

**IMPLEMENTATION OF WORK SHEET BASED ON APOS MODEL ON INTEGRAL
CALCULUS COLLEGE
IN THE SUBJECT OF THE TRANSCENDENT FUNCTION
IN STUDY PROGRAM IN MATHEMATICS EDUCATION FKIP UNIB ACADEMIC YEAR
2017/2018**

Hanifah
Mathematics Education FKIP UNIB
hanifah@unib.ac.id

ABSTRAK

Model APOS adalah Model Pembelajaran Matematika Berdasarkan Teori APOS, yang terpusat pada mahasiswa dan memiliki sintak dengan fase: Orientasi, Praktikum, Diskusi Kelompok Kecil, Diskusi Kelas, Latihan dan Evaluasi. Untuk mendukung Model APOS maka dirancang Lembar Kerja berbasis Model APOS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan Lembar Kerja berbasis Model APOS oleh mahasiswa pada pokok bahasan fungsi Transenden. Subjek penelitian adalah mahasiswa Pendidikan Matematika Semester 3 Kelas A FKIP UNIB TA 2017/2018 yang berjumlah 37 orang. Data kepraktisan lembar kerja dikumpulkan melalui angket kepraktisan LK oleh mahasiswa. Data keefektifan dikumpulkan menggunakan angket respon, dan lembar postes. Dari hasil pengolahan data diperoleh info: nilai rata-rata kepraktisan LK oleh mahasiswa = 81,94% termasuk kategori sangat praktis, nilai rata-rata respon mahasiswa = 84,72% termasuk kategori sangat efektif, nilai rata-rata hasil postes = 68,72% termasuk kategori efektif. Dari pengamatan selama pembelajaran, mahasiswa terlihat aktif bekerja dalam kelompok kecil, dan setiap kelompok tampil untuk mempresentasikan hasil kerjanya di depan kelas pada fase diskusi kelas. Dapat disimpulkan bahwa Lembar Kerja Berbasis Model APOS pada pokok bahasan Fungsi Transenden sangat praktis, dan efektif untuk meningkatkan aktivitas mahasiswa, mendapat respon positif, dan hasil belajar mahasiswa rata-rata baik.

Kata Kunci: Sintak Model APOS, Lembar Kerja Berbasis Model APOS, Respon, Hasil Belajar, Praktis, dan Efektif

ABSTRACT

APOS Model is a Mathematics Learning Model Based on APOS Theory, which is student-centered and has syntax with phases: Orientation, Practicum, Small Group Discussion, Class Discussion, Exercise and Evaluation. To support the APOS Model, the APOS Model Worksheet was designed. The purpose of this study was to determine the practicality and effectiveness of APOS Model Worksheets by students on the subject of Transcendent function. The research subjects were students of Mathematics Education Semester 3 Class A FKIP UNIB FY 2017/2018 totaling 37 people. Practical data on worksheets were collected through student practicality questionnaires. Effectiveness data was collected using response questionnaires, and posttest sheets. From the results of data processing obtained information: the average value of LK practicality by students = 81.94% is very practical category, the average value of student response = 84.72% is very effective category, the average value of posttest results = 68, 72% is in the effective category. From observations during learning, students were seen actively working in small groups, and each group appeared to present their work in front of the class during the class discussion phase. It can be concluded that the APOS Model-based Worksheet on the subject matter of the Transcendent Function is very practical, and effective to improve student activity, get a positive response, and average student learning outcomes are good.

Keywords: APOS Model Syntax, Worksheet Based on APOS Model, Response, Learning Outcomes, Practical, and Effectiv

PENDAHULUAN

Kalkulus Integral adalah matakuliah wajib di Program Studi S1 Pendidikan Matematika

FKIP UNIB dengan bobot 4 (3-1) sks. Silabus Kalkulus Integral berisi tentang: integral tak tentu, integral tentu, teorema dasar kalkulus,

penggunaan integral untuk menghitung luas daerah, menghitung volume benda putar, fungsi transenden, dan teknik pengintegralan. Materi yang sangat padat dengan tingkat kesulitan yang tinggi serta keterkaitan yang erat antara satu pokok bahasan yang satu dengan pokok bahasan yang lainnya membuat pengajar atau pembimbing harus menyiapkan rencana pembelajaran dengan matang.

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.

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 berpikir 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 berpikir secara lebih praktik baik di dalam atau di luar sekolah, (3) menghasilkan ide atau ciptaan yang kreatif dan inovatif, (4) mengatasi cara-cara berpikir 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).

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). Dari penjelasan-penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa belajar Kalkulus Integral akan membantu mahasiswa melatih keterampilan berfikir tingkat tinggi. Untuk itu dosen harus memilih model pembelajaran yang tepat untuk pokok bahasan fungsi transenden.

Fungsi Transenden adalah adalah fungsi yang tidak dapat dinyatakan sebagai sejumlah berhingga operasi aljabar atas fungsi konstan $y = k$ dan fungsi kesatuan $y = x$ (Martono, 1999). Ketika di SLTA fungsi transenden yang telah dikenal adalah fungsi trigonometri, yang terdiri dari fungsi sinus, kosinus, tangen, kotangen, sekan, dan kosekan. Pada Kalkulus Integral yang

akan dipelajari adalah fungsi transenden lainnya, yaitu fungsi logaritma, dan eksponen (inversnya), invers fungsi trigonometri, fungsi hiperbolik, dan invers fungsi hiperbolik. Materi tersebut sangat padat serta tidak mudah bagi mahasiswa untuk bisa memahami materi dalam waktu yang singkat, membuat pengajar mencari bagaimana caranya agar materi tersajikan dan dikuasai dengan baik. Diperlukan suatu model pembelajaran yang tepat. Contoh fungsi transenden yaitu: fungsi logaritma natural $y = \ln x$, fungsi eksponen $y = e^x$, fungsi-fungsi logaritma dan eksponensial umum $y = a^x = e^{x \ln a}$. Fungsi transenden ini sangat besar pengaruhnya pada teknik pengintegralan, misalnya mahasiswa diminta untuk menyelesaikan soal berikut. $\int \frac{2}{\sqrt{x^2+4}} dx$, atau $\int \frac{2}{x^2+4} dx$, atau $\int \frac{2}{x^2-4} dx$, tanpa mempelajari fungsi transenden mustahil mahasiswa bisa menyelesaikannya. Kalau fungsi transenden tidak dipelajari oleh mahasiswa, maka teknik pengintegralan tidak mungkin dipelajari oleh mahasiswa dengan tuntas.

Pembelajaran dalam konteks Kurikulum 2013 diorientasikan agar siswa mengembangkan sikap, keterampilan dan pengetahuan siswa. Bertemali dengan orientasi tersebut, pembelajaran dalam konteks kurikulum 2013 harus dilakukan melalui pembelajaran yang aktif dan kreatif sehingga siswapun akan mengembangkan kemampuan berfikir kritis dan terampil berkomunikasi serta berkembang pula kreativitasnya. Guna mewujudkan pembelajaran yang demikian minimalnya ada lima tahap yang harus dikembangkan guru dalam mengajar dalam konteks Kurikulum 2013. Kelima tahap tersebut adalah melakukan observasi dengan

pendekatan sains, mengembangkan kemampuan bertanya *atau intellectual curiosity*, kemampuan berpikir, bereksperimen, kemudian komunikasi. (Abidin, 2016)

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; Arnawa, 2009; Suryadi, 2010).

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, pemilihan 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).

Berdasarkan teori di atas peneliti telah mengembangkan Model Pembelajaran Matematika Berdasarkan Teori APOS (Hanifah, 2016). Model ini merupakan penyempurnaan dari Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS (MPK- APOS) (Hanifah, 2015).

Sintak Model APOS terdiri dari fase: Orientasi, Praktikum, Diskusi Kelompok Kecil, Diskusi Kelas, Latihan dan Evaluasi. Pembagian waktu untuk masing-masing fase tergantung pada bobot sks matakuliah, untuk Kalkulus Integral dengan bobot 4(3-1) sks, fase Orientasi waktunya 15', Praktikum 50', Diskusi Kelompok Kecil 50', istirahat 15', Diskusi Kelas 50', Latihan/Evaluasi 20'. Implementasi Model APOS didukung oleh Lembar Kerja yang memuat kegiatan untuk setiap fase dari sintaknya.

METODE PENELITIAN

• Subjek Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah semua mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Semester III Kelas A FKIP UNIB TA 2017/2018 yang mengambil matakuliah Kalkulus Integral yang berjumlah 37 orang. Kemampuan mahasiswa tersebut terdiri dari 24,32 % mahasiswa memiliki kemampuan tinggi, 40,54% memiliki kemampuan sedang, dan 35,14 % memiliki kemampuan rendah.

- **Jenis Data**

Jenis data dalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui angket. Data kualitatif didapatkan dari hasil observasi/pengamatan.

- **Instrumen Penelitian**

Instrumen yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah:

- Lebar Kerja berbasis Model APOS
- Angket kepraktisan Lembar Kerja yang diisi oleh mahasiswa
- Angket respon oleh mahasiswa
- Lembar postes

- **Teknik Analisis Data**

Untuk data yang berupa angket dengan menggunakan skala Likert, teknik analisa data yang diperoleh adalah sebagai berikut.

- Memberikan skor untuk setiap item dengan jawaban: sangat setuju (5), setuju (4), ragu-ragu (3), tidak setuju (2), dan sangat tidak setuju (1).
- Menjumlahkan skor total tiap validator untuk seluruh indikator.
- Pemberian nilai validitas dengan cara:

$$\text{Nilai } V = \frac{\text{Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Tingkat pencapaian kategori kepraktisan Lembar Kerja oleh mahasiswa, respon mahasiswa terhadap Model APOS menggunakan klasifikasi dalam Tabel 1. Tentang kategori kepraktekan/keefektifan lembar kerja berbasis Model APOS. Tampilan tabel akan ditampilkan dalam tabel untuk dapat lebih mudah dalam pemahaman dari hasil yang telah didapatkan di lapangan.

Tabel 1. Kategori Kepraktisan/Keefektifan Lembar Kerja Berbasis Model APOS

No	Tingkat Pencapaian (%)	Kategori
1	0 – 20	Tidak Praktis/Tidak Efektif
2	21 – 40	Kurang Praktis/Kurang Efektif
3	41 – 60	Cukup Praktis/Cukup Efektif
4	61 – 80	Praktis/ Efektif
5	81 - 100	Sangat Praktis/Sangat Efektif

Sumber Modifikasi dari Riduan (2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lembar Kerja Berbasis Model APOS memuat kegiatan untuk masing-masing fase yaitu: kegiatan pada fase Orientasi, Praktikum, Diskusi Kelompok Kecil, Diskusi Kelas, Latihan dan Evaluasi. Contoh kegiatan pada fase Praktikum tentang Fungsi Transenden, mahasiswa mengeksekusi perintah Maple berikut dan menyalinnya ke tempat yang sudah disediakan di Lembar Kerja

- $\text{Diff}(10^{x^2}, x) = \text{diff}(10^{x^2}, x);$
- $y := (x^4 + 2)^5 + 5(x^2 + 4);$
- $\text{Int}(a^u, u) = \text{int}(a^u, u);$
- $\text{Int}(10^{x^2}, x) = \text{int}(10^{x^2}, x);$

Jawaban dari Maple tersebut yang dipelajari oleh mahasiswa, kemudian mahasiswa diminta menyelesaikan soal tentang fungsi transenden secara manual tanpa bantuan komputer bersama kelompok kecilnya. Berikut ini contoh soalnya. Carilah turunan fungsi berikut secara manual.

$$\begin{aligned} Y &= \ln(5x^2 + 2x) \\ Y &= e^{x^2+4} \\ Y &= 9^{7x-x^2} \end{aligned}$$

Pada fase diskusi kelas, kelompok mahasiswa yang terpilih diminta mempresentasikan hasil kerja mereka.

HASIL PENELITIAN

a. Lembar Kerja Berbasis Model APOS

Setelah perkuliahan berakhir, mahasiswa diminta mengumpulkan Lembar Kerja yang sudah diisi secara berkelompok yang terdiri dari 3 orang, sebanyak 11 kelompok, dan satu kelompok terdiri dari 4 orang. Setelah Lembar Kerja diperiksa diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pada Fase Praktikum semua kelompok menyalin semua jawaban Maple dengan nilai rata-rata = 100
2. Pada Fase Diskusi Kelompok Kecil nilai rata-rata jawaban mahasiswa = 80
3. Pada Fase Diskusi Kelas, setiap kelompok tampil presentasi dengan jawaban yang benar
4. Pada Fase Latihan semua kelompok menjawab soal yang ada dengan nilai rata-rata = 90

b. Kepraktisan Lembar Kerja oleh Mahasiswa

Setelah data terkumpul dan diolah diperoleh info bahwa nilai rata-rata kepraktisan LK oleh mahasiswa adalah = 81,94 % termasuk kategori sangat praktis

c. Respon Mahasiswa

Nilai rata-rata respon mahasiswa terhadap penerapan Lembar Kerja Berbasis Model APOS = 84,72 % termasuk kategori sangat efektif

d. Postes

Nilai rata-rata postes mahasiswa = 68,72 % termasuk kategori efektif.

Fungsi Transenden bila dibandingkan dengan pokok bahasan lainnya pada Kalukulus Integral bila dilakukan operasi turunan atau

integral baik oleh Maple maupun secara manual, memiliki jawaban yang singkat. Hal ini berpengaruh terhadap aktivitas mahasiswa. Aktivitas mahasiswa, sejak dari awal pembelajaran, seluruh mahasiswa terlihat aktif dalam kelompok kecilnya. Kalau ada yang bermasalah, mereka akan bertanya pada dosen atau asisten, atau bertanya pada kelompok lain. Perintah Maple yang digunakan sangat sedikit, dan jawaban yang diberikan Maple juga sangat singkat sehingga dan mudah dimengerti, membuat mahasiswa mempunyai banyak waktu dibandingkan dengan pokok bahasan lainnya. Untuk mengisi waktu yang ada, mahasiswa juga menjawab soal-soal yang ada pada fase latihan, sehingga semua soal dijawab oleh mahasiswa. Ketika fase presentasi, setiap kelompok yang berjumlah 12 kelompok, bisa menampilkan hasil kerjanya di depan kelas. Semua pulang dengan perasaan bahagia yang tergambar dari wajah mereka.

PEMBAHASAN

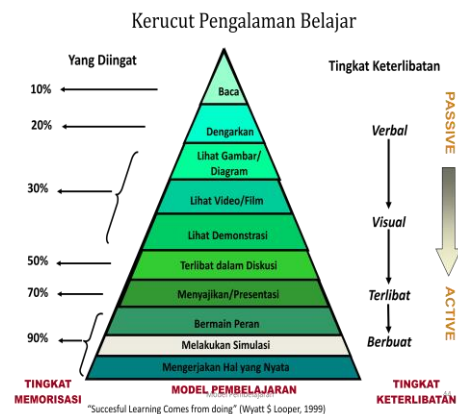
Berdasarkan hasil kerja mahasiswa dalam melaksanakan perintah yang ada pada Lembar Kerja untuk setiap fase, pokok bahasan Fungsi Transenden termasuk yang sangat sukses pelaksanaannya, dibandingkan dengan pokok bahasan sebelumnya tentang Volume Benda Putar. Ditinjau dari sisi isi, LK tentang volume benda putar sangat padat dan penuh dengan gambar hasil benda putar, dengan perhitungan menggunakan tiga metode untuk sumbu x dan sumbu y. Mahasiswa kelabakan menjawab soal secara manual setelah selesai praktikum. Tetapi pada fungsi Transenden, perintah Maple yang dipilih singkat-singkat, hasil jawaban juga singkat, tidak ada melukis grafik. Waktu yang tersedia cukup panjang dan dapat dimanfaatkan

mahasiswa untuk menjawab hampir semua pertanyaan yang ada pada Lembar Kerja. Soal dengan jawaban yang singkat menjadikan waktu presentasi berlangsung cepat, sehingga setiap kelompok dapat mempresentasikan soal yang diminta dosen. Semua mahasiswa terlihat senang.

Hasil belajar yang diambil dari nilai rata-rata postes adalah = 68,72 % dan termasuk kategori efektif. Bila dilihat dari kemampuan mahasiswa yaitu 24,32 % tinggi, 40,54% sedang, dan 35, 14 %, perolehan nilai rata-rata 68,72% berarti bahwa ada beberapa orang mahasiswa yang berada dikelompok kemampuan rendah, nilainya naik sehingga masuk pada kelompok berkemampuan sedang atau tinggi. Hal ini bisa terjadi karena mahasiswa belajar aktif dalam kelompok kecil.

Pada penelitian sebelumnya (Hanifah, 2017) diperoleh info sebagai berikut: *From the calculation results were obtained that the number of students who just start to understand the material in the phase: (1) Practicum phase = 22.22%, (2) small group discussion phase = 30, 56%, phase Discussion Class = 33, 33%, and exercise phase = 13, 09%.* Dari hasil tersebut terlihat bahwa ada mahasiswa yang sudah memahami materi sejak fase praktikum, ada mahasiswa yang baru bisa mengerti setelah ada temannya yang presentasi di depan kelas.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa keaktifan mahasiswa dan belajar dalam kelompok kecil sangat besar pengaruhnya pada hasil belajar. Menurut teori kerucut pengalaman belajar seperti yang ada pada Gambar 2, terlihat bahwa ada kaitan yang erat antara pembelajaran aktif dengan daya ingat mahasiswa.



Gambar 2. Kerucut Pengalaman Belajar (Zuriah, 2012)

Dari gambar 2 tersebut terlihat bahwa, bila mahasiswa aktif mengkonstruksi sendiri materi yang dia pelajari, materi tersebut akan lama diingat oleh mahasiswa. Model APOS yang terdiri dari 6 fase, yaitu fase: Orientasi, Praktikum, Diskusi Kelompok, Diskusi Kelas, Latihan atau Evaluasi, Kalau dikaitkan dengan kerucut pengalaman belajar, Model APOS mampu membuat mahasiswa ingat 70 %, karena mahasiswa mempresentasikan hasil kerjanya di depan kelas.

Inti dari pembelajaran kooperatif (Slavin, 2005), dalam metode pembelajaran kooperatif, para siswa akan duduk bersama dalam kelompok yang beranggotakan empat orang untuk menguasai materi yang disampaikan oleh guru. Metode pembelajaran kooperatif tentu saja bukan hal baru. Para guru sudah menggunakannya selama bertahun-tahun dalam bentuk keliompok laboratorium, kelompok tugas, kelompok diskusi, dan sebagainya. Namun, penelitian terakhir di Amerika dan beberapa negara lain telah menciptakan metode-metode pembelajaran kooperatif yang sistematis dan praktis yang ditujukan untuk digunakan sebagai elemen utama dalam pola pengaturan di kelas, pengaruh penerapan metode-metode ini juga

telah didokumentasikan , dan telah diaplikasikan pada kurikulum pengajaran yang lebih luas.

Model APOS yang dirancang sebagai model pembelajaran yang terpusat pada mahasiswa, belajar dalam kelompok kecil yang heterogen, dan menggunakan komputer, merupakan penyempurnaan dari model pembelajaran berkelompok yang telah ada. Dampak Model APOS ada dua yaitu dampak instruksional, dimana mahasiswa tidak mudah lupa tentang materi yang dikonstruksi sendiri. Dampak pengiring yaitu, mahasiswa terlatih untuk bekerjasama, dan terlatih berkomunikasi di kelas, mahasiswa menjadi rajin membaca buku.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, 2016. *Desaibn Sistem Pembelajaran Dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama.
- Arnawa. 2006. *Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Mahasiswa dalam Aljabar Abstrak Melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS*. Disertasi pada Universitas Pendidikan Indonesia. Tidak diterbitkan
- Dubinsky. 2001. *Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses*. Coventry: University of Warwick <http://mathstore.ac.uk/newsletter/may2001/pdf/learning.pdf>
- Hanifah. 2015. *Pengembangan Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS*. Disertasi. Pascasarjana. Universitas Negeri Padang.
- Hanifah. 2016. *Model APOS Inovasi Pada Pembelajaran Matematika*. FKIP UNIB.
- Hanifah. 2017. *Computer Based Apos Model In Mathematics Learning*. Makalah pada International Conference on Applied Sciences in Engineering, Business, Linguistik and Information Technology.
- Harsono, dkk. 2005. *Pembelajaran Berpusat Mahasiswa*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Gajah Mada
- King dkk. 2010. *Higher Order Thinking Skills*. www.cala.fsu.edu
- Mukhtar dan Iskandar. 2010. *Desain Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi. (Sebuah Orientasi Baru)*. Jakarta: Gaung Persada (GP) Press.
- Mustaji. 2012. *Pengembangan Kemampuan Kritis dan Kreatif Dalam Pembelajaran*. <http://pasca.tp.ac.id/site/pengembangan-kemampuan-berpikir-kritis-dan-kreatif-dalam-pembelajaran>
- Riduan. 2009. *Belajar Mudah Penelitian*. Bandung, Alfabeta
- Slavin. 2005. *Cooperative Learning. Teori, Riset dan Praktik*. Bandung, Nusa Media
- Suryadi, Didi. 2010. *Menciptakan Proses Belajar Aktif: Kajian Dari Sudut Pandang Teori Belajar Dan Teori Didaktik1*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika di UNP, 9 Oktober 2010 <http://didi-suryadi.staf.upi.edu/files/2011/06/MENCIPTAKAN-PROSES-BELAJA-AKTIF.pdf>
- Suryadi, Didi. 2011. *Membangun Budaya Baru dalam Berpikir Matematika*. Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia <http://www.scribd.com/doc/93456342/Membangun-Budaya-Baru-Dalam-Berpikir>
- Zuriah, 2012. *Analisis Pembelajaran,. Metode, Media dan Sumber Belajar*