

**PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN KALKULUS
BERDASARKAN TEORI APOS (MPK-APOS)**

DISERTASI



Oleh

**HANIFAH
NIM 19446**

*Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mendapatkan
gelar Doktor Ilmu Pendidikan*

**PROGRAM STUDI ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM DOKTOR
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

ABSTRACT

Hanifah, 2015. "Developing an Instructional Model of Calculus Based on Theory of APOS (Actions, Processes, Objects and schema)". Dissertation. Graduate Program. State University of Padang.

Based on a preliminary study, it was found that the instructional process of Calculus has not run/take place optimally. This research was aimed at developing an instructional model of Calculus based on theory of APOS, and determine the validity, practicality, and effectivity of the model.

A research designed has been conducted as suggested by Plomp consisted of preliminary research, prototyping phase, and assessment phase. In the prototype phase is done formative evaluation consisting of expert review, individual testing, piloting a small group, and large group trials. Validity of data collected through the validation by experts on an instructional model of Calculus based on theory of APOS, Syllabus, Learning Events Unit, Worksheet and Introduction to Maple. Practicalities of data collected through questionnaires filling eligibility by experts, implemented by observers, practicality Worksheet by lecturer and students. Data were collected through observation effectiveness of student activities, observation ability lecturer manage an instructional model of Calculus based on theory of APOS, motivation questionnaire, and questionnaire responses by students, and post-test. Data were analyzed using descriptive statistics and inferential statistics.

Based on the data analysis, the instructional model of Calculus which was based on the APOS theory was significantly improved the students achievement. The instructional model was also considered valid, practical, and effective.

The conclusion of this research were that the APOS model were in line with the development program to change the educational paradigm from teachers' centered into students' centered instruction. This research implies, the APOS theory can be widely introduced to mathematics teachers in order to improve the quality of the instructional process. For further researchers, this research suggested to conduct similar studies to find out the effect of the APOS Theory on the Calculus programs.

ABSTRAK

Hanifah, 2015. “Pengembangan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS (Aksi, Proses, Objek, Skema)”. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang.

Berdasarkan penelitian pendahuluan, telah ditemukan bahwa proses pembelajaran Kalkulus belum berjalan/berlangsung secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS, dan untuk mengetahui tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan model yang dikembangkan.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan menggunakan rancangan Plomp yang terdiri dari tiga tahap yaitu: 1) *preliminary research*, 2) *prototyping phase*, dan 3) *assesment phase*. Pada fase prototipe dilakukan *formative evaluation* yang terdiri atas tinjauan ahli, uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil, dan ujicoba kelompok besar. Data validitas dikumpulkan melalui kegiatan validasi oleh para ahli tentang Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS, Silabus, Satuan Acara Pembelajaran, Lembar Kerja dan Pengenalan Maple. Data praktikalitas dikumpulkan melalui pengisian angket kelayakan oleh: pakar, keterlaksanaan oleh pengamat, kepraktisan Lembar Kerja oleh dosen dan mahasiswa. Data efektifitas dikumpulkan melalui pengamatan aktivitas mahasiswa, pengamatan kemampuan dosen mengelola Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS, angket motivasi, angket respon oleh mahasiswa, dan postes. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan statistika deskriptif dan statistika inferensial.

Hasil dari analisis data menunjukkan bahwa, Pengembangan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Model Pembelajaran Kalkulus II Berdasarkan Teori APOS termasuk kategori valid, praktis, dan efektif.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah model MPK-APOS sejalan dengan pergeseran paradigma pendidikan yaitu berpindah dari pembelajaran yang terpusat pada dosen menjadi pembelajaran yang terpusat pada mahasiswa. Implikasi penelitian ini adalah, teori APOS dapat diperkenalkan lebih luas pada dosen-dosen matematika untuk meningkatkan kualitas dari proses pembelajaran. Untuk kelanjutan penelitian ini, kepada peneliti lain disarankan untuk mengembangkan pada matakuliah yang serupa untuk menemukan dampak dari teori APOS pada mata kuliah Kalkulus.

Kata Kunci: Pengembangan Model Pembelajaran, Teori APOS, Kalkulus, Kevalidan, Kepraktisan dan Keefektifan

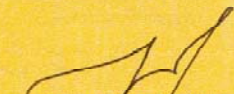
Lembar Pengesahan

Dengan persetujuan Komisi Promotor/Pembahas/Penguji telah disahkan
Disertasi atas nama :

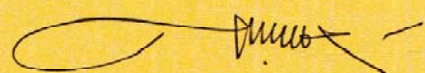
Nama : *Hanifah*
NIM. : 19446

melalui ujian terbuka pada tanggal 19 Maret 2015

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Negeri Padang


Prof. Nurhizrah Gistituati, M.Ed., Ed.D.
NIP. 19580325/199403 2 001

Ketua Program Studi/Konsentrasi


Prof. Dr. Z. Mawardi Effendi, M.Pd.
NIP. 19501104 197503 1 001

Persetujuan Komisi Promotor/Penguji

Nama : *Hanifah*
NIM. : 19446

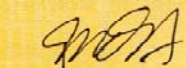
Komisi Promotor/Penguji

Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc.
(Ketua Promotor/Penguji)

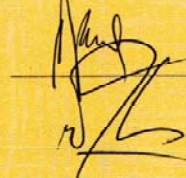


Prof. Dr. Lufri, M.S.
(Promotor/Penguji)

Prof. Dr. I. Made Arnawa, M.Si.
(Promotor/Penguji)



Prof. Drs. H. Jalius Jama, M.Ed., Ph.D.
(Pembahas/Penguji)



Prof. Drs. H. Nizwardi Jalinus, M.Ed., Ed.D.
(Pembahas/Penguji)



Prof. Dr. Wahyu Widodo, M.Pd.
(Penguji dari Luar)



SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, Disertasi dengan judul Pengembangan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS) adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Negeri Padang maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan Tim Promotor.
3. Didalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan yang berlaku.

Padang, Desember 2014

Saya yang menyatakan



Hanifah
NIM. 19446

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Disertasi yang berjudul **“Pengembangan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS)”**. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat dari alam jahiliyah kepada alam yang berilmu.

Selama dalam proses penyelesaian Disertasi ini penulis mendapatkan bimbingan, bantuan, arahan, dan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih dan penghormatan yang tinggi kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Negeri Bengkulu yang telah memberi izin kepada penulis untuk mengikuti tugas belajar Program Doktor di UNP.
2. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu yang telah memberi izin kepada penulis untuk mengikuti tugas belajar Program Doktor di UNP.
3. Bapak Rektor Universitas Negeri Padang, Direktur Program Pascasarjana, Ketua Program Studi Doktor Ilmu Pendidikan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti tugas belajar Program Doktor di UNP.
4. Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc. sebagai Promotor I, Prof.Dr. Lufri, M.S sebagai Promotor II, dan Prof. Dr. I Made Arnawa, M.Si. sebagai Promotor III, atas curahan ilmu dan tanggung jawab untuk menghantarkan penulis mampu menyelesaikan Disertasi ini. Tak lupa ucapan terima kasih penulis haturkan pada Prof. Dr. Jalius Jama, M.Ed., dan Prof. Dr. Nizwardi

Jalinus, M.Ed. sebagai Pembahas, yang telah memberikan kritik dan saran agar Disertasi ini menjadi layak dipublikasikan.

5. Dr. Darmansyah, M.Pd. (Pakar Teknologi Pendidikan dari Program Pasca Sarjana UNP), Dr. Yasnur Asri, M.Pd. (Pakar Bahasa dari Fakultas Bahasa dan Sastra UNP), Mudin Simanihuruk, Ph.D. (Pakar Matematika dari FMIPA UNIB), Dr. Yerizon, M.Pd. (Pakar Pendidikan Matematika dari FMIPA UNP), Prof. Dr. Riyanto, M.Pd. (Pakar Teknologi Pendidikan dari Program Pasca Sarjana FKIP UNIB), Prof. Dr. Wahyu Widada, M.Pd. (Pakar Pendidikan Matematika dari Program Pascasarjana FKIP UNIB), yang telah memberikan kepercayaan penuh pada penulis bahwa MPK-APOS valid dan layak untuk diterapkan.
6. Dekan FMIPA UNP, Dekan Fakultas`Tarbiyah IAIN Imam Bonjol Padang, Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNIB, Dekan FKIP UBH yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di instansi masing-masing.
7. Ibu Dewi Murni, Ibu Nana, Ibu Ulvasari, Ibu Baki Swita, Ibu Etis, Ibu Dyah, Bapak Yarman, Bapak Rahmadi Kurnia, Bapak Khairuddin, Ibu Amelia, dan Ibu Rita yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.
8. Kedua orang tua tercinta, Damanhuri (almarhum) dan Djasidar (almarhumah), atas cinta kasih yang tiada tara serta doa yang tak putus dilantunkan demi kebaikan penulis, dan doa agar penulis melanjutkan studi setinggi-tingginya.
9. Suami tercinta M.Zen, M.Pd. dan putraku tersayang Fauzul Azmi Zen, S.E. beserta istri dr. Putri Khairani, serta putriku terkasih Fadilla Zennifa, S.T. yang telah banyak memberikan dorongan, dukungan, pengertian,

pengorbanan, kesabaran, cinta dan kasih sayang, sehingga penulis memiliki kekuatan, semangat, kesabaran dan percaya diri yang tinggi dalam penyelesaian Disertasi ini. Selamat berjuang untuk putriku yang sedang menempuh Program S2 di Universitas Kyushu Fukuoka Jepang.

10. Dr. Ricky Avenzora, M.Sc. sahabat yang telah banyak membantu penulis untuk menata diri. Berkat nasehat dan doanya penulis mampu berjuang dan tetap bersemangat dalam menyelesaikan Disertasi ini.

11. Kakak tercinta dr. Fatma D Jalil, Sp.D., dan Dra. Rahmi Daman, serta adik-adik tersayang Dr. Muhammad Abduh, M.E., S.E. dan Hilma D Jalil, M.E., S.E. yang telah memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan perkuliahan dan penulisan Disertasi ini.

12. Sahabat-sahabat tercinta yang tak disebutkan nama dan gelarnya yang telah banyak membantu dan mendorong untuk menyelesaikan perkuliahan dan penulisan Disertasi ini.

13. Tak lupa para asisten atau mahasiswa yang tak disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu pelaksanaan uji coba MPK-APOS.

Semoga bantuan, dorongan, bimbingan dan doa yang telah diberikan dengan keikhlasan dan ketulusan hati menjadi amal ibadah dan mendapat imbalan dari Allah SWT. Aamiin ya Rabbal Alamin.

Akhirnya penulis berharap semoga Disertasi ini bermanfaat sebagai sumber dan referensi bagi pembaca, pendidik dan dosen-dosen Kalkulus dalam mempersiapkan generasi masa depan yang cerdas, berkarakter, dan mampu bersaing di lapangan kerja.

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERSETUJUAN KOMISI PROMOTOR/PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	12
C. Rumusan Masalah	13
D. Tujuan Pengembangan	13
E. Spesifikasi Produk yang Diharapkan	14
F. Pentingnya Pengembangan	15
G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan.....	16
H. Definisi Istilah	17
 BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Model Pembelajaran	18
B. Teori Belajar Konstruktivisme oleh Vygotsky	26
C. Teori APOS	33
D. Implementasi Teori APOS dalam Pembelajaran Matematika	42
E. Kalkulus	53

F. Kemampuan berfikir Tingkat Tinggi	61
G. Hasil Penelitian yang Relevan	63
H. erangka Konseptual	65
BAB III. METODE PENGEMBANGAN	
A. Model Pengembangan	67
B. Prosedur Pengembangan	69
C. Subjek Uji Coba Produk	74
D. Jenis Data	80
E. Instrumen Penelitian	80
F. Teknik Analisa Data	97
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengembangan	103
1. Tahap Penelitian Pendahuluan	103
2. Tahap Prototipe	124
3. Tahap Penilaian (Uji Efektifitas)	196
B. Pembahasan.....	218
C. Keterbatasan Penelitian	231
BAB V. KESIMPULAN IMPLIKASI DAN SARAN.....	
A. Kesimpulan	233
B. Implikasi	234
C. Saran	234
DAFTAR RUJUKAN	236
LAMPIRAN	242

- Foto (Dokumentasi)
- Data Penelitian
- Instrumen Penelitian
- Surat Keterangan
- Produk Penelitian

DAFTAR TABEL

Tabel	Nama Tabel	Hal.
1	Rekapitulasi Nilai ReRata Kalkulus	7
2	Indikator Pemahaman Mahasiswa Tentang Grafik Fungsi	42
3	Tahap Pengembangan MPK-APOS	68
4	Asal SLTA Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNIB	74
5	Rekapitulasi Nila Kalkulus I Mahasiswa Jurusan Matematika FKIP UBH...	76
6	Rekapitulasi Nilai UTS Kalkulus II Mahasiswa Matematika FKIP UBH	78
7	Asal SLTA Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FKIP UBH	79
8	Instrumen Penelitian	83
9	Indikator Penilaian Buku MPK-APOS	84
10	Indikator Penilaian Silabus	85
11	Indikator Penilaian SAP	85
12	Indikator Penilaian Lembar Kerja	85
13	Indikator Penilaian Pengenalan Maple	86
14	Indikator Penilaian Kelayakan Penerapan MPK-APOS	86
15	Indikator Penilaian Lembar Observasi Keterlaksanaan MPK-APOS	87
16	Indikator Penilaian Angket Kepraktisan LK	87
17	Indikator Penilaian Lembar Observasi Kemampuan Dosen Mengelola MPK-APOS	88

18	Indikator Penilaian Angket Respon Mahasiswa	88
19	Indikator Penilaian Angket Motivasi Mahasiswa	89
20	Kode untuk Kategori Pengamatan Aktivitas Mahasiswa	89
21	Indikator Penilaian Lembar Tes	90
22	Hasil Validasi Instrumen Penelitian	92
23	Hasil Uji Validitas Butir Angket Respon Mahasiswa	94
24	Kategori Kevalidan Perangkat Pembelajaran	98
25	Kategori Praktikalitas MPK-APOS	
26	Kategori Ketuntasan Hasil Belajar	
27	Kriteria Skor Efektifitas Terhadap Keefektifan MPK-APOS	100
28	Kriteria Interpretasi Aktivitas Mahasiswa Terhadap Keefektifan MPK-APOS	101
29	Nilai Mata Kuliah Kalkulus I	114
30	Hasil Analisis Teori, Konsep dan Materi dalam MPK-APOS	120
31	Sintak MPK-APOS	137
32	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Produk Penelitian MPK-APOS.....	162
33	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Buku MPK-APOS	164
34	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Silabus	165
35	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi SAP	166
36	Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Lembar Kerja	166
37	Rekapitulasi hasil Uji Validitas Pengenalan Maple	167
38	Hasil Penilaian Lembar Kerja (LK-1) Mahasiswa Prodi Matematika Jurusan Matematika FMIPA UNP	172
39	Hasil Penilaian LK-2 Mahasiswa Prodi Matematika JM FMIPA UNP	173
40	Hasil Penilaian LK-1 Mahasiswa Jurusan Tadris Matematika IAIN Imam Bonjol Padang.....	174
41	Hasil Penilaian LK-2 Mahasiswa Jurusan Tadris Matematika IAIN Imam Bonjol Padang	175
42	Hasil Penilaian LK-3 Mahasiswa Jurusan Tadris Matematika IAIN Imam Bonjol Padang	176
45	Hasil Penilaian LK-4 Mahasiswa Jurusan Tadris Matematika IAIN Imam Bonjol Padang	176

44	Hasil Penilaian LK-11 Mahasiswa Kelas A Jurusan Matematika FMIPA UNIB	178
45	Hasil Penilaian LK-11 Mahasiswa Kelas B Jurusan Matematika FMIPA UNIB	178
46	Rekapitulasi Hasil Penilaian Kepraktisan LK oleh Dosen	180
47	Rekapitulasi Hasil Penilaian Kepraktisan LK oleh Asisten	182
48	Jadwal dan Materi Uji Coba di UNIB.....	183
49	Hasil Penilaian Kelayakan Penerapan MPK-APOS	184
50	Rekapitulasi Hasil Observasi Keterlaksanaan MPK-APOS di Kelas F	187
51	Rekapitulasi Hasil Observasi Keterlaksanaan MPK-APOS di Kelas E	
52	Rekapitulasi Hasil Penilaian Kepraktisan LK oleh Mahasiswa Kelas	
53	Rekapitulasi Hasil Penilaian Kepraktisan LK oleh Mahasiswa Kelas B	187
54	Rekapitulasi Hasil Uji Coba Kepraktisan MPK-APOS di UNIB	189
55	Kesalahan dan Revisi Lembar Kerja	194
56	Jadwal Uji Coba di Jurusan Matematika FKIP UBH	196
57	Rekapitulasi Hasil Kemampuan Dosen Mengelola MPK-APOS Pertemuan II.....	197
58	Rekapitulasi Hasil Kemampuan Dosen Mengelola MPK-APOS Pertemuan III	198
59	Rekapitulasi Hasil Kemampuan Dosen Mengelola MPK-APOS Pertemuan II & III	198
60	Observasi Aktivitas Mahasiswa	199
61	Rekapitulasi Hasil Respon Mahasiswa	204
62	Rekapitulasi Hasil Motivasi Awal Mahasiswa	205
63	Rekapitulasi Hasil Motivasi Akhir Mahasiswa	206
64	Rekapitulasi Nilai Postes Kalkulus II	207
65	Rekapitulasi Hasil Uji Efektifitas	209

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Nama Gambar	Halaman
1	Hiarkis Model Pembelajaran	23
2	Tahapan-Tahapan dalam Mengkonstruksi Pengetahuan Matematika.....	44
3	Diagram Keterkaitan antar Topik-Topik Esensial Kalkulus Diferensial.....	54
4	Diagram Keterkaitan antar Topik-Topik Esensial Kalkulus Integral	55
5	Daerah fungsi $f(x)$	56
6	Kerangka Konseptual Penelitian	66
7	Tahap Pengembangan MPK-APOS.....	73
8	Grafik Rekapitulasi Nilai Kalkulus I Mahasiswa UNIB	75
9	Grafik Rekapitulasi Nilai Kalkulus`I Mahasiswa UBH.....	78
10	Grafik Rekapitulasi Nilai UTS` Kalkulus II.....	79
11	Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS	126
12	Kerucut Pengalaman Belajar	134
13	Aktivitas Mahasiswa dalam SCL	136
14	Sistem Pembelajaran	144
15	Format Silabus	146
16	Standar Kompetensi pada Silabus	146
17	Kompetensi Dasar pada Silabus	147
18	Format Satuan Acara Pembelajaran (SAP)	148
19	Kegiatan Orientasi pada SAP	149
20	Kegiatan Praktikum pada SAP	149
21	Kegiatan Diskusi Kelompok pada SAP	149
22	Kegiatan Diskusi Kelas pada SAP	149
23	Kegiatan Latihan pada SAP	150
24	Perintah Maple pada Lembar Kerja	151
25	Pertanyaan dan Soal pada Lembar Kerja	152
26	Penugasan pada Lembar Kerja	152

27	Soal Latihan pada Lembar Kerja	152
28	Grafik Rekapitulasi Nilai Kepraktisan Lembar Kerja oleh Dosen	181
29	Grafik Rekapitulasi Keterlaksanaan MPK-APOS	186
30	Grafik Rekapitulasi Nilai Kepraktisan LK oleh Mahasiswa...	188
31	Grafik Rekapitulasi Kemampuan Dosen Mengelola MPK-APOS	198
32	Grafik Rekapitulasi Aktivitas`Mahasiswa	199
33	Dialog Dosen Dengan Mahasiswa pada Fase Diskusi Kelas..	200
34	Mahasiswa Sedang Mengerjakan Lembar Kerja Praktikum...	201
35	Mahasiswa Sedang Mengerjakan Lembar Kerja Manual.....	201
36	Mahasiswa Sedang Menjelaskan Jawabannya	201
37	Mahasiswa Sedang Mendengarkan Penjelasan Temannya....	202
38	Kegiatan Mahasiswa pada Diskusi Kelompok.....	202
39	Kegiatan Mahasiswa pada Praktikum.....	203
40	Kegiatan Mahasiswa pada Latihan.....	203
41	Grafik Rekapitulasi Respon Mahasiswa	204
42	Grafik Rekapitulasi Motivasi Mahasiswa	206
43	Grafik Rekapitulasi Nilai Postes Kalkulus II	207
44	Hasil Uji Normalitas	208
45	Hasil Uji Homogenitas	209
46	Hasil Uji T-Tes.....	209

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi informasi yang sangat pesat yang membawa perubahan di segala bidang kehidupan, telah menuntut perguruan tinggi untuk melakukan perubahan. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Tim pengembang kurikulum berbasis kompetensi yang mengatakan bahwa kehidupan di abad XXI menghendaki dilakukannya perubahan pendidikan tinggi yang bersifat mendasar. Bentuk perubahan-perubahan tersebut adalah: (i) perubahan dari pandangan kehidupan masyarakat lokal ke masyarakat dunia (global), (ii) perubahan dari kohesi sosial menjadi partisipasi demokratis (utamanya dalam pendidikan dan praktek berkewarganegaraan), dan (iii) perubahan dari pertumbuhan ekonomi ke perkembangan kemanusiaan.

Perubahan dari masyarakat lokal menjadi masyarakat global menurut DitJenDikti (2008) mengakibatkan terjadinya: (1) persaingan di dunia global, yang berakibat juga terhadap persaingan perguruan tinggi di dalam negeri maupun di luar negeri, sehingga perguruan tinggi dituntut untuk menghasilkan lulusan yang dapat bersaing dalam dunia global; (2) adanya perubahan orientasi pendidikan tinggi yang tidak lagi hanya menghasilkan manusia cerdas berilmu tetapi juga yang mampu menerapkan keilmuannya dalam kehidupan di masyarakatnya (kompeten dan relevan), yang lebih berbudaya; dan (3) juga adanya perubahan kebutuhan di dunia kerja yang terwujud dalam perubahan persyaratan dalam menerima tenaga kerja, yaitu adanya persyaratan *softskills* yang dominan disamping *hardskills*nya.

Tilaar (2006), mengemukakan bahwa pendidikan nasional dewasa ini sedang dihadapkan pada empat krisis pokok, yang berkaitan dengan kuantitas, relevansi atau efisiensi eksternal, elitisme, dan manajemen. Lebih lanjut dikemukakan bahwa sedikitnya ada enam masalah pokok sistem pendidikan nasional: (1) menurunnya akhlak dan moral peserta didik, (2) pemerataan kesempatan belajar, (3) masih rendahnya efisiensi internal sistem pendidikan, (4) status kelembagaan, (5) manajemen pendidikan yang tidak sejalan dengan pembangunan nasional, dan (6) sumber daya yang belum profesional.

Untuk mengatasi hal tersebut, perguruan tinggi harus melakukan perubahan, misalnya melakukan perubahan dalam model pembelajaran dan perangkat bahan ajarnya. Dalam melaksanakan perubahan, ada prinsip yang harus diperhatikan oleh perguruan tinggi seperti yang dikemukakan oleh UNESCO (1998) bahwa pendidikan harus diletakkan pada empat pilar, yaitu belajar mengetahui (*learning to know*), belajar melakukan (*learning to do*), belajar hidup dalam kebersamaan (*learning to live together*), dan belajar jadi diri sendiri (*learning to be*).

Kalkulus adalah matakuliah wajib yang ditawarkan di Jurusan Matematika di semua Perguruan Tinggi di Indonesia. Padatnya materi Kalkulus, maka Kalkulus dipecah-pecah menjadi beberapa bagian. Ada yang menamakan Kalkulu I untuk materi diferensial, ada yang menamakan Kalkulus II untuk materi integral. Dalam penelitian ini yang akan dibahas adalah tentang Kalkulus II atau Kalkulus Integral. Adapun topik bahasan pada mata kuliah ini meliputi: integral sebagai anti turunan, integral tentu, teorema dasar kalkulus, penerapan integral, fungsi transenden, teknik pengintegralan dan integral tak wajar.

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari Kalkulus adalah

mahasiswa mampu menggunakan Kalkulus sebagai suatu alat dalam proses pemecahan dan penyelesaian berbagai masalah dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, serta dapat mempelajari bahan matematika tingkat berikutnya yang berbasiskan Kalkulus sebagai alat bantu. Kalkulus merupakan suatu mata kuliah dasar yang perlu dikuasai dengan baik oleh mahasiswa sains dan rekayasa agar dapat mempelajari bahan matematika tingkat berikutnya (Martono, 1999).

Sasaran yang hendak dicapai setelah mahasiswa belajar Kalkulus dengan baik adalah memperoleh pengetahuan dasar dan pola pikir matematika, dalam bentuk: (1) tertatanya pola berfikir ilmiah yang kritis, logis, dan sistematis; (2) terlatihnya daya nalar dan kreatifitas setelah mempelajari berbagai strategi dan taktik dalam pemecahan masalah Kalkulus; (3) terlatih dalam merancang model matematika sederhana; (4) terampil dalam teknis matematika yang baku dengan didukung oleh konsep, penalaran, rumus, dan metode yang benar (Martono, 1999).

Makna matematika serta kemampuan yang bisa dikembangkan melalui matematika berdasarkan pandangan yang dikemukakan Riedesel, Schwartz, dan Clements dalam Suryadi (2011) adalah:

(1). Matematika merupakan *problem posing* dan *problem solving*. Dalam kegiatan bermatematika, pada dasarnya anak akan berhadapan dengan dua hal yakni masalah-masalah apa yang mungkin muncul atau diajukan dari sejumlah fakta yang dihadapi (*problem posing*) serta bagaimana menyelesaikan masalah tersebut (*problem solving*). Dalam kegiatan yang bersifat *problem posing*, anak memperoleh kesempatan untuk mengembangkan kemampuannya mengidentifikasi fakta-fakta yang diberikan serta permasalahan yang bisa muncul

dari fakta-fakta tersebut. Sedangkan melalui kegiatan *problem solving*, anak dapat mengembangkan kemampuannya untuk menyelesaikan permasalahan tidak rutin yang memuat berbagai tuntutan kemampuan berpikir termasuk yang tingkatannya lebih tinggi.

(2) Matematika merupakan cara dan alat berpikir. Karena cara berpikir yang dikembangkan dalam matematika menggunakan kaidah-kaidah penalaran yang konsisten dan akurat, maka matematika dapat digunakan sebagai alat berpikir yang sangat efektif untuk memandang berbagai permasalahan termasuk di luar matematika sendiri. Banyak permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dilihat melalui cara pandang secara matematika serta dapat diselesaikan dengan menggunakan prinsip-prinsip dalam matematika.

(3) Matematika adalah aktivitas (*doing mathematics*). Aktivitas bermatematika tidak hanya berfokus pada solusi akhir yang dicari, melainkan pada prosesnya yang antara lain mencakup pencarian pola dan hubungan, pengujian konjektur, serta estimasi hasil. Dalam aktivitas tersebut, anak dituntut untuk menggunakan dan mengadaptasi pengetahuan yang sudah dimiliki mengarah pada pengembangan pemahaman baru.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau dikenal dengan istilah *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) meliputi berfikir: kritis, logis, reflektif, metakognitif, dan berpikir kreatif (King, 2010). Pada Taksonomi Bloom HOTS berada pada level analisis, sintesis dan evaluasi (King, 2010).

Dengan model HOTS ini menurut Housobah dalam Mustaji (2012) seseorang dapat melangkah dari tingkatan ilmu yang sangat dasar kepada tingkatan ilmu umum (*generative*) yang dianggap sebagai suatu yang diciptakan

dan baru. Maka kalau ilmu umum telah dihasilkan berarti proses berpikir kreatif telah terjadi.

Pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kreatif serta memecahkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan mahasiswa adalah penting. Untuk itu para dosen perlu berbuat, merancang secara serius pembelajaran yang didasarkan pada premis proses belajar. Kemampuan berpikir kritis dan kreatif dapat dikembangkan melalui kegiatan pembelajaran. Kemampuan itu mencakup beberapa hal, diantaranya adalah (1) mendapat latihan berfikir secara kritis dan kreatif untuk membuat keputusan dan menyelesaikan masalah dengan bijak, misalnya luwes, reflektif, ingin tahu, mampu mengambil resiko, tidak putus asa, mau bekerjasama dan lain lain, (2) mengaplikasikan pengetahuan, pengalaman dan kemahiran berfikir secara lebih praktik baik di dalam atau di luar sekolah, (3) menghasilkan ide atau ciptaan yang kreatif dan inovatif, (4) mengatasi cara-cara berfikir yang terburu-buru, kabur dan sempit, (5) meningkatkan aspek kognitif dan afektif, dan seterusnya perkembangan intelek mereka, dan (6) bersikap terbuka dalam menerima dan memberi pendapat, membuat pertimbangan berdasarkan alasan dan bukti, serta berani memberi pandangan dan kritik (Mustaji, 2012).

Kalau dikaitkan antara Kalkulus, Implementasi teori APOS, dan kemampuan berfikir tingkat tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa bila pembelajaran Kalkulus diajarkan dengan pendekatan terpusat pada mahasiswa, dan berbasis teori APOS, maka akan terbangun kemampuan berfikir tingkat tinggi mahasiswa. Untuk itu dipandang perlu untuk mengembangkan model pembelajaran Kalkulus berdasarkan teori APOS.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilaksanakan di beberapa perguruan tinggi yaitu: Jurusan Matematika FMIPA UNP, Jurusan Tadris Matematika IAIN Imam Bonjol Padang, dan di Jurusan Matematika FMIPA UNIB, diperoleh info bahwa proses pembelajaran Kalkulus II belum efektif. Nilai Kalkulus II yang diperoleh mahasiswa sebagai hasil belajar masih rendah, dimana $< 50\%$ yang memperoleh nilai A atau nilai B setiap tahunnya. Dalam menyajikan materi Kalkulus II, umumnya dosen memilih secara konvensional yaitu pembelajaran yang terpusat pada dosen, dimana dosen yang aktif menyajikan materi, sementara mahasiswa pasif. Buku sumber dimana-mana ada tetapi mahasiswa kurang suka membaca buku sumber di rumah, mereka lebih suka mendengarkan penjelasan dosen di kelas. Daya juang mahasiswa lemah.

Kendala yang umumnya dihadapi dosen adalah dosen kesulitan membantu mahasiswa yang tidak menguasai materi prasyarat untuk Kalkulus II. Dalam hal ini dosen sering terjebak pada padatnya materi yang akan diajarkan sementara waktu yang tersedia terbatas. Ketika mengampu matakuliah Kalkulus I, umumnya permasalahan yang dihadapi mahasiswa adalah tentang: pecahan, pertidaksamaan, pangkat, limit, kekontinuan, dan grafik fungsi. Andai mahasiswa tidak tuntas menguasai Kalkulus I maka mahasiswa akan kesulitan juga memahami Kalkulus II. Karena, Kalkulus Diferensial (Kalkulus I) dan Kalkulus Integral (Kalkulus II) saling berhubungan melalui Teorema Dasar Kalkulus. Akibatnya mahasiswa yang memperoleh nilai kecil pada matakuliah Kalkulus I, akan cenderung memperoleh nilai kecil lagi pada matakuliah Kalkulus II.

Sebagai gambaran Tabel 1 berikut ini adalah rekapitulasi nilai-rata-rata Kalkulus I dan Kalkulus II pada tahun 2007 – 2012 mahasiswa Program Studi

Matematika Jurusan Matematika FMIPA UNP, mahasiswa Jurusan Tadris Matematika IAIN Imam Bonjol, dan mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNIB.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Kalkulus

Nilai	Nilai Rata-Rata Kalkulus (%)					
	Prodi Mat UNP		Tadris Mat IAIN		JurMat UNIB	
	Kal-1	Kal-2	Kal-1	Kal-2	Kal-1	Kal-2
A	17,5	15,8	14,5	12,7	7,6	9,94
B	27,3	26,3	34	32	17,9	38,48
C	23,7	19,3	29	37	44,8	37,88
D	17,2	21,8	22,5	16,3	20,2	12,6
E	14,2	16,8	0	2	9,5	1,1

Dari Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata mahasiswa yang mendapat nilai A dan nilai B dalam kurun waktu 3- 6 tahun untuk matakuliah Kalkulus I adalah: (1) 44,8 % untuk Jurusan Matematika FMIPA UNP; (2) 48,5 % untuk Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah IAIN Imam Bonjol Padang; dan (3) 25,5 % untuk jurusan Matematika FMIPA UNIB. Dapat disimpulkan bahwa dimana-mana mahasiswa yang memperoleh nilai A atau nilai B untuk matakuliah Kalkulus I berjumlah < 50 %.

Dapat juga terlihat pada Tabel 1 bahwa rata-rata mahasiswa yang mendapat nilai A dan nilai B dalam kurun waktu 3-5 tahun untuk matakuliah Kalkulus II adalah: (1) 42,1% untuk Jurusan Matematika FMIPA UNP, (2) 44, 7 % untuk Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah IAIN Imam Bonjol Padang, dan (3) 48, 42 % untuk jurusan Matematika FMIPA UNIB. Dapat disimpulkan bahwa dimana-mana mahasiswa yang memperoleh nilai A atau nilai B untuk matakuliah Kalkulus II ternyata juga berjumlah < 50 %.

Berikut ini merupakan contoh bentuk kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam mengamati dan menyelesaikan soal tentang grafik fungsi dari $f(x) = x^2/(x^2 - 4)$, tentang menentukan dimana terjadi nilai maksimum atau minimum, di selang mana $f(x)$ naik atau turun, di selang mana $f(x)$ cekung ke atas, atau cekung ke bawah, dimana asymtotnya. Setelah di analisis diperoleh hasil sebagai berikut: 29,87% salah dalam menentukan nilai maksimum atau nilai minimum, 50,64 % tidak bisa menentukan dimana $f(x)$ naik atau turun, 38,96% tidak bisa menentukan dimana fungsi cekung ke atas atau cekung ke bawah, dan 20,78 % tidak bisa menentukan asymtot $f(x)$ (Hanifah, 2010a). Kemungkinan yang menjadi penyebab kesalahan yang dilakukan mahasiswa adalah mahasiswa tidak terbiasa melukis grafik. Latihan yang diberikan baik di kelas maupun di rumah, barangkali tak pernah dikerjakan sendiri, dengan kata lain mahasiswa hanya menyalin jawaban dari temannya. Ketika ujian dengan pengawasan yang ketat sehingga mahasiswa tidak bisa menyontek, terlihat kemampuan yang sebenarnya.

Berikut ini adalah contoh soal dan kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menjawab soal Kalkulus Integral. Soal yang diberikan adalah menghitung integral $\int (y^3(2y^2 - 3))dy$. Setelah diperiksa diperoleh info sebagai berikut. 50 % mahasiswa menjawab benar, 9,13% tidak menjawab, dan 42,56% menjawab salah. Setelah jawaban mahasiswa yang salah dianalisis, maka didapat informasi bahwa kesalahan yang dilakukan sebagian besar mahasiswa adalah memisalkan $u = 2y^2 - 3$ (Hanifah, 2010b). Dari kesalahan yang dilakukan mahasiswa, terlihat bahwa mahasiswa tidak menguasai dengan baik tentang aturan pangkat pada matematika. Aturan pangkat dijelaskan pada pertemuan pertama Kalkulus I.

Hasil penelitian yang dilakukan Rahimah (2012) tentang identifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal integral berikut. Hitunglah Jumlah Rieman untuk $f(x) = \frac{x^2}{2} + 1$ pada selang $[-1,2]$ dibagi menjadi 6 bagian yang sama, titik sampel adalah titik tengah. Ditemukan bahwa ada 41,86 % mahasiswa salah dalam menentukan titik sampel, dan ada 13,95% mahasiswa salah dalam menentukan Δx (Rahimah, 2012).

Agak berbeda dengan pendapat sebelumnya Dedy (2003) mengemukakan bahwa salah satu alasan yang mungkin cukup rasional mengapa nilai mahasiswa rendah dengan penguasaan materi Kalkulus tidak lebih dari 50 % adalah karena selama ini kegiatan belajar mengajar Kalkulus dapat dikatakan tidak menarik, bahkan membosankan. Oleh karena itu merupakan suatu tantangan dan tuntutan bagi dosen untuk selalu mengembangkan model pembelajaran Kalkulus yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan Kalkulus para mahasiswanya.

Materi Kalkulus termasuk yang berkembang secara statis. Djohan dan Budi (2007), menyatakan bahwa dari segi konsep, materi perkuliahan Kalkulus dapat dikatakan sudah baku untuk masing-masing pengguna karena tidak mengalami perubahan untuk jangka waktu yang pendek, namun yang perlu direvisi secara berkala adalah teknik penyajiannya.

Dalam mengembangkan pengalaman belajar, Iskandar (2009) menyatakan bahwa ketika merancang kegiatan pembelajaran untuk mahasiswa, mulailah berfikir pembelajaran yang bagaimana yang akan direncanakan, dengan mengingat: jika mahasiswa belajar hanya dengan membaca, pengalaman belajar atau daya serap mahasiswa mencapai 10%, dari mendengar daya serap mahasiswa mencapai 20%, dari melihat daya serap mahasiswa mencapai 30%,

dari mendengar dan melihat daya serap mahasiswa mencapai 50%, dari mengatakan apa yang dipelajari daya serap mahasiswa mencapai 70 %, dan dari belajar, kemudian melakukan yang dipelajari dan mengkomunikasikan kepada orang lain yang dipelajari, daya serap mahasiswa mencapai 90%.

Senada dengan pernyataan di atas, Silberman (2011) memperkuat kata-kata bijak Konfusius tentang perlunya cara belajar aktif menjadi paham belajar aktif yaitu: (1) yang saya dengar, saya lupa; (2) yang saya dengar dan lihat, saya sedikit ingat; (3) yang saya dengar, lihat, dan pertanyakan atau diskusikan dengan orang lain, saya mulai pahami; (4) dari yang saya dengar, lihat, bahas dan terapkan, saya dapatkan pengetahuan dan keterampilan; dan (5) yang saya ajarkan kepada orang lain, saya kuasai.

Oleh karena hasil belajar Kalkulus selama ini belum memuaskan, yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran Kalkulus belum efektif, maka dipandang perlu untuk melakukan perubahan, yaitu berubah dari pembelajaran yang terpusat pada dosen menjadi pembelajaran yang terpusat pada mahasiswa, sehingga materi tidak lagi disajikan oleh dosen, tetapi mahasiswa yang mengkonstruksinya secara mandiri atau dalam kelompok kecil.

APOS merupakan suatu teori pembelajaran yang dikhususkan untuk pembelajaran matematika di tingkat perguruan tinggi, yang mengintegrasikan penggunaan komputer, belajar dalam kelompok kecil, dan memperhatikan konstruksi-konstruksi mental yang dilakukan oleh mahasiswa dalam memahami suatu konsep matematika. Konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah: aksi (*action*), proses (*process*), objek (*object*), dan skema (*schema*) yang disingkat dengan APOS (Dubinsky, 2001).

Untuk mendapatkan gambaran lebih jelas tentang penjelasan teori APOS di atas, berikut kita pandang sebuah konsep fungsi sebagai contoh. Seseorang yang belum mampu menginterpretasikan suatu situasi sebagai sebuah fungsi kecuali memiliki sebuah formula tunggal serta mampu menentukan nilai fungsi tersebut, dapat dinyatakan telah memiliki kemampuan untuk melakukan aksi atas fungsi tersebut. Dengan kata lain, individu tersebut telah memiliki suatu konsepsi aksi dari sebuah fungsi. Seseorang yang telah memiliki konsepsi proses tentang sebuah fungsi, berarti telah mampu berpikir tentang masukan yang bisa diterima, memanipulasi masukan tersebut dengan cara-cara tertentu, serta mampu menghasilkan keluaran yang sesuai. Selain itu, pemilikan konsepsi proses juga bisa meliputi kemampuan untuk menentukan balikan atau komposisi fungsi-fungsi yang diberikan. Indikator bahwa seseorang telah memiliki konsepsi objek suatu fungsi adalah telah mampu membentuk sekumpulan fungsi serta mampu melakukan operasi-operasi pada fungsi-fungsi tersebut. Indikator bahwa seseorang telah memiliki suatu skema tentang konsep fungsi, adalah mencakup kemampuan untuk mengkonstruksi contoh-contoh fungsi sesuai dengan persyaratan yang diberikan (Suryadi, 2010).

Selama ini implementasi dari pembelajaran berdasarkan teori APOS adalah menggunakan siklus ADL (Aktivitas, Diskusi, dan Latihan). Kegiatan yang dilakukan pada fase aktivitas adalah melaksanakan praktikum berbantuan komputer, dimana mahasiswa diminta untuk mengeksekusi perintah suatu program aplikasi komputer tentang matematika/kalkulus, hasil eksekusinya bertujuan untuk mengenalkan mahasiswa pada konsep baru atau informasi baru. Mahasiswa bekerja dalam kelompok kecil yang terdiri dari 2 – 4 orang. Dalam

memahami konsep baru, mahasiswa melakukan diskusi-diskusi dan latihan-latihan yang berulang-ulang sehingga membentuk siklus yang dinamakan dengan siklus ADL.

Bila diperhatikan lebih seksama, maka pendekatan pembelajaran berdasarkan teori APOS telah mengikuti pergeseran paradigma dari orientasi pembelajaran yang berpusat pada dosen (*teacher centered*) beralih pada berpusat pada mahasiswa (*student centered*) tentang pengetahuan, belajar dan pembelajaran.

Menurut DitJenDikti(2008) paradigma lama memandang pengetahuan sebagai sesuatu yang sudah jadi, yang tinggal dipindahkan ke orang lain/mahasiswa dengan istilah *transfer of knowledge*. Paradigma baru, pengetahuan adalah sebuah hasil konstruksi atau bentukan dari orang yang belajar. Sehingga belajar adalah sebuah proses mencari dan membentuk/ mengkonstruksi pengetahuan, jadi bersifat aktif, dan spesifik caranya. Sedangkan dengan paradigma lama belajar adalah menerima pengetahuan, pasif, karena pengetahuan yang telah dianggap jadi tadi tinggal dipindahkan ke mahasiswa dari dosen, akibatnya bentuknya berupa penyampaian materi (ceramah). Dosen sebagai pemilik dan pemberi pengetahuan, mahasiswa sebagai penerima pengetahuan, kegiatan ini sering dinamakan pengajaran. Konsekuensi paradigma baru adalah dosen hanya sebagai fasilitator dan motivator dengan menyediakan beberapa strategi belajar yang memungkinkan mahasiswa (bersama dosen) memilih, menemukan dan menyusun pengetahuan serta cara mengembangkan ketrampilannya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari hasil penelitian pendahuluan ditemukan bahwa masalah-masalah yang dihadapi pada pembelajaran Kalkulus II adalah sebagai berikut:

1. Hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Kalkulus II rendah, dimana jumlah rerata mahasiswa yang memperoleh nilai A atau nilai $B < 50\%$.
2. Lemahnya penguasaan materi prasyarat Kalkulus II oleh mahasiswa.
3. Mahasiswa tidak terbiasa membaca buku di rumah, dan lebih suka mendengarkan penjelasan dosen.
4. Daya juang mahasiswa lemah
5. Mahasiswa pasif
6. Pembelajaran terpusat pada dosen
7. Tidak memberikan peluang pada mahasiswa untuk belajar bekerjasama dalam kelompok kecil, atau untuk belajar berkomunikasi di kelas.
8. Kurang memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk melatih kemampuan berfikir tingkat tinggi.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, dapat dirumuskan masalah penelitian pengembangan ini yaitu: bagaimanakah pengembangan model pembelajaran Kalkulus berdasarkan teori APOS yang valid, praktis, dan efektif, dan bagaimanakah tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan model pembelajaran yang dikembangkan ?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang dikemukakan di atas, maka tujuan pengembangan adalah:

1. Mengembangkan model pembelajaran Kalkulus berdasarkan teori APOS, yang valid, praktis, dan efektif.
2. Menentukan tingkat validitas, praktikalitas, dan efektifitas model pembelajaran Kalkulus berdasarkan teori APOS.

Kevalidan suatu produk menurut Nieveen (2010) dikaitkan dengan dua hal, yaitu (1) apakah hasil pengembangan didasarkan pada rasional teoretis yang kuat, dan (2) apakah terdapat konsistensi secara internal. Penentuan kevalidan dilakukan oleh para ahli atau orang yang mengerti tentang perangkat pembelajaran. Kepraktisan, menurut Nieveen (2010), dipenuhi jika (1) ahli dan praktisi menyatakan bahwa sesuatu yang dikembangkan itu dapat diterapkan, dan (2) dalam kenyataannya sesuatu yang dikembangkan itu memang benar-benar dapat diterapkan. Keefektifan sesuatu yang dikembangkan dapat dilihat dari efek potensial yang berupa kualitas hasil belajar, sikap, dan motivasi peserta didik. Menurut Akker (1999) terdapat dua aspek keefektifan yang harus dipenuhi oleh suatu yang dikembangkan, Akker memberikan parameter sebagai berikut: (1) Ahli dan praktisi berdasarkan pengalamannya menyatakan bahwa model yang dikembangkan tersebut efektif; (2) Secara operasional model yang dikembangkan tersebut memberikan hasil sesuai yang diharapkan.

E. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Produk yang diharapkan sebagai hasil pengembangan adalah Model Pembelajaran Kalkulus berdasarkan teori APOS (MPK-APOS) dengan komponen-komponen yang meliputi: (1) sintak, yakni suatu urutan kegiatan yang biasa juga disebut fase, (2) sistem sosial, yakni peranan dosen dan mahasiswa serta jenis aturan yang diperlukan, (3) prinsip-prinsip reaksi, yakni memberi

gambaran kepada dosen tentang cara memandang atau merespon pertanyaan-pertanyaan mahasiswa, (4) sistem pendukung yaitu: Silabus, SAP, Lembar Kerja, Pengenalan Maple, Komputer, dan Program aplikasi Maple, yakni kondisi yang diperlukan oleh model tersebut, dan (5) dampak instruksional yakni hasil belajar yang dicapai langsung dengan mengarahkan para mahasiswa pada tujuan yang diharapkan dan dampak pengiring yakni hasil belajar lainnya yang dihasilkan oleh suatu proses pembelajaran, sebagai akibat terciptanya suasana belajar yang dialami langsung mahasiswa tanpa pengarahan langsung dari dosen.

F. Pentingnya Pengembangan

Pengembangan model pembelajaran Kalkulus ini penting dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Kalkulus menjadi dasar untuk beberapa matakuliah di Jurusan Matematika.

Kurang tuntasnya pembelajaran Kalkulus akan menyebabkan mahasiswa kesulitan memahami materi selanjutnya. Dari data yang ada pada Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa dimana-mana rerata mahasiswa yang memperoleh nilai A atau nilai B untuk matakuliah Kalkulus I maupun Kalkulus II berjumlah $< 50\%$. Jadi untuk membantu mahasiswa meningkatkan hasil belajar Kalkulus, maka diperlukan model pembelajaran yang tepat yang diharapkan mampu membuat mahasiswa yang tadinya lemah penguasaan materi Kalkulus I sebagai prasyarat, dapat belajar bersama temannya yang lebih pintar dalam suatu kelompok kecil, sehingga semua mahasiswa mampu menguasai materi baru yaitu Kalkulus II.

2. Melakukan inovasi yaitu berpindah dari pembelajaran dengan pendekatan berpusat kepada dosen beralih kepada model pembelajaran yang berpusat kepada mahasiswa.
3. Memfasilitasi mahasiswa agar kemampuan tingkat tingginya dapat berkembang melalui penerapan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS.
4. Model Pembelajaran Kalkulus berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS) diharapkan dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa yaitu: memiliki hasil belajar yang lebih baik, memiliki motivasi yang tinggi, memiliki respon positif, mampu bekerjasama, dan mampu berkomunikasi.
5. Model Pembelajaran Kalkulus berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS) diharapkan dapat menjadi salah satu model yang dipakai oleh para dosen Kalkulus di perguruan tinggi manapun.

G. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian

1. Asumsi Pengembangan

Terdapat beberapa asumsi yang mendasari pengembangan model pembelajaran Kalkulus berdasarkan teori APOS (MPK-APOS) dengan pendekatan terpusat pada mahasiswa yaitu:

- a. MPK-APOS dapat meningkatkan keaktifan mahasiswa dalam belajar
- b. MPK-APOS dapat membangun kerjasama antar mahasiswa dalam tim
- c. MPK-APOS dapat melatih mahasiswa berkomunikasi di depan kelas
- d. MPK-APOS dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa
- e. MPK-APOS dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa
- f. MPK-APOS dapat membuat mahasiswa menyukai Kalkulus

- g. MPK-APOS dengan sintak: Orientasi, Praktikum, Diskusi Kelompok, Diskusi Kelas, Latihan, dan Evaluasi dapat mempersingkat waktu pembelajaran yang diperlukan dibandingkan dengan implementasi teori APOS menggunakan siklus ADL (Aktivitas, Diskusi, dan Latihan).

2. Keterbatasan Pengembangan

Mengingat luasnya lingkup pengembangan model pembelajaran, maka dalam penelitian ini dibatasi pada terciptanya sebuah produk berupa Model Pembelajaran Kalkulus berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS) yang valid, praktis dan efektif.

H. Definisi Istilah

Pada bagian ini dikemukakan definisi istilah-istilah khas yang digunakan dalam pengembangan produk yang diinginkan.

a. Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah *kerangka/bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh dosen, dengan komponen: sintak, prinsip reaksi, sistem sosial, sistem pendukung, dan dampak instruksional serta dampak pengiring.*

b. MPK-APOS

Model Pembelajaran Kalkulus berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS) adalah bentuk pembelajaran Kalkulus dengan fase: Orientasi, Praktikum, Diskusi Kelompok, Diskusi Kelas, Latihan, fase Evaluasi.

c. Lembar Kerja (LK) berbasis MPK-APOS

Lembar Kerja berbasis MPK-APOS adalah bahan ajar Kalkulus yang dikemas sedemikian rupa untuk membantu terlaksananya MPK-APOS.