

Mozilla Firefox Start Page | Artikel Jurnal Edmathedu Ed | Gmail | X | +

https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#sent/15e6cb79557b5c51

Google | in:sent

Gmail | 1 dari 401

Artikel Jurnal Edmathedu Edisi Desember 2017 - Retno Marsitin (Universitas Kanjuruhan Malang)

TULIS

Kotak Masuk | Berbintang | Penting | **Email Terkirim** | Draf (1) | Selengkapnya

mars

Mencoba menyambungkan kembali...
[Pelajari selengkapnya](#)

mas retno <mars.ayuu@gmail.com> ke admathedu | 23:55 (3 menit yang lalu)

Assalamualaikum....

Mohon maaf..., saya menginginkan artikel jurnal Edmathedu edisi Desember 2017...
Minta tolong agar artikel bisa diterbitkan pada Jurnal Edmathedu Edisi Desember 2017

Makasih atas bantuannya.....

Wassalamualaikum.....

Artikel Jurnal Admathedu edisi Desember 2017-Retno
37 KB

Klik di sini untuk [Balas](#) atau [Teruskan](#)

Transferring data from drive.google.com... | dari kuota 15 GB telah digunakan | Persyaratan - Privasi

PASWStatistics18 | 23:59 | 10/09/2017

MODUL PEMBELAJARAN LIMIT DENGAN TEORI APOS UNTUK MENUMBUHKAN KEMAMPUAN *ADVANCED MATHEMATICAL THINKING*

Retno Marsitin^a, Nyamik Rahayu Sesanti^b, Nur Farida^c

^aProgram Studi Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang
Jl. S. Supriyadi 48 Malang, mars.ayuu@gmail.com & mars_retno@unikama.ac.id

^bProgram Studi Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang
Jl. S. Supriyadi 48 Malang, nyamik@unikama.ac.id

^cProgram Studi Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang
Jl. S. Supriyadi 48 Malang, nurfarida@unikama.ac.id

ABSTRACT

The limiting learning by APOS theory is the learning of limits with APOS theory which includes action, process, object, and schema. This research is generally aimed at developing limit learning module with APOS theory to develop Advanced Mathematical Thinking (AMT). This research is a development research. The development research design uses Richey and Klein development design with Dick and Carey model for material development stage. Richey and Klein's development design includes: analysis, design, development, and evaluation. Dick and Carey model includes: identifying learning objectives, conducting learning analysis, learner and environment analysis, formulating specific objectives, developing assessment instruments, developing learning strategies, developing and selecting learning materials, designing and executing formative evaluation (through tests), revising learning materials, and designing and executing summative evaluations (through tests). The limit learning with developed APOS theory is validated by material validators, learning validators and module product design validators. This research was conducted in Mathematics Education Study Program of University of Kanjuruhan Malang. The development of the study was conducted with small group trials and limited trials on mathematics education students who took the calculus course. The observations and tests for the ability of Advanced Mathematical Thinking (AMT) were conducted during the experiments as student academic test. The conclusion of the study shows that the limit learning module with APOS theory can develop mathematics education students' ability of Advanced Mathematical Thinking (AMT) and limit learning module with APOS theory is more effective and feasible to be used in calculus learning.

Keywords: module, learning, limit, APOS theory, Advanced Mathematical Thinking

ABSTRAK

Pembelajaran limit dengan teori APOS adalah pembelajaran limit dengan teori APOS yang meliputi aksi (*action*), proses (*process*), objek (*object*), dan skema (*schema*). Penelitian ini secara umum bertujuan mengembangkan modul pembelajaran limit dengan teori APOS untuk menumbuhkan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT). Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Desain penelitian pengembangan menggunakan desain pengembangan Richey dan Klein dengan model Dick dan Carey untuk tahap pengembangan materi. Desain pengembangan Richey dan Klein meliputi: analisis (*analysis*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Model Dick dan Carey meliputi: mengidentifikasi tujuan pembelajaran, melakukan analisis pembelajaran, analisis pembelajar dan lingkungan, merumuskan tujuan khusus, mengembangkan instrumen penilaian, mengembangkan strategi pembelajaran, mengembangkan dan memilih materi pembelajaran, mendesain dan melaksanakan evaluasi formatif (melalui tes), merevisi bahan pembelajaran, dan mendesain dan melaksanakan evaluasi sumatif (melalui tes). Pembelajaran limit dengan teori APOS yang dikembangkan divalidasi oleh validator materi, validator pembelajaran dan validator desain produk modul. Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang. Pengembangan penelitian dilakukan dengan uji coba kelompok kecil dan uji coba terbatas pada mahasiswa pendidikan matematika yang menempuh matakuliah kalkulus. Selama uji coba dilakukan observasi dan tes kemampuan *Advanced*

Mathematical Thinking (AMT) sebagai tes akademik mahasiswa. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS dapat menumbuhkan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) mahasiswa pendidikan matematika dan modul pembelajaran limit dengan teori APOS lebih efektif serta layak digunakan dalam pembelajaran kalkulus.

Kata kunci: modul, pembelajaran, limit, teori APOS, *Advanced Mathematical Thinking*

Pendahuluan

Pembelajaran matematika tingkat perguruan tinggi sangat menuntut mahasiswa bukan hanya menghafal ataupun menerapkan konsep ataupun rumus matematika yang telah diketahui saja, tetapi memerlukan kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi diantaranya kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT). *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) meliputi proses berpikir matematika seperti proses representasi, abstraksi, hubungan representasi dan abstraksi, kreatifitas dan bukti matematis (Harel & Sowder (Gutierrez, 2006); Sumarmo, 2011). Tall (2002) menyatakan bahwa berpikir elementer berubah menuju ke berpikir matematis tingkat lanjut memerlukan keterlibatan suatu transisi yang signifikan, yaitu dari mendeskripsikan ke mendefinisikan, dari meyakinkan ke membuktikan secara logika berdasarkan pada suatu definisi. Perubahan ini merupakan permasalahan bagi mahasiswa, sehingga mahasiswa dituntut memiliki kemampuan untuk berpikir matematika tingkat lanjut. Berpikir

matematis (Sumarmo, 2009) diklasifikasikan ke dalam dua tingkatan, yaitu kemampuan berpikir matematis tingkat rendah dan berpikir matematis tingkat tinggi (*Advanced Mathematical Thinking*) yang disingkat dengan AMT.

Advanced Mathematical Thinking (AMT) meliputi: representasi, memvisualisasikan, menggeneralisasikan, mengklasifikasikan, menghipotesa, menginduksi, menganalisa, mensintesa dan mengabstraksikan atau memformalisasikan (Tall, 2002). Proses *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) yaitu proses representasi, proses abstraksi, dan hubungan antara representasi dan abstraksi, sehingga lebih lanjut Tall menegaskan bahwa selain proses di atas tergolong berpikir kreatif matematik (Dreyfus (Tall, 2002); Harel & Sowder (Gutierrez, 2006); Sumarmo (2011)). *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) merupakan kemampuan yang meliputi representasi, abstraksi, menghubungkan representasi dan abstraksi, berpikir kreatif matematis, dan membuktikan matematis (Sumarmo, 2011; Harel & Sowder (Gutierrez, 2006).

Kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) dengan indikator yang meliputi: (a) Representasi Matematis, yaitu kombinasi dari sesuatu yang tertulis di atas kertas, sesuatu yang eksis dalam bentuk obyek fisik dan susunan ide-ide yang terkonstruksi di dalam pikiran seseorang (Hwang, 2007); (b) Abstraksi, yaitu peralihan dari model operasional konkrit ke model (abstrak) struktural (Dreyfus, Sfard & Dubinsky (White & Mitchelmore, 2010)); (c) Berpikir kreatif, yaitu kemampuan kreativitas atau berpikir kreatif merupakan kemampuan seseorang dalam menghasilkan gagasan baru yang efektif (Suratno, 2012). Berpikir kreatif meliputi kefasihan, fleksibilitas dan kebaruan dan fleksibilitas (Suratno, 2012; McGregor, 2007). Kemampuan berpikir kreatif meliputi: kelancaran (*fluency*) yaitu menghasilkan banyak ide dalam berbagai kategori/bidang, keaslian (*originality*) yaitu memiliki ide-ide baru untuk memecahkan persoalan, penguraian (*elaboration*) yaitu kemampuan memecahkan masalah secara detail (Guilford (Herdian, 2010)); (d) Pembuktian merupakan representasi dari hasil matematika untuk mengkomunikasikan pemahaman kepada komunitas matematika lainnya dan menerimanya sebagai teorema baru Hanna (Yoo, 2008), sedangkan Schoenfeld

(Arnawa, 2009) menyatakan bahwa pembuktian pada dasarnya adalah membuat serangkaian deduksi dari asumsi (premis atau aksioma) dan hasil-hasil matematika yang sudah ada (lemma atau teorema) untuk memperoleh hasil-hasil penting dari suatu persoalan matematika. Sumarmo (2011) menyatakan bahwa pembuktian matematis menuntut mahasiswa memiliki dua kemampuan, yaitu: (a) kemampuan membaca bukti yaitu kemampuan menemukan kebenaran dan/atau kesalahan dari suatu pembuktian serta kemampuan memberikan alasan setiap langkah pembuktian; (b) kemampuan mengkonstruksi bukti yaitu kemampuan menyusun suatu bukti pernyataan matematik berdasarkan definisi, prinsip, dan teorema serta menuliskannya dalam bentuk pembuktian lengkap (pembuktian langsung atau tak langsung), dengan kemampuan yang meliputi: mengidentifikasi premis beserta implikasinya dan kondisi yang mendukung, mengorganisasikan dan memanipulasi fakta untuk menunjukkan kebenaran suatu pernyataan, membuat koneksi antara fakta dengan unsur dari konklusi yang hendak dibuktikan.

Salah satu upaya agar pembelajaran matematika dapat menumbuhkan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) yaitu mengembangkan pembelajaran

matematika dengan teori APOS. Dubinsky & Mc Donald (2001) menyatakan bahwa teori APOS merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang umumnya dilaksanakan untuk pembelajaran matematika di tingkat perguruan tinggi, yang mengintegrasikan penggunaan komputer, diskusi 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. Teori APOS merupakan sebuah teori konstruktivisme tentang bagaimana seseorang belajar suatu konsep matematika, sehingga membantu dalam mengembangkan proses berpikir matematika yang ada dalam dirinya (Arnon, 2014; Suryadi, 2012; Brijlall & Ndlovu, 2013). Pembelajaran matematika dengan teori APOS dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematika yang ditunjang dengan hasil penelitian Herlina (2015) yang dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa adanya kemampuan peningkatan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) bagi mahasiswa dengan pembelajaran dengan pendekatan APOS. Selain itu, hasil penelitian Herlina (2013) & Nurlaelah

(2009) yang dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pembelajaran matematika menggunakan pendekatan APOS dengan siklus ACE dapat menumbuhkan sikap positif mahasiswa terhadap matematika serta mampu membiasakannya dalam berpikir matematis dan mampu meningkatkan disposisi berpikir kreatif matematis mahasiswa.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran limit dengan teori APOS untuk menumbuhkan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) dan secara khusus tujuan ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu mengembangkan modul pembelajaran limit dengan teori APOS untuk menumbuhkan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) dan menganalisis efektivitas penerapan modul pembelajaran limit dengan teori APOS yang dikembangkan untuk menumbuhkan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT).

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Desain penelitian pengembangan modul ini menggunakan desain pengembangan Richey, Klein & Tracey (2011) dengan model Dick & Carey (2009) untuk tahap pengembangan materi modul. Desain pengembangan Richey dan Klein

meliputi: analisis (*analysis*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Model Dick dan Carey meliputi: mengidentifikasi tujuan pembelajaran, melakukan analisis pembelajaran, analisis pembelajar dan lingkungan, merumuskan tujuan khusus, mengembangkan instrumen penilaian, mengembangkan strategi pembelajaran, mengembangkan dan memilih materi pembelajaran, mendesain dan melaksanakan evaluasi formatif (tes), merevisi bahan pembelajaran, dan mendesain dan melaksanakan evaluasi sumatif (tes).

Modul pembelajaran limit dengan teori APOS yang dikembangkan divalidasi oleh validator materi, validator pembelajaran dan validator desain produk modul. Setelah divalidasi maka dilanjutkan dengan uji coba kelompok kecil dan uji coba terbatas untuk melihat tanggapan dosen dan mahasiswa terhadap modul. Efektivitas penerapan modul pembelajaran dianalisis dengan kualitatif, sedangkan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) dianalisis secara kuantitatif. Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi: (a) angket, digunakan sebagai angket respon

mahasiswa dan angket efektifitas terhadap modul pembelajaran yang dikembangkan; (b) lembar observasi dan lembar kerja mahasiswa, digunakan untuk memperoleh data keterlaksanaan pembelajaran dan data aktivitas mahasiswa selama pembelajaran; (c) tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) digunakan untuk menganalisis penguasaan kemampuan akademik mahasiswa melalui kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) saat mengerjakan soal pada modul maupun soal setelah menggunakan modul hasil pengembangan.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan desain pengembangan Richey dan Klein dengan model Dick dan Carey untuk tahap pengembangan materi modul. Hasil penelitian meliputi beberapa tahap yaitu analisis (*analysis*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Sebelum pengambilan data dalam penelitian, dilakukan validasi baik validasi instrument penelitian maupun validasi produk modul. Hasil validasi tampak dalam tabel 1 dan tabel 2 berikut:

Tabel 1. Hasil Validasi Instrumen Penelitian

Uraian	Hasil Validasi	
	Presentase Skor	Keterangan

Lembar Observasi Aktivitas Dosen	83.33%	Valid
Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa	83.33%	Valid
Lembar Kerja Mahasiswa	92.5%	Valid
Soal Tes Awal	85,71%	Valid
Soal Tes Akhir	89.28%	Valid
Angket respon mahasiswa	85,71%	Valid
Angket respon dosen	89.28%	Valid
Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP)	90%	Valid

Tabel 2. Hasil Validasi Modul Pembelajaran Limit dengan Teori APOS

Uraian	Hasil Validasi	
	Presentase Skor	Keterangan
Validasi Materi	88,46%	Valid tanpa revisi
Validasi Pembelajaran	90,38%	Valid tanpa revisi
Validasi Desain Produk	88,46%	Valid tanpa revisi

Hasil validasi instrumen penelitian menunjukkan bahwa instrument yang divalidasi telah dinyatakan valid. Namun demikian, validator memberikan beberapa catatan untuk direvisi yang meliputi: lembar observasi aktivitas dosen dengan catatan revisi yaitu indikator yang ingin dicapai dalam lembar observasi dosen harus sesuai dengan rencana pelaksanaan perkuliahan, lembar observasi aktivitas mahasiswa dengan catatan revisi yaitu butir-butir pernyataan yang terdapat di dalam indikator lembar observasi mahasiswa seharusnya sesuai dengan indikator di dalam lembar observasi dosen, lembar kerja mahasiswa dengan catatan revisi yaitu kegiatan aksi harus melibatkan mahasiswa melakukan kegiatan pencarian informasi konsep-konsep yang telah dipelajari serta langkah-langkah penyelesaian masalah, soal tes

awal dan soal tes akhir dengan catatan revisi yaitu secara bahasa soal harus diperbaiki karena dapat menimbulkan penafsiran ganda, angket respon dosen dan mahasiswa dengan catatan revisi yaitu butir-butir pernyataan dalam angket perlu dicermati kembali karena beberapa pernyataan memiliki makna yang sama. Sesuai dengan catatan dari validator maka dilakukan revisi pada instrumen penelitian, sehingga instrument dapat digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian.

Validasi berikutnya yaitu hasil validasi modul pembelajaran limit dengan teori APOS yang meliputi validasi materi, validasi pembelajaran dan validasi desain produk. Hasil validasi modul pembelajaran limit menunjukkan bahwa instrument yang divalidasi telah dinyatakan valid. Namun demikian,

validator memberikan beberapa catatan untuk direvisi yaitu: materi dengan contoh soal dan soal dalam modul perlu dicermati agar instruksi soal lebih mudah dipahami, tata penulisan dan tampilan kurang menarik. Sesuai dengan catatan dari validator maka dilakukan revisi pada modul pembelajaran limit, sehingga modul pembelajaran limit dapat digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian. Hasil validasi instrument penelitian dan modul pembelajaran limit dengan teori APOS menunjukkan bahwa instrument telah dinyatakan valid tanpa revisi, sehingga instrument dapat digunakan dalam penelitian.

Pengembangan penelitian dengan menggunakan modul pembelajaran limit dengan teori APOS meliputi: (a) Uji coba kelompok kecil dilakukan kepada mahasiswa program studi pendidikan matematika yang menempuh matakuliah kalkulus pada materi limit sebanyak 6 mahasiswa dengan rician 2 mahasiswa berkemampuan rendah, 2 mahasiswa berkemampuan sedang dan 2 mahasiswa berkemampuan tinggi; (b) Uji coba terbatas dilakukan kepada mahasiswa

program studi pendidikan matematika yang menempuh matakuliah kalkulus pada materi limit sebanyak 30 mahasiswa. Sebelum dilakukan uji coba, mahasiswa diberikan pengarahan dan petunjuk terkait penggunaan modul pembelajaran limit dengan teori APOS, manfaatnya, soal-soal dan lembar kerja mahasiswa. Selanjutnya dilakukan pengambilan data berupa angket respon mahasiswa untuk menggali tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan modul pembelajaran limit dengan teori APOS.

Hasil penelitian pengembangan dalam modul pembelajaran limit dengan teori APOS meliputi:

1. Hasil observasi, angket respon dan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) dalam Pengembangan Modul Pembelajaran Limit dengan Teori APOS.

Hasil uji coba terhadap pengembangan dalam modul pembelajaran limit dengan teori APOS yang meliputi observasi, angket respon dan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) tampak pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Coba Pengembangan Modul Pembelajaran Limit dengan Teori APOS

No	Uraian	Skor dalam Uji Coba	
		Kel. Kecil	Terbatas
1	Observasi Aktivitas Mahasiswa	70.83%	91.67%
2	Observasi Aktivitas Dosen	82.14%	92.86%
3	Tes Kemampuan AMT (tes awal)	33.33%	46.67%
4	Tes Kemampuan AMT (tes akhir)	83.33%	86.67%

5	Angket Respon Mahasiswa	90%
6	Angket Respon Dosen	95%

Hasil observasi aktivitas mahasiswa diperoleh data bahwa observasi aktivitas mahasiswa pada uji coba kelompok kecil dengan ketercapaian 70.83% dan pada uji coba terbatas dengan ketercapaian 91.67%. Pada observasi aktivitas dosen, diperoleh hasil pada kelompok kecil dengan ketercapaian 82.14% dan pada uji coba terbatas dengan ketercapaian 92.86%. Hasil observasi aktivitas mahasiswa, tampak pada tabel skor bahwa kurang maksimal dalam fase diskusi dan presentasi saat tahap objek dan skema, karena mahasiswa masih sulit aktif dalam pembelajaran dan diskusi kelompok. Mahasiswa perlu pendampingan agar mengalami perbuahan dengan terlibat aktif dalam pembelajaran dan diskusi, agar mahasiswa tampak lebih siap saat presentasi dan memiliki kemampuan untuk memahami sendiri konsep matematis. Hal ini, sesuai dengan pendapat Asma (2006) bahwa untuk tahap presentasi maka yang dilakukan yaitu masing-masing kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, dosen menunjuk seorang dari kelompok yang tidak sedang melakukan presentasi sebagai pengatur waktu, yang memberikan peringatan

ketika waktunya sudah mendekati habis, misalnya waktu tinggal sepuluh menit, anggota kelompok mungkin ingin memasukkan waktu untuk tanya jawab dan atau waktu untuk memberikan komentar dan umpan balik ke dalam presentasinya. Diskusi kelompok memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk berpendapat dan memperbaiki bila ada kesalahan konsep yang telah dipahami sebelumnya, sehingga secara bersama memahami konsep dengan benar sesuai permasalahannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Suryadi (2012) bahwa diskusi kelompok dapat meningkatkan saling interaksi dalam saling mendengarkan yang ditemukan orang lain sehingga memperoleh pemahaman yang lebih tinggi dari sebelumnya.

Hasil uji coba, diperoleh tanggapan terhadap modul pembelajaran limit dari angket respon mahasiswa sebesar 90% terjawab dengan pernyataan setuju (ya) dari 15 pertanyaan angket respon. Hal ini tampak bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS memperoleh tanggapan yang baik dari mahasiswa sehingga dapat dikatakan bahwa modul pembelajaran limit sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yaitu

mudah, menarik dan bermanfaat bagi mahasiswa. Pada hasil angket respon dosen dengan dua orang dosen matematika, diperoleh tanggapan terhadap modul pembelajaran limit sebesar 95% terjawab dengan pernyataan setuju (ya) dari 10 pertanyaan angket respon. Hal ini tampak bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS sesuai dengan kebutuhan mahasiswa sehingga dapat dikatakan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS memberikan kepraktisan, efektif dan layak dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Rusmiati, dkk (2013) bahwa modul yang dikembangkan sendiri oleh pendidik dapat disesuaikan dengan karakteristik peserta didik.

Selanjutnya juga diperoleh hasil kemampuan akademik mahasiswa yang tampak dari hasil yang diperoleh dari tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT). Hasil tes kemampuan

Advanced Mathematical Thinking (AMT) pada tes awal dalam uji coba kelompok kecil dengan 6 mahasiswa, diperoleh nilai ≥ 75 dengan ketercapaian hanya 33,3% dan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada tes akhir dengan ketercapaian 83,33%. Selain itu, pada hasil tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada tes awal dalam uji coba terbatas dengan 30 mahasiswa, diperoleh nilai ≥ 75 dengan ketercapaian hanya 46,7% dan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada tes akhir dengan ketercapaian 86,67%.

2. Hasil Lembar Kerja Mahasiswa dalam Modul pembelajaran limit dengan teori APOS

Hasil uji coba terhadap pengembangan dalam modul pembelajaran limit dengan teori APOS dalam lembar kerja mahasiswa dengan teori APOS tampak pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Lembar Kerja Mahasiswa Modul pembelajaran limit dengan teori APOS

Uraian	Nilai Lembar Kerja Mahasiswa dengan Teori APOS			
	Aksi	Proses	Objek	Skema
Lembar kerja mahasiswa-1	85	85	80	80
Lembar kerja mahasiswa-2	85	80	80	80
Lembar kerja mahasiswa-3	80	80	80	80
Lembar kerja mahasiswa-4	85	85	85	85
Lembar kerja mahasiswa-5	85	80	80	75
Jumlah	420	410	405	400
Rata-rata	84	82	81	80

Hasil lembar kerja mahasiswa dengan teori APOS diperoleh data bahwa pada uji coba kelompok kecil yaitu aksi dengan nilai rata-rata sebesar 79, proses dengan nilai rata-rata sebesar 79, objek dengan nilai rata-rata sebesar 77 dan skema dengan nilai rata-rata sebesar 76. Hasil lembar kerja mahasiswa dengan teori APOS pada uji coba terbatas diperoleh bahwa aksi dengan nilai rata-rata sebesar 84, proses dengan nilai rata-rata sebesar 82, objek dengan nilai rata-rata sebesar 81 dan skema dengan nilai rata-rata sebesar 80. Hal ini dapat dikatakan mahasiswa mahasiswa masih belum maksimal dalam menyimpulkan dari penyelesaian soal, sehingga mahasiswa masih memerlukan pendampingan, sesuai dengan pendapat Tall (Suryadi, 2005) bahwa peran utama dosen dalam diskusi kelas adalah sebagai fasilitator/intervensi tidak langsung/scaffolding.

Kesimpulan

Penelitian pengembangan modul pembelajaran limit dengan teori APOS dapat disimpulkan yaitu:

1. Penelitian pengembangan modul pembelajaran limit dengan teori APOS ini dengan menggunakan desain pengembangan Richey dan Klein dengan model Dick dan Carey untuk tahap pengembangan materi modul.

Hasil penelitian meliputi beberapa tahap yaitu analisis (*analysis*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Tahap pertama adalah analisis (*analysis*), dengan analisis terhadap bahan ajar kalkulus materi limit, meninjau tujuan pembelajaran kalkulus limit. Tahap Kedua adalah perencanaan (*design*), dengan menentukan waktu pelaksanaan, menyusun instrumen dan mendesain spesifikasi produk dan struktur isi modul. Tahap ketiga adalah pengembangan (*development*), menganalisis dan mengembangkan komponen pembelajaran yang dikembangkan, validasi modul pembelajaran limit dengan teori APOS dengan melakukan validasi materi oleh ahli materi, validasi pembelajaran dan validasi desain produk oleh ahli desain dan selanjutnya melakukan uji coba modul yang telah direvisi kepada kelompok kecil, serta uji coba terbatas. Tahap keempat adalah evaluasi (*evaluation*), melakukan evaluasi dan analisis keefektifan modul yang dikembangkan dengan melakukan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT).

2. Hasil tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada uji coba kelompok kecil diperoleh tes

awal dengan ketercapaian hanya 33,3% dan tes akhir dengan ketercapaian sebesar 83,33%, sedangkan pada uji coba terbatas diperoleh tes awal dengan ketercapaian hanya 46,7% dan tes akhir dengan ketercapaian sebesar 86,67%, sehingga dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS dapat menumbuhkan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT)

3. Hasil tanggapan terhadap modul pembelajaran limit dengan teori APOS dari angket respon mahasiswa sebesar 90% terjawab dengan pernyataan setuju (ya), sehingga dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS memperoleh tanggapan yang baik dari mahasiswa sehingga dapat dikatakan bahwa modul pembelajaran limit sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yaitu mudah, menarik dan bermanfaat bagi mahasiswa. Hasil tanggapan terhadap modul pembelajaran limit dengan teori APOS dari angket respon dosen sebesar 95% terjawab dengan pernyataan setuju (ya), sehingga dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS sesuai dengan kebutuhan mahasiswa sehingga dapat dikatakan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS

memberikan kepraktisan, efektif dan layak dalam pembelajaran.

4. Penelitian pengembangan modul pembelajaran limit dengan teori APOS dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran limit dengan teori APOS dapat menumbuhkan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) mahasiswa pendidikan matematika dan modul pembelajaran limit dengan teori APOS memberikan kepraktisan dalam pembelajaran, sehingga sangat efektif dan layak digunakan dalam pembelajaran matematika.

Pustaka

- Arnawa, M. 2009. Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memvalidasi Bukti pada Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS. *Jurnal Matematika dan Sains*. 14, (2), 76-82.
- Arnon, I. dkk.2014. *A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. New York: Springer
- Asma, Nur. 2006. Model Pembelajaran Kooperatif. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan tinggi Direktorat Ketenagaan

- Brijlall, D & Ndlovu, Z. 2013. High school Learner's Mental Construction during Solving Optimisation Problems in Calculus: a South African Case Study. *South African Journal of Education*, 33 (2), 1-18.
- Dick, W, Carey, L dan Carey, O.J. 2009. *The Systematic Design of Instruction*. USA: Pearson
- Dubinsky, E. & McDonald, M. 2001. "APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research". Dalam D. Holton (Ed.). *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gutierrez, P. Boero (Eds.). 2006. *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*, 147–172. Sense Publishers. All rights reserved.
- Herdian 2010. Kemampuan berfikir kreatif siswa. [Online]. Tersedia: www.herdy07.wordpress.com/2010/05/27/kemampuan-berfikir-kreatif-siswa/ Diakses tanggal 1 Juli 2015.
- Herlina, Elda. 2013. Meningkatkan Disposisi Berpikir Kreatif Matematis Melalui Penedekatan APOS. *Infinity. Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*, Vol 2, No.2, September 2013-169.
- Herlina, Elda. 2015. Meningkatkan Advanced Mathematical Thinking Mahasiswa. *Infinity. Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*, Vol 4, No.1, Februari 2015, 65-83.
- Hwang, et al. 2007. *Multiple Representation Skills and Creativity Effect on Mathematical Problem Solving Using a Multimedia Whiteboard System*. *Educational Technology & Society*. Vol. 10 No. 2 pp. 191-212
- McGregor, D. 2007. *Developing Thinking Developing Learning*. Poland: Open University Press.
- Richey, C.R. dan Klein, D.J., and Tracey, W. M. 2011. *The Instructional Design Knowledge Base: Theory, Research, and Practice*. New York: Routledge.
- Sumarmo, U. 2011. *Advanced Mathematical Thinking dan Habit of Mind Mahasiswa (Bahan Kuliah)*. PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan
- Sumarmo, U. 2009. *High Level Mathematical Thinking: Experiments with High School and Under Graduate Students Using Various Approaches and Strategies*. Makalah yang disampaikan pada Seminar di UPI. Bandung: UPI.

- Sumarmo. U. 2010. *Berpikir dan Disposisi Matematis: Apa, Mengapa, dan Bagaimana dikembangkan pada Peserta Didik*. Makalah. Tidak Dipublikasikan.
- Suratno, Tatang. 2012. Pengembangan Kreativitas Siswa Dalam Pembelajaran Sains Di Sekolah Dasar. Artikel Sampoerna Fondation Institut.
- Suryadi, D. 2012. *Membangun Budaya Baru dalam Berpikir Matematis*. Bandung: Rizqi Press.
- Tall, D. 2002. *Advanced Mathematical Thinking*. Boston: Kluwer Academic Publisher
- White, P., & Mitchelmore, M. C. 2010. *Teaching for Abstraction: A Model. Mathematical Thinking & Learning*. Available from: Education Research Complete, Ipswich, MA. Accessed March 4, 2012
- Yoo, S. (2008). *Effects of Traditional and Problem Based Instruction on Conceptions of Proof and Pedagogy in Undergraduates and Prospective Mathematics Teacher*, Dissertation of The University of Texas at Austin: Tidak Dipublikasikan.