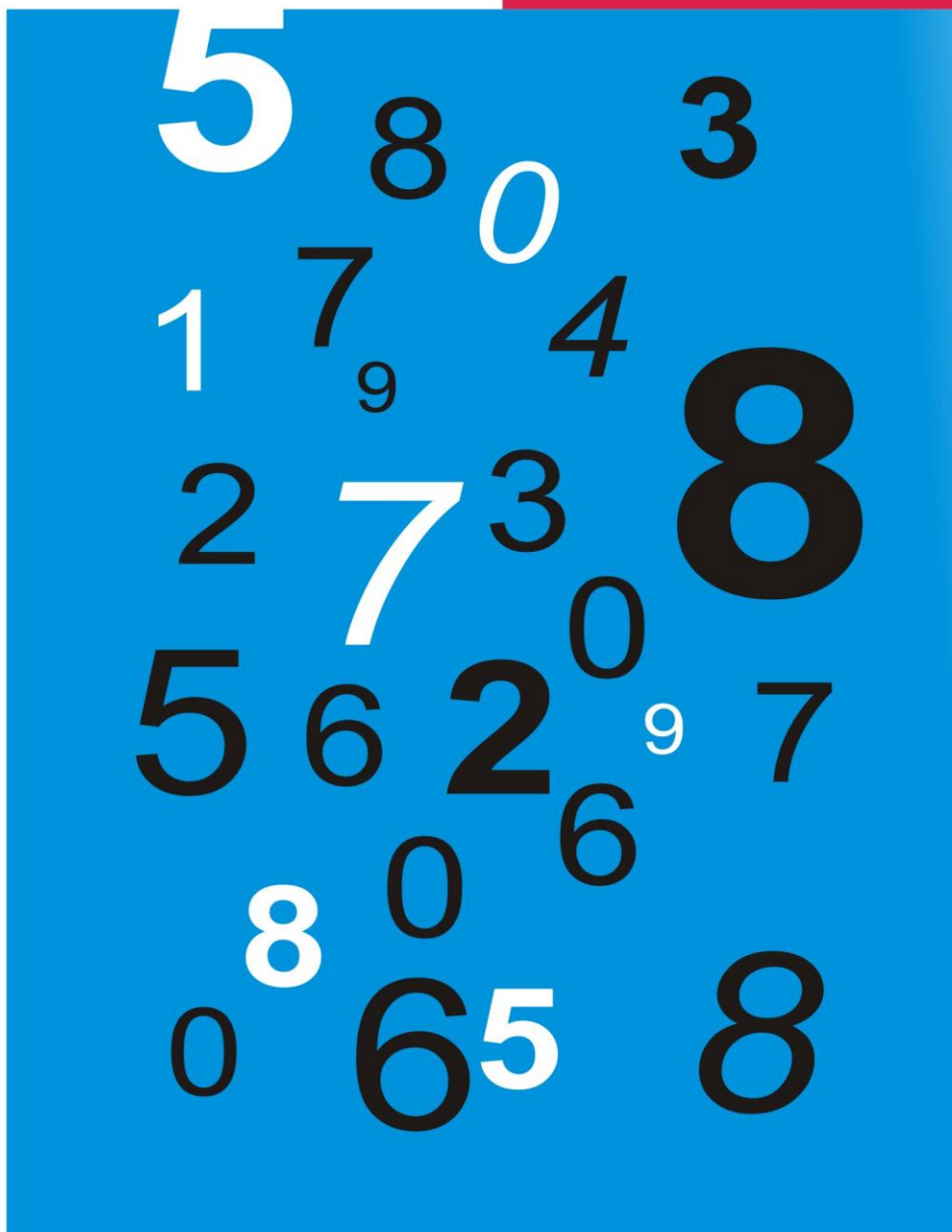


ISSN: 2337-7682

eduMATH

JURNAL PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA

Volume 4. Nomor 2. Nopember 2017



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
STKIP PGRI Jombang

KEMAMPUAN MAHASISWA CALON GURU STKIP PGRI JOMBANG DALAM MEMECAHKAN MASALAH FUNGSI KOMPOSISI

Syarifatul Maf'ulah¹, Safil Maarif²
^{1,2}STKIP PGRI Jombang

REDAKSI

Penanggung jawab :

1. Dr. Munawaroh, M.Kes
2. Dr. Heny Sulistiyowati, M.Hum
3. Dr. Nurwiani, M.Si
4. Dr. Nanik Sri Setyani, M.Kes

Redaksi:

Ketua : Ir. Slamet Boediono, M.Si
Sekretaris : Abd. Rozak, S.Pd., M.Si
Anggota : Safiil Maarif, M.Pd

Dewan Redaksi :

1. Dr. Wiwin Sri Hidayati, M.Pd (Bidang Pendidikan Matematika)
2. Nahlia Rahmawati, M.Si (Bidang Matematika)

Mitra Bestari :

Dr. Warly, M.Pd (Universitas Ronggolawe Tuban)

Dr. Iis Holisin, M.Pd (Universitas Muhammadiyah Surabaya)

Penerbit :

Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Jombang

Alamat :

Program Studi Pendidikan Matematika

Kampus STKIP PGRI Jombang

Jln. Pattimura III/20 Jombang, Telp : (0321)861319

p.matematika.stkipjb@gmail.com

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menerbitkan jurnal “*eduMATH*” Volume 4, Nomor 2 Nopember 2017. Penerbitan jurnal “*eduMATH*” ini untuk memfasilitasi dosen program studi pendidikan matematika, guru matematika, dan mahasiswa pendidikan matematika agar dapat mempublikasikan hasil karya yang dihasilkan. Jurnal ini berisikan tentang artikel yang membahas pendidikan matematika.

Kami menyadari bahwa jurnal “*eduMATH*” ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat konstruktif selalu kami harapkan demi kesempurnaan jurnal ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada Mitra Bestari dan semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan jurnal “*eduMATH*” ini dari awal sampai akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai segala usaha kita. Amin.

DAFTAR ISI

PENINGKATAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA MENGGUNAKAN MODEL *EXAMPLE NON EXAMPLE* BERBANTUAN MEDIA PUZZLE

Eka Tauhida Muhtar¹, Umi Hanik²

1-11

^{1,2} PGSD Universitas Trunojoyo Madura

PENINGKATAN AKTIVITAS SISWA DAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA PADA MATERI SISTEM KOORDINAT MELALUI MODEL PEMBELAJARAN *COURSE REVIEW HORAY* SISWA KELAS VI SDN KRANGGAN 4 KOTA MOJOKERTO

Nur Rohmah Nilam Sari

12-19

SDN Kranggan 4 Kota Mojokerto

PERBEDAAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS VIII DENGAN DAN TANPAMENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *COURSE REVIEW HORAY*

Esty Saraswati Nur Hartiningrum

20-25

STKIP PGRI JOMBANG

esty.saraswati88@gmail.com

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

Retno Marsitin¹, Nyamik Rahayu Sesanti², Nur Farida³

26-34

^{1,2,3} Universitas Kanjuruhan Malang

PENINGKATAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA DENGAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM POSING* KELAS VII-2 SMP NEGERI 3 PURWOHARJO BANYUWANGI TAHUN PELAJARAN 2016-2017

Murdiwardaya

35-40

SMP BANGOREJO

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN ANDRAGOGI BERBASIS *E-LEARNING* PADA MAHASISWA PRODI MATEMATIKA STKIP PGRI JOMBANG DALAM MATA KULIAH DASAR UMUM

Ririn Febriyanti¹, Esty Saraswati Nur Hartiningrum²

41-47

^{1,2} STKIP PGRI JOMBANG

KETENTUAN PENULISAN

1. Artikel yang dimuat dalam jurnal meliputi naskah tentang hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian teori, aplikasi teori dan tinjauan kepustakaan tentang pendidikan Matematika.
2. Naskah belum diterbitkan dalam jurnal dan media cetak lain.
3. Naskah merupakan karya orisinal, bebas dari plagiasi dan mengikuti etika penulisan.
4. Segala sesuatu yang menyangkut perijinan pengutipan, penggunaan *softwere* untuk pembuatan naskah atau ihwal lain yang terkait dengan HAKI yang dilakukan oleh penulis artikel, berikut konsekuensi hukum yang mungkin timbul karenanya menjadi tanggung jawab penulis naskah.
5. Semua naskah ditelaah oleh mitra bestari yang ditunjuk oleh penyunting menurut bidang kepakarannya. Penulis diberikan kesempatan untk melakukan revisi naskah atas dasar saran dari mitra bestari atau penyunting. Kepastian pemuatan naskah atau penolakan akan diberitahukan secara tertulis.
6. Ketentuan penulisan naskah:
 - a. Naskah ditulis dengan 1.5 spasi, kertas A4, panjang 10-20 halaman.
 - b. Berkas naskah ditulis dalam microsoft word, dan diserahkan melalui email p.matematika.stkipjb@gmail.com dan konfirmasi ke redaksi setelah pengiriman.
 - c. Sistimatika penulisan :
 - 1). Hasil penelitian
 - a) Judul; b) Nama penulis; c) Abstrak; d) Kata kunci; e) Pendahuluan; f) Metode penelitian; g) Hasil penelitian; h) Pembahasan; i) Simpulan dan saran; j) Daftar rujukan
 - 2). Hasil non penelitian
 - a) Judul; b) Nama penulis; c) Abstrak; d) Kata kunci; e) Pendahuluan; f) Bahasan Utama; g) Penutup atau Simpulan; h) Daftar rujukan

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

Retno Marsitin¹, Nyamik Rahayu Sesanti², Nur Farida³

^{1,2,3} Universitas Kanjuruhan Malang

¹⁾ mars_retno@unikama.ac.id ²⁾ nyamik@unikama.ac.id ³⁾ nurfarida@unikama.ac.id

Abstrak: 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 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). Berikir 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 kelompok besar 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 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 kelompok besar 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. Pada 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 mahasiswa dengan rician mahasiswa berkemampuan rendah, mahasiswa berkemampuan sedang dan mahasiswa berkemampuan tinggi; (b) Uji coba kelompok besar dilakukan kepada mahasiswa program studi pendidikan matematika yang menempuh matakuliah kalkulus pada materi limit sebanyak 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 uji coba terhadap pengembangan modul pembelajaran limit dengan teori APOS tampak pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pengembangan Modul Pembelajaran Limit dengan Teori APOS

No	Uraian	Skor dalam Uji Coba	
		Kel. Kecil	Kelompok besar
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%	

Pada hasil observasi aktivitas mahasiswa diperoleh data bahwa observasi

aktivitas mahasiswa pada uji coba kelompok kecil dengan **capaian 70.83%** dan pada uji coba kelompok besar dengan **capaian 91.67%**. Pada observasi aktivitas dosen, diperoleh hasil pada kelompok kecil dengan **capaian 82.14%** dan pada uji coba kelompok besar dengan **capaian 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 yaitu masing-masingkelompok mempresentasikan hasil kerjanya, 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. Selain itu, pada hasil uji coba juga diperoleh tanggapan terhadap modul pembelajaran limit dari angket respon mahasiswa sebesar 6 terjawab dengan pernyataan setuju 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 6 terjawab dengan pernyataan setuju dari 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 5 dengan ketercapaian hanya 3% dan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada tes akhir dengan ketercapaian 33%. Selain itu, pada hasil tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada tes awal dalam uji coba kelompok besar dengan 30 mahasiswa, diperoleh nilai 5 dengan ketercapaian hanya 7% dan tes kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT) pada tes akhir dengan ketercapaian 57%.

PENUTUP

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 kelompok besar. 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 3% dan tes akhir dengan ketercapaian sebesar 33% , sedangkan pada uji coba kelompok besar diperoleh tes awal dengan ketercapaian hanya 7% dan tes akhir dengan ketercapaian sebesar 57% , 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 6 terjawab dengan pernyataan setuju dan angket respon dosen sebesar 6 terjawab dengan pernyataan setuju, 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.

Saran bagi dosen yang mengampu mata kuliah kalkulus sebaiknya menggunakan bahan ajar berupa modul pembelajaran agar mahasiswa lebih menguasai konsep matematika dan kualitas akademik mahasiswa matematika lebih baik.

DAFTAR 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-iswa/ Diakses tanggal 1 Juli 2015.
- Herlina, Elda. 2013. Meningkatkan Disposisi Berpikir Kreatif Matematis Melalui Pendekatan 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*, Dissertasion of The University of Texas at Austin: Tidak Dipublikasikan.