

**MODEL PEMBELAJARAN GENERATIF BERBASIS KONFLIK
KOGNITIF BERORIENTASI BERPIKIR KREATIF MAHASISWA PADA
MATA KULIAH FISIKA KOMPUTASI**

DISERTASI



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

**Oleh:
AKMAM
NIM. 16193004**

**PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2022

ABSTRACT

Akmam, 2022. *Generative Learning Model Based on Cognitive Conflict Creative Thinking Oriented for Students in Computational Physics Course.*

Computational Physics learning is one of the active learning in building knowledge in cognitive structures in accordance with the perspective of constructivism and cognitivism that can compete in the global world. However, the reality in the field is the decline in the development of the average value of Computational Physics courses for physics study program students every year so that a suitable learning model is needed for learning like this. Based on this, development research has been conducted to develop a generative learning model based on cognitive conflict oriented creative thinking in Computational Physics courses with syntax: orientation, cognitive conflict, disclosure, construct, application and reflection-evaluation (PGOC3ARE). The purpose of this research is to produce a PGOC3ARE model that is valid, practical and effective in learning Computational Physics courses. The second objective is to produce valid, practical and effective learning tools for learning Computational Physics courses.

This type of research uses the ADDIE procedure. The results of research and development are the learning model produced is named PGOC3ARE has six stages of learning namely; orientation, conflict cognitive, disclosure, construct and application as well as reflection and evaluation. The PGOC3ARE model is valid and has a high level of practicality and effectiveness. Products in the form of Model Books, Computational Physics Teaching Materials, Student Worksheets, and Lecturer's Manuals are valid, practical and effective. The Generative Learning Model Based on Cognitive Conflict Oriented Student Creative Thinking in Computational Physics Course has been tested valid, practical and effective to be used in the learning process of Computational Physics.

Keywords: *Generative Learning, Cognitive Conflict, Creative Thinking, Computational Physics.*

ABSTRAK

Akmam, 2022. Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika Komputasi. Disertasi Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Pembelajaran Fisika Komputasi merupakan salah satu pembelajaran yang aktif dalam membangun pengetahuan dalam struktur kognitif sesuai dengan perspektif konstruktivisme dan kognitivisme yang bisa bersaing pada dunia global. Namun kenyataan di lapangan menurunnya perkembangan nilai rata-rata mata kuliah Fisika Komputasi mahasiswa program studi fisika tiap tahun sehingga dibutuhkan model pembelajaran yang cocok digunakan untuk pembelajaran seperti ini. Berdasarkan hal ini telah dilakukan riset pengembangan untuk mengembangkan model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif pada mata kuliah Fisika Komputasi dengan sintak: *orientation, conflict cognitif, disclosure, construct, application dan reflection-evaluation* (PGOC3ARE). Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan model PGOC3ARE yang valid, praktis serta efektif pada pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi. Tujuan kedua adalah menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid, praktis serta efektif untuk pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi.

Jenis penelitian menggunakan prosedur ADDIE. Hasil penelitian dan pengembangan yaitu model pembelajaran yang dihasilkan diberi nama PGOC3ARE mempunyai enam tahapan pembelajaran yaitu; *orientation, conflict cognitive, disclosure, construct dan application* serta *reflection dan evaluation*. Model PGOC3ARE sudah valid dan mempunyai tingkat praktikalitas yang tinggi serta efektif. Produk berupa Buku Model, Bahan Ajar Fisika Komputasi, Lembaran Kerja Mahasiswa, serta Buku Petunjuk Dosen sudah valid, praktis dan efektif. Model Pembelajaran Generatif Berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa Pada Mata Kuliah Fisika Komputasi teruji valid, praktis serta efektif digunakan dalam proses pembelajaran Fisika Komputasi.

Kata kunci: Pembelajaran Generatif, Konflik Kognitif, Berpikir Kreatif, Fisika Komputasi.

PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI

Mahasiswa : Akmam
NIM : 16193004
Program Studi : Doktor (S3) PTK

MENYETUJUI

Promotor I,



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

Promotor II,



Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd., MA., Ph.D.
NIP. 19471022 197109 1 001

PENGESAHAN

Dekan,



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

Koordinator Program Studi Pascasarjana,



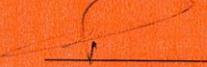
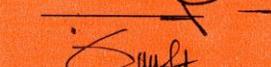
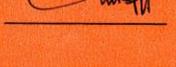
Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

**PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN DISERTASI**

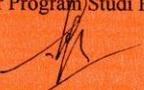
DISERTASI

Mahasiswa : Akmam
NIM : 16193004

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Disertasi
Program Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Hari: Jum'at, Tanggal : 18 Februari 2022

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. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed.</u> (Promotor)	
4	<u>Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd., MA., Ph.D.</u> (Co Promotor)	
5	<u>Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.</u> (Penguji)	
6	<u>Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.</u> (Penguji)	
7	<u>Dr. Ir. Remon Lapisa, S.T., M.T., M.Sc.</u> (Penguji)	
8	<u>Prof. Dr. Agus Suyatna M.Si.</u> (Penguji Luar Institusi)	

Padang, 18 Februari 2022
Koordinator Program Studi Pascasarjana,


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 Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika Komputasi”** 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 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, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 18 Februari 2022
Saya yang menyatakan,



Akmam
NIM. 16193004

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT dan berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya disertasi ini dapat peneliti selesaikan. Disertasi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Doktor S3 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pemilihan topik penelitian ini bertitik tolak dari kajian literatur dan data empirik yaitu rendahnya kualitas pendidikan di Indonesia yang diindikasikan oleh sebagian lulusan lembaga pendidikan tinggi kurang mampu menyesuaikan diri dengan perubahan IPTEK dan mengembangkan diri. Disisi lain, perluasan akses dan pembiayaan pendidikan, akuntabilitas dan kualitas dosen sudah ditingkatkan. Atas dasar kajian di atas, telah dilakukan penelitian untuk Disertasi dengan judul “Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika Komputasi.

Penyusunan dan penyelesaian disertasi ini melibatkan banyak pihak yang memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, perorangan maupun lembaga. Kontribusi yang diberikan tersebutlah yang menyebabkan disertasi ini dapat diselesaikan. Peneliti untuk itu semua pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Prof. Ganefri, Ph.D selaku Rektor Universitas Negeri Padang.
2. Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed selaku Promotor I dan Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd, MA, Ph.D selaku Promotor II yang telah membantu dan memberikan inspirasi, motivasi, bimbingan, arahan serta dukungan sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.
3. Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd, dan Dr. Ir. Remon Lapisa, ST., M.T., M.Sc. selaku Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik demi kesempurnaan disertasi ini.
4. Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

5. Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd selaku Koordinator Pascasarjana Program Studi Doktor S3 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Negeri dan juga selaku Pembahas.
6. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si selaku Penguji Luar Institusi yang telah memberikan pengarahan dan masukan membangun dalam penyempurnaan disertasi ini.
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Doktor S3 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan kepada peneliti.
8. Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si selaku Dekan FMIPA UNP Padang yang telah mensupport, mengizinkan peneliti studi lanjut dan melaksanakan penelitian di Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Padang.
9. Dr. Ratnawulan, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP Padang yang telah mensupport, mengizinkan peneliti studi lanjut dan melaksanakan penelitian di Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Padang.
10. Prof. Dr. Festiyed, M.S, Prof. Dr. Syahrul, M.Pd, Pahkrur Razi, S.Pd, M.Si, Ph.D, Delima Yanti, S.T, M.T, Ph.D, Dr. Hansi Effendi, M.Kom, Dr. Asrizal, M.Si yang memberikan masukan saat FGD dan sebagai validator produk yang dihasilkan.
11. Bapak/Ibu dan teman-teman staf administrasi dan pegawai Program Studi Doktor S3 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang selalu memberikan pelayanan administrasi yang baik dalam penyelesaian disertasi ini.
12. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Padang yang telah dorong kepada peneliti untuk studi lanjut dan motivasi untuk penyelesaian disertasi ini.
13. Istri tercinta “Dra. Harlina Eka Suyandi”, kaponakan “Septiana Chandra, S.E, Gusnita Parmita Sari, S.ST dan Salsabila Hamala Sakinah sebagai motivator dan membantu secara moril peneliti menyelesaikan disertasi ini.

14. Kakanda Marjuni dan Kakak serta adik semuanya yang telah memberikan dorongan baik moril dan perhatian sehingga peneliti dapat menyelesaikan disertasi ini.
15. Edi Kurnia, S.Si dan kawan-kawan Tenaga Pendidik di Jurusan Fisika FMIPA UNP Padang, serta semua terlibat yang tidak disebutkan yang memberikan bantuan dalam kelancaran melaksanakan penelitian dan penulisan disertasi ini

Peneliti berharap disertasi ini bagaikan sebiji zarah yang tumbuh dalam luasnya hutan belantara permasalahan pendidikan di Indonesia, khususnya Pendidikan Sains dan Teknologi yang masih memerlukan model pembelajaran yang cocok dengan amanat tujuan pendidikan nasional yang sangat ideal. Peneliti berharap semoga disertasi ini nanti dapat sedikit memberikan manfaat bagi para praktisi pendidikan dan perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya bidang kajian Pendidikan Sains dan Teknologi serta menjadi salah satu rujukan bagi peneliti lainnya. Akhir kata peneliti mengharapkan kritik, saran dan masukan dari para Promotor dan Pembahas serta Pembaca yang budiman rangka proses penyempurnaan penelitian dan pengembangan ilmu berikutnya.

Padang, 18 Februari 2022

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI	iii
PERSETUJUAN KOMISI UJIAN DISERTASI	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	17
C. Pembatasan Masalah	19
D. Rumusan Masalah	20
E. Pertanyaan Penelitian	20
F. Tujuan Penelitian	21
G. Manfaat Penelitian	21
H. Spesifikasi Produk yang Ditargetkan	22
I. <i>Novelty</i> dan <i>Originality</i>	23
J. Roadmap Penelitian	25
K. Definisi Operasional	26
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Landasan Filosofis Pembelajaran Generatif PGOC3ARE	28
B. Landasan Pedagogis Pengembangan Model PGOC3ARE	32
1. Kognitivisme	33
2. Konstruktivisme	33
3. <i>Cybernetisme</i>	35

C. Landasan Teoritis Pengembangan Model PGOC3ARE	36
1. Belajar dan Pembelajaran	36
2. Fisika Komputasi	41
3. Fisika Komputasi sebagai Pendidikan Vokasi	45
4. Strategi Konflik Kognitif	50
5. Berpikir Kreatif	54
6. Model Pembelajaran Generatif	61
D. Karakteristik Model PGOC3ARE	66
1. Sintak	68
2. Sistem Sosial	72
3. Prinsip-Prinsip Reaksi	73
4. Sistem Pendukung	73
5. Lingkungan Sosial	74
6. Dampak Instruksional dan Dampak Pengiring	74
E. Penelitian Relevan	75
F. Kerangka Berpikir	78
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Model Pengembangan	82
B. Prosedur Penelitian	82
1. <i>Analyze</i>	83
2. <i>Design</i>	86
3. <i>Develop</i>	89
4. <i>Implement</i>	90
5. <i>Evaluate</i>	92
C. Teknik Pengumpul Data	94
D. Teknik Analisis Data	118
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian Tahap Analisis.....	121
1. Analisis Dosen	123
2. Analisis Mahasiswa	123
3. Analisis Konsep	124

4. Analisis Tugas	127
B. Hasil Penelitian Tahapan Perencanaan	128
1. Desain Model dan Buku Model Pembelajaran PGOC3ARE	131
2. Desain Rencana Pembelajaran Semester	132
3. Desain Lembaran Kerja Mahasiswa	133
4. Desain Bahan Ajar	134
C. Hasil Tahap Pengembangan	135
1. Pengembangan Model dan Strategi Pembelajaran	135
2. Penyusunan <i>Prototype</i> Model PGOC3ARE	137
3. <i>Forum Group Discussion</i>	158
4. Analisis Data Validasi	162
D. Hasil Penelitian Tahap Implementasi	169
1. Praktikalitas Model Pembelajaran PGOC3ARE	170
2. Praktikalitas Bahan Ajar Fisika Komputasi	171
3. Praktikalitas LKM Fisika Komputasi	171
E. Hasil Penelitian pada Tahap Evaluasi	173
1. Uji Kesamaan Rata-Rata Capaian Pembelajaran Ranah Kognitif pada <i>Pretest</i>	175
2. Uji Kesamaan Rata-Rata Capaian Pembelajaran Ranah Kognitif pada <i>Mid Test</i>	176
3. Uji Capaian Pembelajaran Ranah Kognitif pada <i>Posttest</i>	178
4. Uji Kesamaan Rata-Rata Capaian Pembelajaran Ranah Psikomotor	181
5. Uji Kesamaan Rata-Rata Capaian Pembelajaran pada Afektif	182
6. Uji Kesamaan Rata-Rata Berpikir Kreatif Mahasiswa	184
F. Pembahasan	188
G. Keterbatasan	202
BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	
A. Kesimpulan	206
B. Implikasi	207

C. Saran	208
DAFTAR RUJUKAN	210
LAMPIRAN	242

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Respon Mahasiswa terhadap Fisika Komputasi	10
1.2. <i>State of the Art</i> Pengembangan Model Pembelajaran Generatif	16
3.1. Desain Eksperimen dengan <i>Pretest-Posttest Control Group</i>	92
3.2. Jenis, Sumber dan Instrumen Pengumpul Data	95
3.3. Kriteria Validitas Item Instrumen	97
3.4. Kriteria Reliabilitas Instrumen	97
3.5. Rubrik Penilaian Psikomotor	98
3.6. Rubrik Penilaian Afektif	98
3.7. Rubrik Penilaian Kinerja atau <i>Project</i>	100
3.8. Rubrik Penilaian Berpikir Kreatif	101
3.9. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Model Pembelajaran PGOC3ARE	104
3.10. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Buku Model PGOC3ARE	105
3.11. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Bahan Ajar	106
3.12. Kisi-Kisi Instrumen Kepraktisan Bahan Ajar Fisika Komputasi	107
3.13. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Rencana Pembelajaran Semester	108
3.14. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Buku Panduan Mengajar Dosen	109
3.15. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Satuan Acara Pembelajaran	110
3.16. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Lembaran Kerja Mahasiswa	111
3.17. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Praktikalitas Lembaran Kerja Mahasiswa	112
3.18. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Berpikir Kreatif Mahasiswa	113
3.19. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Kepraktisan Model Pembelajaran	114
3.20. Kisi-Kisi Instrumen Survei Sikap Mahasiswa terhadap Belajar Fisika Komputasi	115
3.21. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Sikap Mahasiswa terhadap Belajar Fisika Komputasi	116
3.22. Kisi-Kisi Instrumen Pengukuran Capaian Pembelajaran Fisika Komputasi pada Ranah Kognitif	116

3.23. Validitas Instrumen Pengukuran Capaian Pembelajaran Fisika	
Komputasi pada Ranah Kognitif	117
3.24. Hasil Analisis Item Instrumen Pengukuran Capaian Pembelajaran	
Fisika Komputasi pada Ranah Kognitif	117
3.25. Kriteria Validitas Konten dan Konstruksi	118
3.26. Kriteria Praktikalitas Produk	119
4.1. Respon Mahasiswa terhadap Kebutuhan Pembelajaran Fisika Komputasi	122
4.2. Matriks Desain Pembelajaran	130
4.3. Desain Lembaran Kerja Mahasiswa (LKM)	133
4.4. Skor dan Kategori Validasi Model PGOC3ARE	163
4.5. Skor dan Kategori Validasi Buku Model PGOC3ARE	163
4.6. Skor dan Kategori Validasi Buku Panduan Dosen	164
4.7. Skor dan Kategori Validasi Bahan Ajar Fisika Komputasi	165
4.8. Skor dan Kategori Validasi Bahan Ajar Fisika Komputasi	166
4.9. Skor Hasil dan Kategori Validasi SAP Mata Kuliah Fisika Komputasi	168
4.10. Skor Hasil dan Kategori Validasi RPS Mata Kuliah Fisika Komputasi	169
4.11. Skor Hasil dan Kategori Praktikalitas Model Pembelajaran PGOC3ARE	170
4.12. Skor Hasil dan Kategori Praktikalitas Bahan Ajar Fisika Komputasi	171
4.13. Skor Hasil dan Kategori Praktikalitas LKM Fisika Komputasi	172
4.14. Pembagian Kelas dan Jumlah Sampel untuk Setiap Kelas	173
4.15. Deskripsi Data Semua Tes Capaian Pembelajaran dan Skor Berpikir	
Kreatif	174
4.16. Deskripsi Hasil Uji Normalitas Semua Variabel Hasil Belajar	175
4.17. Data dan Hasil Analisis Data <i>Pretest</i>	176
4.18. Data dan Hasil Analisis Data <i>Mid Test</i>	177
4.19. Uji Kesamaan Rata-Rata Selisih Skor <i>Mid Test-Pretest</i>	178
4.20. Data dan Hasil Analisis Data <i>Posttest</i>	179
4.21. Perbedaan Nilai <i>Posttest-Mid Test</i>	180
4.22. Data dan Hasil Analisis Data Hasil Belajar Psikomotor	182
4.23. Perbandingan Capaian Pembelajaran Mahasiswa pada Ranah Afektif	183
4.24. Perbandingan Berpikir Kreatif Mahasiswa	184

4.25. Aktivitas, Persiapan dan Tanggapan Mahasiswa Perkuliahan	
Fisika Komputasi	186

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Grafik Perkembangan Nilai Rata-Rata Mata Kuliah Fisika Komputasi Mahasiswa Program Studi Fisika semester Januari-Juni 2015-2020	8
1.2. Roadmap Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	25
2.1. Jalinan antara Landasan Pedagogis Model PGOC3ARE	32
2.2. Ilmu Penunjang Pembentuk Fisika Komputasi	46
2.3. Pemahaman Konseptual Pembelajaran Generatif	62
2.4. Kerangka Berpikir Penelitian	81
3.1. Tahap Pengembangan Model PGOC3ARE	83
4.1. Peta Konsep Materi Fisika Komputasi	125
4.2. Desain Buku Model Pembelajaran PGO3ARE	131
4.3. Desain Model Pembelajaran	132
4.4. Jalinan Fungsional Landasan Teori Utama Model PGOC3ARE	141
4.5. Hubungan Pembangunan Pengetahuan Berdasarkan Konflik Kognitif dalam Pembelajaran Generatif	142
4.6. Kerangka Konseptual Variabel Pendukung Model PGOC3ARE	145
4.7. Struktur Model PGOC3ARE	158
4.8. Desain Model Pembelajaran PGOC3ARE	161
4.9. Struktur Model PGOC3ARE Secara Hipotetik	161

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Melakukan Penelitian	242
2. Surat Keterangan Izin Melaksanakan Penelitian di Jurusan Fisika FMIPA UNP	243
3. Surat Keterangan Selesai Melaksanakan Penelitian di Jurusan Fisika FMIPA UNP	244
4. Angket Respon Mahasiswa terhadap Perkuliahan Fisika Komputasi	245
5. Hasil Analisa <i>Need Analysis</i> Pembelajaran Fisika Komputasi	246
6. Matriks Desain Pembelajaran	249
7. Lembaran Validasi Instrumen Buku Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	250
8. Instrumen Validitas Buku Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	253
9. Lembaran Instrumen Validitas Panduan Dosen Mengajar dengan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	257
10. Instrumen Validitas Panduan Dosen Mengajar dengan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	259
11. Lembaran Validasi Instrumen Validitas Lembaran Kerja Makasiswa (LKM) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	263
12. Instrumen Validitas Lembaran Kerja Makasiswa (LKM) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	265
13. Lembaran Validasi Instrumen Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	270
14. Instrumen Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Berdasarkan	

Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	272
15. Lembaran Validasi Instrumen Validitas Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	276
16. Instrumen Validitas Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	278
17. Lembaran Validasi Instrumen Validitas Bahan Ajar (Buku Ajar) Fisika Komputasi	282
18. Instrumen Validitas Bahan Ajar (Buku Ajar) Fisika Komputasi	284
19. Lembaran Validasi Instrumen Kepraktisan Lembaran Kerja Mahasiswa (LKM) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	289
20. Instrumen Kepraktisan Lembaran Kerja Mahasiswa (LKM) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	291
21. Lembaran Validasi Instrumen Kepraktisan Bahan Ajar (Buku Ajar) Fisika Komputasi	295
22. Instrumen Kepraktisan Bahan Ajar (Buku Ajar) Fisika Komputasi	297
23. Lembaran Validasi Instrumen Validitas Sikap Mahasiswa terhadap Belajar Fisika Komputasi	301
24. Instrumen Validitas Sikap Mahasiswa terhadap Belajar Fisika Komputasi	303
25. Lembaran Validasi Instrumen Validitas Berpikir Kreatif Mahasiswa dalam Mata Kuliah Fisika Komputasi	312
26. Instrumen Validitas Berpikir Kreatif Mahasiswa dalam Mata Kuliah Fisika Komputasi	314
27. Lembaran Validasi Instrumen Validitas Survey Gaya Belajar Mahasiswa	319
28. Instrumen Validitas Survey Gaya Belajar Mahasiswa terhadap Belajar Fisika Komputasi	321
29. Lembaran Validasi Instrumen Kepraktisan Berpikir Kreatif Mahasiswa	

dalam Mata Kuliah Fisika Komputasi	329
30. Instrumen Kepraktisan Berpikir Kreatif Mahasiswa dalam Mata Kuliah Fisika Komputasi	331
31. Lembaran Validasi Instrumen Kepraktisan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	334
32. Instrumen Kepraktisan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif	336
33. Isian Instrumen Kepraktisan Bahan Ajar Fisika Komputasi oleh Dosen	340
34. Isian Instrumen Kepraktisan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa oleh Dosen	343
35. Isian Instrumen Kepraktisan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif oleh Dosen	347
36. Isian Instrumen Kepraktisan Kepraktisan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa oleh Mahasiswa	352
37. Isian Instrumen Kepraktisan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Berdasarkan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif oleh Mahasiswa	355
38. Isian Instrumen Kepraktisan Kepraktisan Bahan Ajar Fisika Komputasi oleh Mahasiswa	360
39. Isian Survey Sikap Mahasiswa terhadap Belajar Fisika Komputasi	363
40. Isian Instrumen Kepraktisan Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif Mahasiswa oleh Dosen	368
41. Isian Merasa Berpikir Kreatif dalam Perkuliahan Fisika Komputasi	371
42. Soal dan Hasil Validasi Soal Ujian 1	378
43. Soal dan Hasil Validasi Soal Ujian 2	385
44. Soal dan Hasil Validasi Soal Ujian 3	390
45. Contoh Kunci Jawaban Soal Ujian 2	396
46. Contoh Jawaban Mahasiswa Ujian 2	400
47. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Kepraktisan	

Model PGOC3ARE	407
48. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Buku Model	408
49. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Validitas Buku Ajar	410
50. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Validitas RPS	411
51. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Validitas Buku Petunjuk Dosen	412
52. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Validitas SAP ...	413
53. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Validitas LKM	414
54. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Validitas Berpikir Kreatif	415
55. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Praktikalitas Bahan Ajar	416
56. Tabel. Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Praktikalitas Lembaran Kerja Mahasiswa	417
57. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Kepraktisan Model PGOC3ARE	418
58. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Sikap Mahasiswa terhadap Fisika Komputasi	419
59. Tabel Analisis Validitas dan Reliabilitas Item Angket Gaya Belajar dan Usaha Belajar	420
60. Isian Angket Tambahan Pandangan Mahasiswa tentang Perkuliahan Fisika Komputasi	422

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Membangun kompetensi Sumber Daya Manusia (SDM) untuk menghadapi tantangan masa kini dan masa depan dengan berbagai kemampuan intelektual, kemampuan berkomunikasi, sikap sosial, kepedulian, dan berpartisipasi untuk membangun kehidupan masyarakat dan bangsa SDM berkompetensi unggul dan mampu mengembangkan kompetensi secara utuh serta memiliki keseimbangan antara *hardskill* dan *softskill* dibutuhkan dalam era pasar bebas sekarang. Pembangunan peningkatan kompetensi ini bisa dicapai di dalam proses pendidikan. Peningkatan penguasaan terutama pada bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan Teknologi merupakan salah satu indikator kunci kemajuan suatu bangsa. Penerapan IPA dan Teknologi dalam berbagai bidang berdampak positif terhadap perubahan kehidupan manusia. Pembelajaran yang berkualitas merupakan suatu faktor penting untuk membentuk SDM yang unggul. Peningkatan kualitas SDM telah lama diupayakan oleh lembaga pendidikan formal dan non formal dengan berbagai inovasi pada program pendidikan. Seiring dengan perkembangan teknologi, SDM yang berkualitas lebih bermanfaat daripada Sumber Daya Alam (SDA) yang berlimpah namun kurang dapat didayagunakan dengan optimal oleh SDM yang tersedia. Pembentukan SDM yang berkualitas dapat diperoleh melalui proses pendidikan yang berkualitas, termasuk proses pendidikan di Perguruan Tinggi.

Proses pendidikan di perguruan tinggi hendaknya mampu membina sikap mental SDM yang terbuka, ingin tetap maju, inovatif dan tidak puas dengan apa yang telah diperolehnya. Investasi di bidang pendidikan akan memberikan keuntungan di masa mendatang. Jumlah masyarakat yang mampu akses pendidikan tinggi harus ditingkatkan secara signifikan. Peningkatan akses dapat dilakukan dengan meningkatkan pembiayaan, peningkatan partisipasi

masyarakat dalam tata kelola pendidikan, peningkatan akuntabilitas dan kualitas guru, hingga memastikan kesiapan mahasiswa. Kualitas pendidikan di Indonesia masih harus ditingkatkan melalui beberapa perubahan sistem pendidikan nasional. Perluasan akses pendidikan harus merata dan sesuai dengan standar pendidikan internasional, baik kurikulum yang digunakan maupun pelaksanaan proses pembelajaran. Pemerintah perlu menyempurnakan kriteria kualifikasi dosen hingga meluncurkan provokasi untuk perbaikan kualitas pendidikan. Salah satu pembaharuan yang sedang dilakukan adalah perubahan kurikulum.

Berdasarkan data dan beberapa penelitian mengungkapkan bahwa kualitas dan mutu pendidikan Indonesia masih rendah. Indikator yang digunakan untuk menentukan kualitas pendidikan di dunia adalah Indeks Pengembangan Manusia (HDI) (<https://worldpopulationreview.com>, 2021). Rendahnya mutu pendidikan di Indonesia antara lain disebabkan oleh efektifitas, efisiensi dan standarisasi pengajaran serta model pembelajaran yang ada belum dapat mengoptimalkan potensi mahasiswa sesuai pasar global sekarang atau dikenal dengan tuntutan era 4.0. Standarisasi pengajaran, efektifitas dan efisiensi model pembelajaran yang digunakan belum dapat mengoptimalkan potensi mahasiswa sesuai dengan tuntutan era 4.0. Model pembelajaran yang digunakan belum mampu mendorong mahasiswa kritis, kreatif dan inovatif dalam mempelajari dan mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya. Pendidikan tinggi sebagai lembaga pendidik dan pengembang SDA menghadapi tantangan, agar secara berkesinambungan mengevaluasi program, isi, pelaksanaan, dan kurikulum. Pengembangan kurikulum sebagai tolak ukur sistem pendidikan harus memperhatikan kebutuhan dan perubahan-perubahan yang terjadi pada kehidupan masyarakat tersebut. Perubahan kurikulum juga melakukan perubahan terhadap aspek pendukungnya, termasuk metode, strategi, dan model pembelajaran. Pengembangan dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan terutama di pendidikan tinggi.

Pendidikan tinggi, khususnya program studi fisika merupakan salah satu unit pendidikan yang ada dalam perguruan tinggi di Universitas Negeri Padang. Program studi Fisika Universitas Negeri Padang harus mampu menjawab tantangan ini dengan mengintegrasikan materi teori dan praktik agar lulusan memiliki kompetensi yang dibutuhkan pada dunia kerja dan atau membuka lapangan pekerjaan baru. Agar pendidikan tinggi relevan dengan dunia kerja, kurikulum harus memfasilitasi pengembangan keterampilan yang berguna bagi lulusan untuk memasuki Du/Di. Keterampilan yang diperlukan tersebut adalah menggunakan komputer sebagai alat bantu untuk menyelesaikan masalah Fisika, seperti keterampilan Fisika Komputasi yang sangat dibutuhkan dalam penelitian, industri, dan banyak sektor pekerjaan lainnya (Taylor & King, 2006). Artinya, Jurusan Fisika FMIPA UNP harus mampu membangun kompetensi mahasiswa agar memenuhi kebutuhan masa depan, sesuai dengan kondisi real yang terdapat pada dunia kerja dan teknologi yang berkembang dalam proses pendidikan.

Proses pendidikan salah satu variabel penentu kualitas lulusan dari suatu lembaga pendidikan. Usaha dalam menghasilkan lulusan berkualitas menjadi masalah umum dunia pendidikan secara nasional maupun di dunia internasional. Penelitian yang fokus mendesain dan mengembangkan kurikulum yang efektif untuk menghasilkan lulusan kualitas (Buckler, 2016, Loughran, 2013; Thomas, *et al.*, 2015; Yusri *et al.*, 2019). Penelitian menentukan strategi mengajar (Berkhof *et al.*, 2011; Nikitina, 2006) dan pedagogik mengajar, refleksi dan evaluasi terbaik (Kulkarni *et al.*, 2018; Belgasmi *et al.*, 2019; Buckler, 2016). Pengembangan media dan bahan pengajaran (Astra, dkk, 2019; Stošić, 2015; Ferdig, 2006; Hew & Brush, 2007). Penelitian bagaimana menciptakan lingkungan belajar menyenangkan (Kena *et al.*, 2016, Kiat, Ali, Halim & Ibrahim, 2017). Optimalisasi dukungan teknologi untuk menghasilkan pendidikan berkualitas (Ghavifekr & Rosdy, 2015; Sangrà & González-Sanmamed, 2010; Kirkwood & Price, 2014). Hasil penelitian di atas dijadikan acuan untuk pelaksanaan pendidikan di dunia termasuk di Indonesia.

Indonesia melalui badan standarisasi nasional telah menyusun standarisasi pendidikan dalam undang-undang pendidikan nasional dan petunjuk pelaksanaannya dalam bentuk Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. Oleh sebab itu, pelaksanaan pembelajaran di Indonesia harus sesuai dengan badan standarisasi pendidikan nasional, penjaminan dan pengendalian mutu yang telah ditetapkan secara nasional (Permendikbud. RI. No. 20, 2016). Program Studi Sarjana Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang dengan rumusan misi program studi Fisika salah satunya adalah menyelenggarakan Pendidikan Fisika untuk menghasilkan Sarjana Fisika (S1) yang unggul dalam ilmu Fisika, profesional, terampil, dan peka terhadap lingkungan dan sosial-budaya. Capaian pembelajaran yang dilaksanakan antara lain meningkatkan kompetensi mahasiswa dan lulusan yang berilmu, terampil, profesional berlandaskan iman dan taqwa serta meningkatkan kerjasama tingkat lokal dengan program studi sejenis, pemerintah daerah, dunia usaha dan dunia industri yang relevan dengan bidang Fisika.

Capaian pembelajaran yang ingin dicapai adalah internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, kompetensi dan akumulasi pengalaman kerja yang dapat dicapai melalui proses pendidikan yang terstruktur. Capaian pembelajaran tercakup dalam ilmu atau keahlian seperti Fisika dapat dicapai melalui pengalaman kerja dan dukungan komputasi yang baik (Prosperetti & Tryggvason, 2003). Setiap program studi Fisika di Indonesia menjadikan mata kuliah Fisika Komputasi sebagai salah satu mata kuliah pokok (wajib) penunjang keilmuan Fisika. Perbaikan kurikulum tidak akan ada arti, jika tidak dibarengi dengan perubahan sistem pembelajaran. Sistem pembelajaran yang dilengkapi dengan perangkat, dan strategi, serta model pembelajaran merupakan elemen penting untuk menghasilkan lulusan perguruan tinggi berkompetisi yang mumpuni untuk bersaing dalam dunia global.

Sistem pembelajaran berkualitas harus mampu mentransfer pengalaman belajar secara bermakna kepada mahasiswa. Mahasiswa mengaktifkan semua elemen potensi dirinya sebagai momentum untuk menginternalisasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap. Mahasiswa harus mengaktualisasikan

diri secara optimal dalam aspek kecerdasan intelektual, spiritual, sosial, dan kinestetik. Sistem pendidikan tinggi harus pengembangan akademis mahasiswa secara komprehensif dalam rangka meningkatkan kemandirian akademis mahasiswa dalam konteks pengaturan universitas (Ambad & Damit, 2016). Paradigma dasar pendidikan adalah bagaimana menyiapkan lulusan agar berhasil sebagai pribadi yang utuh, sebagai elemen dari sistem sosial yang saling berinteraksi, dan sebagai pemimpin bagi terwujudnya kehidupan yang lebih baik. Sistem pembelajaran harus diarahkan agar mahasiswa mampu mengatasi setiap tantangan dalam kehidupan yang dinamis, dan mampu melihat peluang serta manfaat dari setiap peluang yang ada untuk meningkatkan mutu kehidupan mereka. Salah satu elemen utama dalam sistem pendidikan adalah proses pembelajaran.

Proses pembelajaran merupakan berlangsung seumur hidup, mulai sejak lahir hingga akhir hayat yang diselenggarakan secara terbuka. Pembelajaran secara terbuka berlangsung melalui jalur formal, nonformal, dan informal yang diakses setiap saat tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu. Disamping itu, pembelajaran dengan sistem terbuka juga memberikan fleksibilitas pilihan dan waktu penyelesaian program lintas satuan dan jalur pendidikan (*multi entry-multi exit system*). Kebutuhan akan kebebasan akademik merupakan faktor kunci dalam membentuk lulusan pendidikan tinggi yang mandiri, percaya diri dan bertanggung jawab pada masa depan (Barba-Sánchez & Atienza-Sahuquillo, 2018). Pendidikan harus mampu memperlakukan, memfasilitasi, dan mendorong mahasiswa sebagai subjek pembelajar mandiri yang bertanggung jawab, kreatif, inovatif, sportif dan kritis (Nieveen & Plomp, 2017). Pendidikan diselenggarakan berorientasi pada pembudayaan, pemberdayaan, pembentukan akhlak mulia, budi pekerti luhur, watak, berkepribadian karakter unggul, dan berbagai kecakapan hidup (*life skills*). Jadi, proses pendidikan terselenggara dengan baik, SDM yang berkualitas dan bermartabat serta berdaya guna akan terwujud.

Proses pendidikan yang berkualitas seperti di atas, dapat diwujudkan dengan mengembangkan model pembelajaran yang dapat membentuk sikap

profesional skill dan insan yang berkarakter (Jalinus & Abrian, 2015). Model pembelajaran yang dapat mendorong mahasiswa mempersiapkan diri secara mental untuk memahami informasi yang dipelajari. Model pembelajaran yang direkomendasikan adalah model pembelajaran yang mampu merubah pembelajaran yang menciptakan mahasiswa penerima dan pengingat pesan menjadi mahasiswa yang mempunyai kecerdasan intelektual, spiritual, sosial yang bertanggung jawab sportif, kreatif, inovatif, kritis. Model pembelajaran yang cocok adalah model pembelajaran Generatif.

Dasawarsa terakhir ini, kemajuan sains, teknologi, dan pendidikan didorong oleh peningkatan secara dramatis kekuatan dan penggunaan komputer. Efek jangka panjang pada sarjana fisika akibat kemajuan teknologi ini masih merupakan pertanyaan terbuka. Ketergantungan pada teknologi komputer membuat apa yang hari ini sebuah ilusi, kemungkinan menjadi kenyataan di masa depan. Kajian Fisika juga berhubungan dengan energi pembentukan perilaku dan struktur benda. Fisika termasuk bidang sains dasar untuk mengembangkan teknologi mengkaji tentang materi, energi, interaksi antar materi. Fisika Komputasi dalam pengembangan Fisika berperan sebagai pemandu prinsip perhitungan secara konseptual dan cara berpikir baru tentang sistem fisik. Oleh karena itu, mengembangkan proses pembelajaran Fisika pada program Sarjana Fisika harus dilakukan (Gould, 2000), sehingga begitu pentingnya bahwa mata kuliah Fisika Komputasi dimasukkan sebagai mata kuliah pendukung pokok di Program Studi Fisika.

Mata kuliah Fisika Komputasi pada program studi fisika lebih kearah menjelaskan fenomena Fisika yang diperoleh dari hasil temuan dalam eksperimen. Mata kuliah Fisika Komputasi membahas berbagai metoda pendekatan yang digunakan untuk memformulasikan fenomena Fisika dan penyelesaian fenomena Fisika tersebut secara simulasi. Pembahasan pada Fisika Komputasi adalah menjelaskan dan menyelesaikan fenomena Fisika melalui: teori kesalahan, penyelesaian persamaan nonlinear, sistem persamaan linear, interpolasi dan ekstrapolasi, menghitung turunan secara numerik dan integrasi numerik, dan persamaan diferensial biasa, penyelesaian persamaan

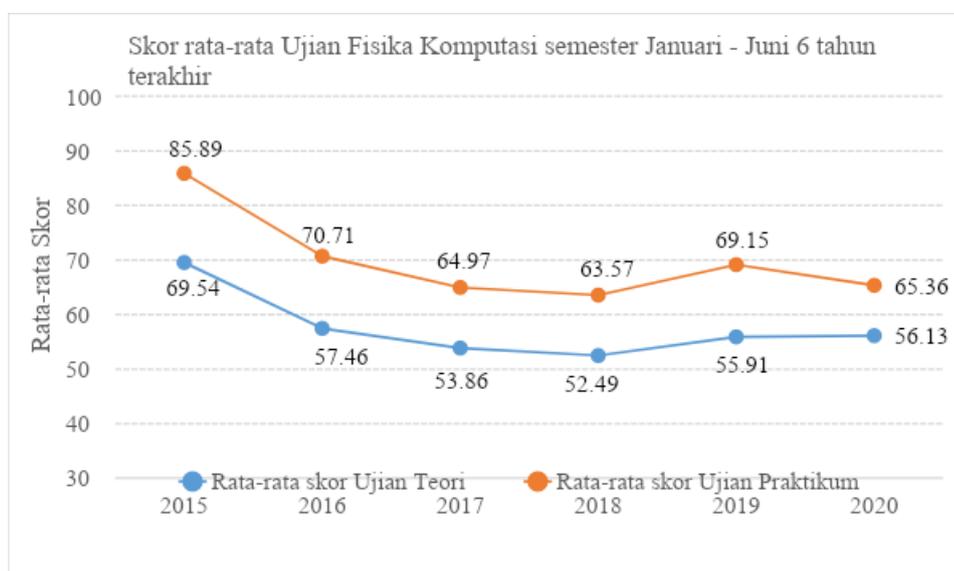
diferensial parsial. Capaian pembelajaran Fisika Komputasi adalah mahasiswa menguasai perumusan teknik dasar analisis numerik untuk menyelesaikan permasalahan Fisika secara algoritmik. Mahasiswa diharapkan memiliki keterampilan merancang *coding (pseudocode)* komputasi untuk penyelesaian permasalahan Fisika, perilaku Fisika, serta gejala alam yang menggunakan program aplikasi Matlab. Bertanggung Jawab terhadap pekerjaan secara individual dan capaian hasil kerja kelompok, memiliki rasa ingin tahu, kritis, berpikir logis, kreatif, dan inovatif, disiplin, percaya diri, cinta ilmu, mandiri, bertanggung jawab, dan menghargai karya orang lain, komunikatif, apresiatif dan partisipatif dalam kehidupan nyata. Tujuan pembelajaran Fisika Komputasi di atas, akan tercapai jika mahasiswa didorong untuk berpikir secara komputasi (*Computational Thinking*). Pemikiran secara komputasi adalah mengintegrasikan kekuatan pemikiran manusia dengan kemampuan komputer.

Mengembangkan keterampilan Fisika Komputasi mahasiswa harus memiliki pengetahuan dan pengalaman dengan berbagai alat komputasi dan keterampilan komputer dasar. Aspek penting pada Fisika Komputasi antara lain keterampilan memecahkan masalah secara ilmiah, dan keterampilan menggunakan komputer sebagai alat bantu memecahkan masalah serta keterampilan menyajikan informasi merupakan aspek pendidikan penting untuk mendapatkan pekerjaan bagi lulusan yang bidang teknik, matematika dan sains/Fisika (Landau, 2007). Maka tantangan dalam pembelajaran Fisika Komputasi adalah bagaimana membantu mahasiswa mengembangkan kemahiran dalam Fisika Komputasi melalui teori dan praktek yang efektif agar berguna untuk mendapatkan pekerjaan pada dunia industri atau usaha dan membuka lapangan pekerjaan.

Pencapaian tujuan pembelajaran fisika komputasi dosen mata kuliah Fisika Komputasi telah mempersiapkan perangkat perkuliahan sesuai dengan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) tahun 2013 melalui beberapa perbaikan. Dosen juga sudah menerapkan model pembelajaran inkuiri terbimbing dan menciptakan iklim kelas yang kondusif. Namun usaha yang telah dilakukan tersebut belum membawa dampak yang signifikan terhadap

peningkatan kompetensi mahasiswa bidang kognitif, psikomotor dan afektif bahkan ada kecenderungan semakin memburuk pada mata kuliah Fisika Komputasi. Hal ini menunjukkan mata kuliah Fisika Komputasi merupakan yang kurang menarik bagi mahasiswa, hal ini sejalan dengan penelitian (Mazvovsky, Halioua, & Adler, 2012). Mazvovsky menemukan bahwa untuk meningkatkan keantusiasan mahasiswa dalam pembelajaran Fisika Komputasi harus mempertimbangkan materi yang bermanfaat dan kontekstual serta memberi kesempatan mahasiswa mengkonstruksi pengetahuan agar kehadiran mahasiswa dapat meningkat.

Perkembangan nilai rata-rata mahasiswa pada mata kuliah Fisika Komputasi pada Program Studi Fisika 6 tahun terakhir seperti terlihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Grafik Perkembangan Nilai Rata-Rata Mata Kuliah Fisika Komputasi Mahasiswa Program Studi Fisika Semester Januari-Juni 2015-2020

Berdasarkan Gambar 1.1 memperlihatkan bahwa ada kecenderungan penurunan rata-rata nilai Fisika Komputasi dan cenderung rendah dengan rata-rata nilai ujian teori dan praktikum enam tahun terakhir adalah 56.13 dan 65.36. Berdasarkan observasi terhadap mahasiswa program studi Fisika selama 6 tahun yang mengikuti perkuliahan Fisika Komputasi terlihat bahwa mahasiswa sulit untuk membangun pengetahuan mereka melalui prosedur

ilmiah dan keterampilan komputer pada kemampuan matematika dasar yang lemah. Mahasiswa mengalami kesulitan ketika dihadapkan pertanyaan yang berkaitan dengan pembuatan algoritma pemecahan masalah. Masalah lain adalah kemampuan mengabstraksi mahasiswa kurang sehingga mereka kesulitan dalam menentukan variabel yang terkait dengan pemecahan masalah. Disisi lain, mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan Fisika Komputasi harus memiliki pengetahuan dan keterampilan komputer dasar dan kemampuan dalam menganalisis variabel pada suatu permasalahan.

Keterampilan komputasi teknis dan keterampilan Fisika Komputasi kemudian dapat dibangun di atas pengetahuan komputasi dasar (AAPT and APD, 2016; Prosperetti & Tryggvason, 2003). Keterampilan dalam pemecahan masalah ilmiah, menyatukan informasi, dan keterampilan berpikir komputasi (*Computational Thinking Skill*) merupakan aspek pendidikan penting untuk mendapatkan pekerjaan bagi lulusan yang bidang teknik, matematika, dan fisika (Landau *et al.*, 2012). Disisi lain, dosen telah mempersiapkan bahan ajar, modul praktikum, kuliah menggunakan media power point, dengan metoda ceramah yang diselang selingi dengan metoda tanya jawab dengan teknik pertanyaan menggali. Metoda dan strategi ini berbentuk inkuiri sebelumnya dapat membantu mahasiswa dalam memahami materi ajar diberikan, namun pada 6 tahun terakhir metoda ini tidak mangkus lagi digunakan, bahkan terjadi penurunan kompetensi mahasiswa dalam Fisika Komputasi (Gambar 1.1). Jadi, kondisi ini membutuhkan inovasi dan terobosan baru untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam Fisika Komputasi.

Dosen berusaha untuk mengetahui permasalahan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan Fisika Komputasi, dengan membagikan angket di setiap akhir perkuliahan. Angket digunakan untuk mengetahui perilaku cara belajar mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Komputasi. Angket terdiri dari 20 item dengan kategorinya seperti Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Respon Mahasiswa terhadap Fisika Komputasi

Nomor Item	Pertanyaan	Respon Responden			
		Sangat tidak Setuju	Tidak Setuju	Setuju	Sangat Setuju
1	Materi matakuliah Fisika Komputasi berhubungan jelas dengan kehidupan nyata dan teknologi	0%	18%	58%	24%
2	Saya kesulitan menetapkan variabel bebas dan variabel terikat pada fenomena Fisika	2%	20%	78%	0%
3	Tugas Fisika Komputasi saya kerjakan sendiri, dengan menyalin tugas teman	4%	54%	42%	0%

Hasil lengkap respon mahasiswa terhadap Fisika Komputasi seperti pada Lampiran 4.

Tabel 1.1, menunjukkan mahasiswa mengakui bahwa materi mata kuliah Fisika Komputasi berhubungan jelas dengan kehidupan nyata dan teknologi, namun mereka kesulitan dalam menerjemahkan permasalahan ke formulasi yang sesuai. Hal ini disebabkan mahasiswa kesulitan dalam menetapkan variabel bebas dan variabel terikat pada fenomena Fisika (78%). Kondisi ini disebabkan oleh mahasiswa tidak memahami berpikir secara komputasi (42%) dan berpikir secara algoritmik (40%). Mahasiswa ada yang kesulitan melihat kaitan antara konten materi Fisika Komputasi dengan apa yang telah mereka ketahui sebelumnya (48%). Kondisi ini disebabkan oleh mahasiswa tidak kritis terhadap algoritma atau diagram alir yang sudah ada (44%). Mahasiswa merasa dosen telah memfasilitasi mahasiswa untuk berdiskusi yang memadai (8% sangat tidak setuju dan 20% tidak setuju). Dosen telah menguasai materi dengan baik, menjelaskan materi dengan baik (15% sangat tidak setuju, 25% tidak setuju). Proses pembelajaran telah memancing rasa ingin tahu mahasiswa (15% sangat tidak setuju, 25% tidak setuju). Dosen sudah menyediakan bahan ajar dan modul, namun bahan ajar dan modul tersebut masih sulit dipahami oleh mahasiswa. Tambahan lagi, dosen menciptakan iklim kelas menyenangkan (10% sangat tidak setuju, 20% tidak setuju) (seperti Tabel 1.1, pada Lampiran 4). Data ini menunjukkan bahwa pembelajaran Fisika Komputasi

membutuhkan perbaikan, agar mahasiswa dapat memperoleh capaian pembelajaran yang optimal.

Tabel 1.1, juga memperlihatkan bahwa mahasiswa sewaktu mengerjakan dengan menyalin tugas teman (42%, setuju), mahasiswa membuat program (*coding*) untuk praktikum mengambil di internet (36%, setuju). Data ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum sepenuhnya kreatif berpikir. Mahasiswa mengandalkan hasil pekerjaan orang lain sebagai tugasnya, mahasiswa berbudaya instan. Kondisi ini berpengaruh terhadap kemampuan mahasiswa dalam memodifikasi algoritma yang diberikan untuk memecahkan masalah identik dan membuat pemodelan lain, selain yang diberikan pada modul, walaupun sangat dianjurkan dalam Fisika Komputasi.

Berdasarkan data di atas mengindikasikan bahwa pembelajaran strategi yang digunakan sebelum ini belum mampu mendorong mahasiswa berpikir kreatif dan berpikir secara komputasi. Strategi dosen ini cenderung terhadap mahasiswa aktif saja, mahasiswa yang lain kurang mendapatkan kesempatan untuk peranan dalam pembelajaran. Mahasiswa dengan strategi ini kurang terdorong untuk menumbuh kembangkan pengetahuan yang telah mereka memiliki. Sumber Daya Manusia (SDM) di sisi untuk memasuki era 4.0 kemampuan untuk mendifusikan (menumbuh kembangkan) pengetahuan untuk beradaptasi dengan terkini dihadapi sudah merupakan suatu kebutuhan sehingga terdapat kelemahan dalam strategi.

Kelemahan pendekatan yang digunakan sebelum ini adalah mahasiswa kurang mendapatkan tantangan untuk mempelajari materi akan dipelajari. Hal ini terjadi karena dosen kurang menciptakan suasana pembelajaran yang mendorong rasa ingin tahu berkembang, sehingga mahasiswa malas untuk berpikir. Disisi lain, hakikat pembelajaran adalah bagaimana membuat seseorang selalu berpikir tentang segala sesuatu yang ada disekitarnya. Konsep pembelajaran Kognitivisme, seseorang dalam belajar harus mengaktifkan otak (*brain*) untuk selalu bekerja. Jika otak seseorang selalu bekerja, maka mereka akan mudah (cepat) beradaptasi dengan setiap masalah yang dihadapi. Mereka akan berusaha mencari faktor (variabel) penyebab masalah itu muncul. Mereka

terbiasa memilih masalah sesuai dengan kedudukannya. Tuntutan seperti yang belum tercover oleh model yang digunakan selama ini. Sementara, tuntutan ini sangat diperlukan untuk memasuki era 5.0. Masyarakat era 5.0 dituntut untuk kreatif, kritis inovatif, dan produktif dalam berbagai kehidupan.

Masalah ini terjadi karena kemampuan berpikir generatif mahasiswa tidak berkembang baik (Akmam *et al.*, 2019). Disisi lain, kemampuan berpikir generatif diperlukan mahasiswa untuk lebih memahami konseptual seperti pembelajaran Fisika pada siswa sekolah vokasi (Maknun, 2015). Pemahaman konseptual yang dibutuhkan mahasiswa untuk menemukan penyelesaian kuantitatif dari masalah kualitatif (Cowan, 2008; Olusegun, 2015). Pemahaman konseptual mahasiswa dapat tumbuh melalui model pembelajaran yang mendorong mahasiswa agar kritis, kreatif, inovatif, dan produktif.

Mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis dan kreatif berpeluang menemukan kebenaran di tengah kelimpahan fenomena dan informasi yang mengelilinginya (Saekhow, 2015; Johnson & Hamby, 2015). Mahasiswa dengan pemikiran kritis dan kreatif akan berdebat secara terorganisir dan secara sistematis mengevaluasi kualitas pendapat mereka. Pemikiran kritis dan kreatif mahasiswa dapat dikembangkan melalui strategi pembelajaran konflik kognitif (Zetriuslita, Wahyudin, & Jarnawi, 2017; Han & Bai, 2018). Mahasiswa yang memiliki pemikiran kritis dan kreatif, jika mereka mendapatkan informasi baru yang relevan dengan pemikirannya, maka informasi tersebut diproses untuk memecahkan masalah yang ditemukan. Jika informasi baru yang relevan tidak diproses dengan baik, secara otomatis menghasilkan respons yang tidak tepat dan mengatasi masalah yang ditemukan seperti yang tepat, maka menghasilkan miskonsepsi pada diri mahasiswa. Agar mahasiswa dapat membangun pengetahuan mereka secara konseptual tanpa miskonsepsi, dibutuhkan sebuah pendekatan pembelajaran yang dapat mendorong mahasiswa berpartisipasi aktif dan kritis dalam belajar (Popescu & Roman, 2018) sehingga mereka menjadi manusia inovatif, kreatif dan produktif. Pemilihan pendekatan untuk pembelajaran aktif harus mempertimbangkan tujuan, konsep, metode pembelajaran, termasuk

pengelolaan pengetahuan melalui suatu model pembelajaran yang mendorong mahasiswa kreatif, inovatif dan produktif. (Rusman, 2012)

Model pembelajaran merupakan tahap-tahap pembelajaran yang menggambarkan aktivitas mahasiswa dan dosen semenjak awal hingga akhir pembelajaran yang dibungkus secara spesifik. Model pembelajaran berfungsi sebagai pembungkus penggunaan suatu pendekatan, metode, dan taktik serta strategi pembelajaran yang akan dilaksanakan dalam ruangan belajar. Model pembelajaran berupa suatu pola perencanaan atau *grant* desain yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas. Penggunaan model pemikiran Generatif berdasarkan konflik kognitif merupakan salah satu solusi dalam memecahkan masalah dalam perkuliahan Fisika Komputasi. Mahasiswa melalui strategi pembelajaran konflik kognitif dapat mengurangi kesalahpahaman mereka dalam Fisika Komputasi (Akman *et al.*, 2018). Model pembelajaran generatif berdasarkan konflik kognitif memerlukan sebuah kajian yang mendalam dan seksama. Kelemahan model pembelajaran yang digunakan sebelum ini belum memfasilitasi mahasiswa mengungkapkan ide alternatif untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Konflik kognitif belum dituliskan secara jelas dalam modul atau bahan ajar yang diberikan kepada mahasiswa.

Strategi konflik kognitif merupakan strategi yang bagus dan andal untuk serta tindakan bertujuan sebagai penghubung tindakan dengan emosional yang tepat untuk memecahkan masalah (Pfister *et al.*, 2019) karena bertindak berhubungan dengan emosional (Wu & Chen, 2018). Konflik kognitif yang disebabkan oleh kejadian yang unik memiliki efek tidak langsung pada pemahaman konseptual mahasiswa dan dapat memediasi pembelajaran konsep (Rahim *et al.*, 2015; Sela & Zaslavsky, 2007). Konflik kognitif efektif untuk memperbaiki miskonsepsi dan meningkatkan kinerja mahasiswa (Veen & Carter, 2006), tentu terdapat kerentanan dengan interpretasi konkrit dengan pemikiran konflik (Spruyt *et al.*, 2018). Jadi, konflik kognitif dapat membantu mahasiswa fokus terhadap proses pembelajaran yang akan berlangsung.

Pembelajaran yang dimulai dengan konflik kognitif jauh dari konflik afektif (Schmid *et al.*, 2015; Schmid *et al.*, 2015; Kuhn, 2015), memiliki efek positif yang signifikan terhadap reputasi sosial dan prestasi belajar mahasiswa (Chang & Lo, 2015) tentu strategis dalam mengoptimalkan kinerja dalam belajar (Donaldson *et al.*, 2019). Strategi konflik kognitif adaptif dapat mengontrol kognisi yang terlibat dalam proses beradaptasi dengan konflik akibat pengulangan yang bersifat emosional (Chun & Kim, 2017). Strategi ini dapat meningkatkan pemrosesan rangsangan yang relevan dan tidak relevan dengan tugas yang diberikan. (Ligeza & Wyczesany, 2017)

Implementasi strategi konflik kognitif efektif ketika diterapkan kepada orang yang telah memiliki pengetahuan tentang topik yang akan dibahas. Animasi komputer, peta konsep dan teks perubahan konseptual dapat digunakan dalam menciptakan konflik kognitif (Akpınar *et al.*, 2009). Instrumen untuk menguji proses refleksi kognitif masih perlu dikembangkan (Travers *et al.*, 2016). Namun, strategi konflik kognitif belum mampu membangun struktur pengetahuan mahasiswa pada pembelajaran Matematika (Sela & Zaslavsky, 2007). Untuk itu, implementasi strategi konflik kognitif pada pembelajaran Fisika Komputasi perlu dikaji lebih lanjut dengan mengoptimalkan lima elemen strategi konflik kognitif yaitu 1) kebermaknaan informasi yang diterima, 2) menantang konsep yang ada dalam pemikiran siswa, 3) kemampuan untuk memusatkan perhatian, 4) motivasi, dan 5) kenyamanan dalam menggunakan perangkat pembelajaran, seperti materi ajar, media pembelajaran dan lingkungan belajar (Rahim *et. al*, 2015). Strategi konflik kognitif di atas dapat dituangkan dalam model pembelajaran generatif agar fokus untuk membangun pengetahuan melalui proses asimilasi dan akomodasi.

Model pembelajaran generatif berpijak pada teori konstruktivisme memfasilitasi mahasiswa untuk membangun sendiri konsep baru berdasarkan konsep lama yang telah dimiliki mahasiswa salah satu solusi untuk mengatasi dalam perkuliahan Fisika Komputasi. Mahasiswa pada model ini membangun konsep baru tidak di ruang hampa melainkan berlangsung di lingkungan sosial

dimana mereka melakukan interaksi untuk merestrukturisasi ide-ide baru berdasarkan fenomena yang dihadapi. Pembelajaran generatif diperkenalkan oleh (Osborne & Wittrock, 1983) dengan 7 (tujuh) tahapan pembelajaran yaitu *motivation, attention, processing information, subsumption* dan *problem solving*. Tahapan ini dimodifikasi (Flick, 1996) menjadi *engagement, exploration, elaboration, evaluation* untuk pembelajaran matematika.

Elaborasi dapat terlaksana dengan baik, jika pengetahuan atau ide-ide yang ditemukan saat eksplorasi ditransformasi agar cocok dengan masalah yang ingin diselesaikan. Oleh sebab itu, menambahkan tahapan *transformation* antara *exploration* dan *elaboration*, tahapan *elaboration* setara dengan *presentation* serta *evaluation* dilaksanakan dalam *reflection* yang mengandung unsur evaluasi (Chuen *et al.*, 2008). Tahapan dimodifikasi menjadi *preliminary, focusing, challenge, application, evaluation* (Ulusoy & Onen, 2014). Mahasiswa pada kegiatan evaluasi dan merefleksi sendiri tentang pemahaman mereka mengenai topik yang sedang dibahas. Fokus utama refleksi dan evaluasi adalah mahasiswa melihat kesesuaian pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru, meninjau sejauh mana mahasiswa memahami topik yang telah dibahas, melihat sejauh mana topik yang bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan, menunjang kecakapan hidup untuk menghadapi kehidupan global. Berdasarkan pendekatan saintifik tahapan pembelajaran menjadi eksplorasi, pemfokusan, tantangan, dan penerapan, namun tidak memasukan evaluasi sebagai bagian dari sintaks pembelajaran Generatif. (Made, 2014)

Maknum (2015) bertitik tolak dari sintak (Wittrock, 1992) membuat model pembelajaran Generatif untuk pendidikan vokasional menjadi *orientation, disclosure, challenges* dan *reconstruction, implementation* serta *evaluation*. Pilegard melihat pembelajaran generatif bukan sebagai model pembelajaran, tetapi melihatnya sebagai strategi pembelajaran yang mengandung unsur *Cue utilization, metacognitive judgment, self-regulation*, dan *learning outcomes* (Pilegard & Fiorella, 2016). Mahasiswa melalui pembelajaran generatif diharapkan dapat berpartisipasi secara aktif dalam

pembelajaran sehingga memiliki kemampuan dan keterampilan dalam upaya membangun pengetahuan secara mandiri. Mahasiswa mengasosiasikan pengetahuan awal (*prior knowledge*) dengan konsep yang sedang dipelajari (*new knowledge*), sehingga pada akhirnya mahasiswa dapat mengkonstruksi pengetahuan yang baru. Berdasarkan uraian sebelumnya, *state of the art* pembelajaran generatif seperti Tabel 1.2.

Tabel 1.2. *State of the Art* Pengembangan Model Pembelajaran Generatif

	Osborne & Wittrock, (1983)	Flick (1996)	Chuen et al (2008)	Ulusoy & Onen, (2014)	Made, (2014).	Maknun, (2015)	Pilegard & Fiorella, (2016)
1	<i>Motivation</i>	<i>Engagement</i>	<i>Engagement</i>	<i>Preliminary</i>		<i>Orienta-tion</i>	<i>Cue Utili-zation</i>
2	<i>Attention</i>	<i>Exploration</i>	<i>Exploration</i>		<i>Eksplorasi</i>		
3	<i>Processing Information</i>			<i>Pemfokusan</i>	<i>Pemfokusan</i>	<i>Disclosure</i>	
4	<i>Generative Learning</i>		<i>Transformation</i>	<i>Challenge</i>	<i>Tantangan</i>	<i>Challenges and reconstruction</i>	<i>Metacognitive Judgment</i>
5	<i>Subsumption</i>	<i>laboration</i>	<i>Presentation</i>	<i>Application</i>	<i>Penerapan</i>	<i>Implementation</i>	<i>Self-regulation</i>
6	<i>Restructuring</i>	<i>Evaluation</i>	<i>Reflection</i>	<i>Evaluation</i>		<i>Evaluation</i>	<i>Learning outcomes</i>
7	<i>Problem Solving</i>						

Semua tahapan atau sintak yang dikemukakan penelitian sebelum ini mempunyai kelebihan dan kekurangan. Setiap pencetus/pengembang memberikan rekomendasi beberapa rekomendasi antara lain: 1) Pembelajaran generatif harus ditunjang oleh berpikir kreatif yang dipusatkan pada konstruksi pengetahuan melalui desain objek (Chuen *et al.*, 2008), 2) Penilaian bersifat metakognitif, karena refleksi diri sendiri oleh mahasiswa sering tidak akurat, di sisi lain kemampuan membuat penilaian refleksi diri sendiri yang akurat merupakan kegiatan yang penting dalam pembelajaran generatif (Pilegard & Fiorella, 2016), 3) Pembelajaran dengan model pembelajaran Generatif rawan terhadap miskonsepsi, untuk refleksi bersifat evaluasi membutuhkan penyelidikan lebih lanjut, 4) Pembelajaran generatif memerlukan proses menghasilkan hubungan dan makna dalam membangun pengetahuan berdasarkan stimulus yang dapat diterima perlu dianalisis lebih lanjut (Osborne & Wittrock, 1983), 5) Pemahaman keterampilan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan belajar mandiri harus menjadi perhatian dalam mengimplementasikan pembelajaran generatif. (Narciss *et al.*, 2014)

Berdasarkan rekomendasi dan kekurangan masing-masing sintaks di atas, Maknun (2015) mengimplementasi model pembelajaran generatif dengan sintak *orientation, disclosure, challenges and reconstruction, implementation* dan *evaluation*. Implementasi model pembelajaran yang dikembangkan Maknun ini, lemah dalam memfokuskan dan mendorong mahasiswa untuk berpikir mendalam. Penelitian ini mengembangkan model pembelajaran generatif dengan sintak *orientation, conflict cognitive, disclosure, construct, application and reflection and evaluation* (OC3ARE) dalam menutupi kekurangan yang ada. Model OC3ARE menambahkan tahapan *conflict cognitive* bertujuan agar mahasiswa terfokus terhadap permasalahan dan mendorong mahasiswa berpikir mendalam. Strategi konflik kognitif memiliki peranan mendorong terjadinya proses kolaborasi, reformulasi dan kesadaran dalam pembelajaran (Rahim, Noor, & Zaid, 2015). Harapannya adalah melalui pernyataan yang mengandung konflik kognitif, dapat memfokuskan mahasiswa dalam mengajukan ide (*disclosure*) sebagaimana yang diinginkan. (Made, 2014) dan (Ulusoy & Onen, 2014)

Sintak yang dirancang di atas diuji melalui riset dan pengembangan model pembelajaran. Penelitian ini mengambil objek mata kuliah Fisika Komputasi. Penelitian dan pengembangan dengan model pembelajaran di pendidikan tinggi khususnya pada mata kuliah Fisika Komputasi masih jarang menjadi perhatian oleh para peneliti di bidang pengembangan model dan desain pembelajaran. Penelitian diharapkan menemukan model pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan problem solving dalam bentuk *coding* lulusan program Studi Fisika untuk mencapai era 4.0. Menghasilkan hubungan yang bermakna dalam suatu model berdasarkan stimulus yang diterima merupakan aktivitas penting dalam pembelajaran sains, namun belum terakomodasi dengan baik.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas permasalahan yang ditemukan berkaitan dengan pentingnya pengembangan model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif mahasiswa Universitas Negeri Padang antara lain:

1. Perguruan tinggi selalu memberikan akses pendidikan untuk masyarakat. Sebagian besar lulusan lembaga pendidikan kurang mampu menyesuaikan diri dengan perubahan IPTEK, sulit untuk dapat dilatih kembali dan dapat mengembangkan diri. Hal ini menunjukkan rendah kemampuan generatif lulusan perguruan tinggi.
2. Pemahaman konseptual diperlukan untuk mendapatkan solusi kuantitatif dari masalah kualitatif. Pemahaman ini penting untuk mereproduksi (*generate*) dan memodifikasi algoritma pemecahan masalah, namun kemampuan mahasiswa memodifikasi algoritma yang telah ada untuk memecahkan masalah identik dengan algoritma masih rendah. Hal ini mengindikasikan kemampuan berpikir generatif mahasiswa dalam memahami fenomena konseptual belum berkembang.
3. Fisika Komputasi dengan pendekatan simulasi dan animasi menuntut mahasiswa memiliki keterampilan kognitif yang bersifat generatif, namun kemampuan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa ada kecenderungan menurun akhir-akhir ini, indikatornya adalah terjadi penurunan kemampuan mahasiswa dalam menganalisis variabel fenomena, membuat disain algoritma dari fenomena alam yang kompleks dan abstrak.
4. Mata kuliah Fisika Komputasi termasuk mata kuliah utama di Program Studi Fisika dan termasuk kelompok mata kuliah *Coding*, namun minat mahasiswa untuk mendalaminya akhir-akhir ada kecenderungan menurun. Sehingga menurunkan hasil belajar mahasiswa baik secara teori dan praktikum pada mata kuliah Algoritma dan Pemrograman Komputer dan Fisika Komputasi.
5. Fisika Komputasi berperan penting untuk pengembangan Fisika dan Teknologi, namun pendekatan pembelajaran yang mempertimbangkan

konten, metode pembelajaran dan strategi serta manajemen pengetahuan melalui suatu model pembelajaran agar mahasiswa kreatif, inovatif dan produktif belum optimal.

6. Kompetensi mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Komputasi masih belum memenuhi target *mastery learning* (belajar tuntas) dan penguasaan kecakapan hidup (*generic life skill, soft skill*) mahasiswa masih rendah, indikatornya adalah rendahnya hasil ujian teori, ujian praktikum dan kualitas tugas proyek Fisika Komputasi yang dibuat mahasiswa.
7. Pendidikan harus mampu memperlakukan, memfasilitasi, dan mendorong mahasiswa menjadi subjek pembelajar mandiri yang bertanggung jawab, kreatif, inovatif, sportif dan kritis, namun hal ini belum terlaksana baik khususnya pada mata kuliah Fisika Komputasi.
8. Fisika adalah ilmu dasar dan bersifat umum, sehingga lulusan mempunyai lapangan pekerjaan yang terbatas, terdapat masalah adanya mismatch antara lulusan perguruan tinggi (program studi Fisika) dan kualifikasi yang dibutuhkan sektor industri dan jasa di masyarakat, akibatnya menimbulkan masalah ketika lulusan program studi Fisika tersebut ingin mencari pekerjaan.
9. Perangkat pembelajaran Buku ajar mata kuliah Komputasi Fisika dibuat untuk mendukung pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif belum teruji validitas dan praktikalitas.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini fokus menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan mengingat keterbatasan waktu dan kesempatan dilakukan beberapa pembatasan sebagai berikut:

1. Pemahaman konseptual untuk mendapatkan solusi kuantitatif dari masalah kualitatif ditinjau dari bagaimana mahasiswa mereproduksi (*generate*) dan memodifikasi algoritma pemecahan masalah untuk memecahkan masalah identik.

2. Kemampuan berpikir kreatif dilihat adalah keterampilan analisis, penyelesaian masalah dan berpikir secara terbuka dalam membuat disain algoritma dari fenomena alam yang kompleks dan abstrak.
3. Indikator keterampilan berpikir kreatif yang digunakan adalah *fluency of thinking, flexibility, elaboration, originality, analysis dan evaluation*.
4. Pendekatan pembelajaran yang digunakan mempertimbangkan konten, metode pembelajaran dan strategi melalui suatu model pembelajaran generatif agar mahasiswa kreatif, inovatif dan produktif.
5. Kompetensi mahasiswa dalam bentuk mastery learning dan *generic life skill, soft skill* pada mata kuliah Fisika Komputasi diperoleh hasil ujian teori, ujian praktikum dan kualitas tugas proyek Fisika Komputasi yang dibuat mahasiswa.
6. Perangkat pembelajaran buku ajar digital mata kuliah Komputasi Fisika dibuat untuk mendukung pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelum ini, rumusan masalah penelitian ini adalah;

1. Bagaimana mengembangkan model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif yang valid, praktis dan efektif untuk pembelajaran Fisika Komputasi?
2. Bagaimana mengembangkan perangkat penunjang pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi yang valid, praktis serta efektif?

E. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, diajukan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kerangka model hipotetik model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif yang dapat digunakan untuk pembelajaran pada mata kuliah Fisika Komputasi?

2. Bagaimana tingkat validitas, praktikalitas dan efektivitas model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif pada pembelajaran Fisika Komputasi?
3. Bagaimana tingkat validitas, praktikalitas serta efektivitas perangkat penunjang pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi yang dikembangkan?

F. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan yang telah dikemukakan, supaya penelitian ini mempunyai fokus yang jelas dan capaian yang ditetapkanlah terukur, tujuan penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Menghasilkan kerangka hipotetik model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif untuk pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi.
2. Menghasilkan model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif yang valid, praktis serta efektif untuk pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi.
3. Menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid, praktis serta efektif untuk pembelajaran mata kuliah Fisika Komputasi.

G. Manfaat Penelitian

Penelitian dan pengembangan model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif penting dilakukan karena hal berikut ini:

1. Fisika Komputasi sebagai perangkat penunjang pengembangan teknologi dan sebagai jembatan dari kajian teoritis dan eksperimental. Oleh karena itu penguasaan Fisika Komputasi penting untuk persiapan mahasiswa menghadapi perkembangan sains, teknologi yang ada di masyarakat. Keunggulan kepedulian terhadap kepentingan masyarakat mendukung

pembangunan dalam bidang pendidikan untuk pembentukan masyarakat madani.

2. Secara teoritis, penelitian ini dapat menjadi sumbangan pikiran pada ilmu pengetahuan dalam pengembangan model pembelajaran pendidikan Sains dan vokasi, khususnya pada pembelajaran Fisika Komputasi dan Aplikasi Metoda Numerik.
3. Sebagai masukan bagi program studi Fisika, dalam menyusun kebijakan memilih model pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Komputasi.
4. Sebagai pedoman bagi peneliti dan dosen pengampu mata kuliah Fisika Komputasi dan Aplikasi Metoda Numerik dalam memilih dan menerapkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan penguasaan materi Fisika Komputasi dan Aplikasi Metoda Numerik.
5. Hasil penelitian dapat digunakan untuk meningkatkan Keterampilan Komputasi mahasiswa dalam menguasai sains dan teknologi, memiliki kesiapan mental daya saing pada era globalisasi.
6. Penerapan model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif ini diharapkan dapat berperan dalam mempersiapkan generasi muda yang menguasai sains dan teknologi secara menyeluruh, memiliki kesiapan mental dalam menghadapi era globalisasi dan memiliki kemampuan berpikir kreatif serta kepedulian sosial yang diperlukan untuk membangun suatu bangsa melalui pendidikan.
7. Pengembangan model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif bermanfaat bagi mahasiswa untuk memahami konsep Fisika dengan baik, dan merasa mudah dan senang belajar Fisika Komputasi.

H. Spesifikasi Produk yang Ditargetkan

Objek yang dikembangkan pada penelitian ini adalah model pembelajaran Generatif untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa

dalam mata kuliah Fisika Komputasi. Model pembelajaran generatif dikembangkan dengan memasukan strategi konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif untuk membantu mahasiswa menyelesaikan fenomena Fisika secara numerik dan komputasi. Mahasiswa dalam penyelesaian konflik kognitif digiring menemukan metoda numerik dan algoritma penyelesaian fenomena Fisika dihadapi, kemudian menuangkannya dalam bentuk *coding* pada komputer. Mahasiswa diharapkan menyadari bahwa fenomena Fisika tidak hanya dapat diselesaikan secara analitis, namun juga dapat diselesaikan melalui pendekatan *algorithmic* dan *coding* pada komputer. Produk yang akan dihasilkan adalah:

1. Model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif dituangkan dalam bentuk buku model. Buku model menjelaskan tentang karakteristik model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif berdasarkan (sintak, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung serta dampak pembelajaran). Buku model juga menjelaskan teori belajar pendukung model serta panduan penerapan model generatif bagi dosen.
2. Bahan ajar Fisika Komputasi yang berisikan analisis numerik dan algoritma dan atau diagram alir menyelesaikan fenomena Fisika.
3. LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) dalam hal ini berbentuk petunjuk praktikum yang berisikan capaian pembelajaran mata kuliah, ringkasan materi, tugas awal, tugas praktikum serta fenomena Fisika yang diselesaikan secara komputasi. LKM ini juga menyediakan ruang bagi mahasiswa membuat alternatif pemecahan masalah yang diberikan. LKM dirancang bertujuan untuk mengarahkan mahasiswa agar belajar sesuai dengan sintak model pembelajaran yang digunakan.

I. *Novelty* dan *Originality*

Novelty merupakan temuan dari penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menemukan unsur temuan baru yang memiliki kontribusi pada pengembangan model pembelajaran. *Novelty* penelitian ini antara lain:

1. Tahapan pembelajaran *disclosure, application and conflict cognitive* pada model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif memicu muncul kemampuan *computational thinking skill*.
2. Kompetensi mahasiswa pada mata kuliah Fisika Komputasi menuntut keterampilan berpikir (*brain skill*) untuk mendukung keterampilan vokasi (*hand skill*). Mahasiswa menghasilkan produk Fisika Komputasi yang bagus, jika didukung oleh *brain skill* yang bagus.
3. Ketertarikan mahasiswa menyelesaikan konflik kognitif memancing timbulnya rasa ingin tahu, sehingga belajar bermutasi menjadi mengeksplorasi pengetahuan guna memberi makna terhadap apa yang diperoleh dalam proses belajar.

Originality merupakan kemampuan menghasilkan gagasan yang luar biasa yang tidak umum yang mengacu pada keunikan dari penelitian yang dilakukan. *Originality* pada penelitian antara lain:

1. Tahap konflik kognitif pada model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif pembelajaran berperan untuk memberi tantangan dan pemfokusan mahasiswa terhadap topik akan dibahas.
2. Tahap *construct* pada model pembelajaran generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif membiasakan mahasiswa mengasimilasi dan mengakomodasi pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah mereka miliki sebelumnya.
3. Tahap *Reflective-evaluative* pada model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif pembelajaran berperan untuk melakukan koreksi dan evaluasi terhadap setiap proses pembelajaran yang dilakukan.

4. Implimentasi model pembelajaran dengan sintak *orientation, disclosure, challenges and reconstruction, implementation* dan *evaluation* (Maknun, 2015) memiliki kelemahan dalam memfokuskan dan mendorong mahasiswa untuk berpikir mendalam. Model OC3ARE menambahkan tahapan *conflic cognitive* yang bertujuan agar mahasiswa terfokus terhadap pemasalahan dan mendorong mahasiswa berpikir mendalam. Strategi konflik kognitif memiliki peranan mendorong terjadinya proses kolaborasi, reformulasi dan kesadaran dalam pembelajaran (Rahim, Noor, & Zaid, 2015). Pernyataan yang mengandung konflik kognitif dapat memfokuskan mahasiswa dalam mengajukan ide (*disclosure*) sebagai mana yang diinginkan (Made, 2014) dan (Ulusoy & Onen, 2014). Mahasiswa pada application diberikan kesempatan menerapkan penguasaan konsep (algoritma) yang baru diperoleh pada studi kasus yang, kemudian mahasiswa menguji keabsahan konsep melalui coding pada komputer. Tahap *reflection and evaluation*, dosen melalui diskusi dan teknik tanya jawab membandingkan konsep yang telah dibangun dan telah dicobakan melalui praktikum *coding* dengan pengetahuan awal sebelum melakukan praktikum.

J. Roadmap Penelitian

Pengembangan model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif bermula dari penelitian eksperimen pendekatan konstruktivisme untuk SMA tahun 1999 dan penelitian Tindakan Kelas tahun 2012. *Roadmap* pengembangan pembelajaran generatif ber strategi konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif pada pembelajaran Fisika Komputasi seperti Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Roadmap Model Pembelajaran Generatif berbasis Konflik Kognitif Berorientasi Berpikir Kreatif

K. Definisi Operasional

Definisi operasional dibuat untuk menyatukan pandangan dan menyamakan persepsi antara peneliti dan pembaca. Agar tidak terjadi perbedaan interpretasi antara peneliti dan pembaca, maka pada penelitian ini perlu diberikan penegasan pengertian istilah antara lain:

- Pengembangan merupakan suatu proses jangka panjang menggunakan prosedur yang sistematis dan terorganisasi untuk meningkatkan kualitas sesuatu secara teoritis dan konseptual serta moral. Jadi penelitian pengembangan merupakan usaha yang dilakukan untuk mengembangkan suatu produk atau sistem berupa model pembelajaran Generatif berbasis konflik kognitif berorientasi berpikir kreatif, agar menjadi efektif digunakan untuk proses pembelajaran pada lembaga pendidikan.
- Model pembelajaran adalah suatu pola pembelajaran tertentu yang dapat diterapkan agar tujuan pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai dengan lebih efektif dan efisien. Keberadaan model pembelajaran berfungsi membantu mahasiswa memperoleh informasi, gagasan, keterampilan, nilai-nilai, cara berpikir dan pengertian.

3. Model pembelajaran generatif adalah model pembelajaran yang menekankan berpartisipasi aktif mahasiswa dalam proses pembelajaran dan mengkonstruksi makna dari informasi yang ada disekitarnya dengan mengintegrasikan pengetahuan awal dengan pengetahuan baru yang dimiliki mahasiswa, sehingga mahasiswa dapat melakukan proses adaptasi saat menghadapi stimulus baru.
4. Konflik kognitif merupakan pembelajaran yang dimulai dengan memicu konflik psikologis atau gangguan, ketika harapan seseorang terhadap suatu fenomena tidak sesuai dengan pengamatannya atau prediksi yang dipikirkan sebelumnya. Konflik kognitif diciptakan dengan cara memberikan fenomena anomali atau pernyataan yang menimbulkan mahasiswa berpikir secara mendalam yang mendorong terjadinya perubahan keyakinan terhadap suatu konsep yang sedang menjadi fokus perhatian.
5. Berpikir kreatif merupakan ekspresi yang mencerminkan orisinalitas dari individu dalam mengungkapkan ide atau produk baru inovatif, sehingga mampu mengarahkan diri kepada objek tertentu, menguraikan dan menganalisis ide, meningkatkan kualitas karya pribadi, memproduksi gagasan alternatif untuk memecahkan permasalahan. Jadi, orientasi berpikir kreatif pada model pembelajaran Generatif berfungsi untuk merangsang mahasiswa melibatkan diri dalam berbagai aktivitas kreatif dan inovatif. Mahasiswa mendapat kebebasan untuk mengekspresikan aktualitas diri secara aktif dan kreatif dalam kegiatan ilmiah yang terkendali dan tidak merugikan orang lain.
6. Fisika Komputasi adalah studi implementasi numerik algoritma untuk memecahkan masalah Fisika berdasarkan teori kuantitatif yang sudah ada dengan aplikasi ilmu komputer. Jadi, Fisika Komputasi merupakan metoda menyelesaikan persoalan-persoalan Fisika secara numerik atau secara simulasi dengan penyusunan model Matematika sebelumnya.