peserta didik dan (g) penilaian dan evaluasi. Untuk mengukur model pembelajaran *Innovation Project Application* (IPA) yang dibuat ini valid, praktis dan efektif maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan instrumen dan berdasarkan nilai *Pretest* dan *Posttest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.