

IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN APOS DAN MODIFIKASI – APOS (M-APOS) PADA MATA KULIAH STRUKTUR ALJABAR

**Oleh;
Elah Nurlaelah
Utari Sumarmo
Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA - UPI**

ABSTRAK

Makalah ini menyajikan hasil implementasi model pembelajaran APOS dan M-APOS pada mata kuliah Struktur Aljabar. Teori APOS merupakan suatu teori pembelajaran matematika yang penerapannya dikhususkan bagi mahasiswa perguruan tinggi. APOS sendiri merupakan singkatan dari *action, process, object dan schema*. *Variat-variat* itu merupakan konstruksi mental yang terbentuk ketika individu sedang mempelajari suatu konsep. Implementasi teori APOS dilaksanakan melalui siklus ADL (*aktivitas, diskusi kelas, latihan soal*)

Fase *aktivitas*, adalah suatu kegiatan belajar-mengajar yang dilaksanakan di laboratorium komputer. Kegiatan ini merupakan aktivitas pendahuluan yang bertujuan untuk memberikan bekal kepada mahasiswa dalam menghadapi perkuliahan di kelas. Namun terdapat beberapa kendala dalam melaksanakan aktivitas di laboratorium komputer. Untuk mengatasi permasalahan tersebut disajikan alternatif model pembelajaran yang bekerja dengan kerangka teori APOS, tetapi tidak memanfaatkan komputer sebagai media dalam melaksanakan fase aktivitas. Model pembelajaran alternatif ini disebut *Modifikasi-APOS (M-APOS)*.

Kata Kunci : Model pembelajaran APOS dan M-APOS, Siklus ADL

A. Latar Belakang Masalah.

Teori APOS merupakan suatu pendekatan pembelajaran matematika yang memiliki karakteristik; menganalisa pengkonstruksian mental dalam memahami suatu konsep, penggunaan komputer dalam pembelajaran, siswa belajar dalam kelompok kecil, dan pembelajaran dengan menggunakan siklus ADL. APOS merupakan singkatan dari aksi (*action*), proses (*process*), objek (*object*), dan skema (*schema*). Setiap variat tersebut mencerminkan pemahaman seseorang terhadap konsep matematika. Implementasi pembelajaran teori APOS melalui siklus ADL, siklus ini terdiri dari tiga fase yaitu aktivitas (*activities*), diskusi kelas (*class discussion*) dan latihan soal (*exercises*). Fase aktivitas dilaksanakan di laboratorium komputer untuk menyusun program dengan menggunakan serangkaian instruksi ISETL (*Interactive SET Language*). Penyusunan program ini mengarah pada konstruksi pengetahuan individu atas suatu konsep. Pada fase diskusi kelas, kegiatan belajar dilaksanakan di kelas dengan setting proses belajar mengajar secara berdiskusi (*cooperative learning*). Dan pada fase latihan soal, mahasiswa mendapat tugas pengembangan konsep berupa latihan soal atau proyek yang dikerjakan di luar kelas.

Asiala, dkk (1990), Brown (1997) dan Dubinsky (2000) telah melakukan penelitian pengembangan model pembelajaran Aljabar Abstrak yang menggunakan program ISETL didasarkan pada Teori APOS. Hasil penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa pendekatan pembelajaran dengan model ini sangat efektif untuk menolong mahasiswa dalam meningkatkan pemahaman konsep yang kuat pada materi operasi biner, grup, subgrup, koset, subgrup normal dan grup factor (grup kosien), dan materi-materi lain untuk mata kuliah kalkulus, matematika diskrit dan aljabar linear.

Namun demikian berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penerapan model pembelajaran APOS dengan memanfaatkan program ISETL sebagai suatu aktivitas yang dilakukan di laboratorium komputer menemukan beberapa kendala, yang mengakibatkan kegiatan tersebut tidak berjalan sebagaimana mestinya. Kendala itu terutama terjadi ketika mahasiswa mendapat hambatan pada waktu menyusun program dengan instruksi ISETL. Misalnya sedikit kesalahan dalam mengetik atau menyusun instruksi menyebabkan program yang diharapkan tidak jalan. Hal ini menyebabkan mahasiswa tidak dapat memahami dan menarik kesimpulan dari program tersebut. Lebih jauh hal itu menyebabkan mahasiswa tidak dapat memahami dan tidak dapat mengerti konsep yang sedang dipelajari. Disamping itu kegagalan tersebut menyebabkan semangat belajar mahasiswa menjadi turun dan bahkan putus asa. Hambatan lain yang ditemukan misalnya software dan hardware yang tidak siap untuk dipakai karena rusak, atau bahkan laboratorium yang tidak siap, dan hambatan-hambatan lainnya.

Menghadapi kendala tersebut maka diperlukan alternatif aktivitas untuk mengganti aktivitas di laboratorium komputer. Aktivitas yang diajukan adalah pemberian tugas. Tugas tersebut disusun dalam suatu lembar kerja tugas (LKT). Pada lembar kerja tersebut disusun serangkaian instruksi untuk mempelajari suatu konsep. Pemberian tugas ini memiliki peran yang sama seperti aktivitas yang dilakukan di laboratorium komputer. Model pembelajaran yang memanfaatkan lembar kerja tugas sebagai panduan aktivitas mahasiswa dalam kerangka model pembelajaran APOS disebut model pembelajaran modifikasi-APOS (M-APOS). Hasil penelitian yang mendasari model M-APOS adalah hasil penelitian Suryadi (2005). Dalam laporan hasil penelitian tersebut disebutkan bahwa pendekatan pembelajaran tidak langsung merupakan alternatif model aktivitas belajar pengganti aktivitas di laboratorium komputer dalam kerangka teori APOS (dengan program ISETL) yang dapat digunakan secara efektif dalam meningkatkan berfikir matematik tingkat tinggi.

Peran pemberian tugas yang diajukan dalam model M-APOS untuk memandu mahasiswa dalam mempelajari materi, mengerjakan soal-soal dan aktivitas lainnya sebelum perkuliahan tentang materi itu disampaikan. Disamping itu pemberian tugas ini bertujuan untuk meningkatkan kegiatan belajar mahasiswa sehingga dalam pelaksanaan proses belajar mengajar mahasiswa tidak lagi pasif.

Pemberian tugas ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menemukan sendiri segala informasi yang diperlukan, sehingga mahasiswa memperoleh pengetahuan atau informasi tidak hanya mengandalkan dari dosen saja. Dengan demikian mahasiswa sendiri yang menemukan informasi dan pengetahuan yang harus dipelajari dan dikuasainya. Kondisi ini sebagaimana dikemukakan oleh Semiawan (1985) bahwa para guru/dosen tidak perlu untuk menjejalkan seluruh informasi ke dalam benak mahasiswa karena mereka sendiri pada hakekatnya telah memiliki potensi dalam dirinya untuk mencari informasi yang benar-benar mendasar

dan untuk mencari informasi selanjutnya. Hal senada disampaikan oleh Suryadi (2005) yang menyatakan bahwa untuk mengembangkan kemampuan berfikir tingkat tinggi, diperlukan stimulus awal yang dapat disajikan melalui teknik scaffolding.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, maka pada makalah ini akan disajikan contoh pengembangan bahan ajar berdasarkan model pembelajaran APOS dan M-APOS. Disamping itu akan disajikan pula gambaran hasil belajar dari implementasi kedua model itu yang dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional (espositori).

B. Kajian Pustaka

B.1 Teori APOS

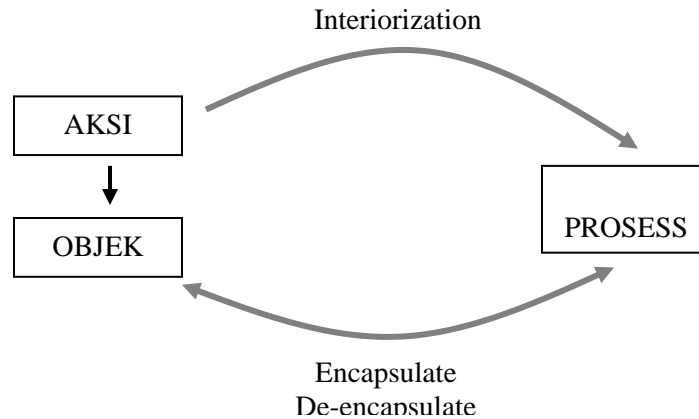
Teori APOS adalah suatu teori pembelajaran yang penerapannya dikhususkan untuk mahasiswa perguruan tinggi. Dasar filosofis dari Teori APOS adalah konstruktivisme sosial. Pembelajaran dengan menggunakan teori APOS menekankan pada perolehan pengetahuan melalui aktivitas pendahuluan melalui media komputer, bekerja dalam kelompok (*cooperative learning*) dan refleksi. Pembelajaran diawali dengan aktivitas di laboratorium komputer. Tujuan dari aktivitas ini adalah untuk memberikan pengalaman pada mahasiswa mengenai suatu konsep yang akan dipelajari. Leron, U & Dubinsky, E (1994) mengemukakan bahwa tujuan utama dari aktivitas komputer adalah memberikan pengalaman dasar bagi mahasiswa untuk selanjutnya dikembangkan oleh mahasiswa menjadi lebih abstraks dan lebih formal. Aktivitas pembelajaran di kelas dan di laboratorium komputer dilaksanakan dalam kelompok, sehingga perolehan pengetahuan terjadi melalui interaksi antara satu individu dengan individu lainnya.

Ed Dubinsky sebagai pengembang Teori APOS mendasarkan teorinya pada pandangan bahwa pengetahuan dan pemahaman matematika seseorang merupakan suatu kecenderungan seseorang untuk merespon terhadap suatu situasi matematika dan merefleksikannya pada konteks sosial. Selanjutnya individu tersebut mengkonstruksi atau merekonstruksi ide-ide matematika melalui tindakan, proses dan objek matematika, yang kemudian diorganisasikan dalam suatu skema untuk dapat dimanfaatkannya dalam menyelesaikan suatu masalah yang dihadapi. Berkaitan dengan paradigma tersebut (Astuti P.,*et.al.* 2004) mengemukakan bahwa dalam menyelesaikan suatu masalah matematika, terdapat dua hal yang harus dimiliki seseorang yaitu mengerti konsep dan memanfaatkannya ketika diperlukan.

Asiala, *et al* (1990) menyatakan bahwa tujuan yang ingin dicapai dari teori APOS adalah terbentuknya konstruksi mental siswa. Yang dimaksud *konstruksi mental* dalam konteks ini adalah terbentuknya aksi (*action*), yang direnungkan (*interiorized*) menjadi proses (*process*), selanjutnya dirangkum (*encapsulated*) menjadi objek (*object*), objek dapat diurai kembali (*de-encapsulated*) menjadi proses. Aksi, proses dan objek dapat diorganisasi menjadi suatu skema (*schema*), yang selanjutnya disingkat menjadi APOS.

Berdasarkan pada pemikiran di atas, dalam memahami konsep matematika maka seseorang perlu memulai dengan melakukan manipulasi konstruksi mental melalui beberapa aksi. Aksi tersebut selanjutnya direnungkan atau direfleksikan dan selanjutnya diresapi untuk menjadi proses yang kemudian dikristalkan untuk membentuk objek. Objek akan diurai kembali menjadi proses apabila diperlukan. Aksi,

proses dan objek akan diatur menjadi suatu *skema* untuk digunakan dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang dihadapi. Konstruksi mental yang terbentuk dapat digambarkan pada gambar 1 berikut;



Gambar 1. Skema terbentuknya suatu konsep pada pikiran seseorang (dikutip dari Asiala, et al (1990))

Gambar 1 di atas mencerminkan konstruksi mental yang terjadi pada setiap individu yang Belajar. Selanjutnya Asiala, *et al* (1990) menjelaskan definisi dari *aksi*, *proses*, *objek* dan *skema* sebagai berikut.

Aksi adalah transformasi objek-objek yang dirasakan individu sebagai sesuatu yang diperlukan, serta instruksi tahap demi tahap bagaimana melakukan operasi.

Proses adalah suatu konstruksi mental yang terjadi secara internal yang diperoleh ketika seseorang sudah bisa melakukan tingkat *aksi* secara berulang kali. Dalam konstruksi mental tingkat *proses* individu tersebut tidak terlalu banyak memerlukan stimuli dari luar karena dia merasa bahwa suatu konsep tertentu sudah berada dalam ingatannya. Pada tingkat ini dia dapat menelusuri kebalikan dan mengkomposisikan dengan proses lainnya.

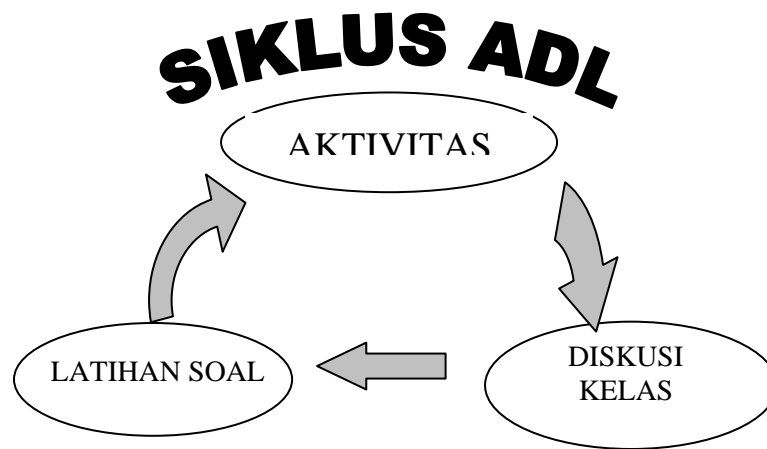
Objek dikonstruksi dari *proses* ketika individu telah mengetahui bahwa *proses* sebagai suatu totalitas dan menyadari bahwa transformasi dapat dilakukan pada *proses* tersebut.

Skema untuk suatu konsep matematika tertentu adalah kumpulan *aksi*, *proses*, dan *objek* atau *skema* yang dihubungkan oleh beberapa prinsip secara umum. Jadi *skema* adalah suatu totalitas pemahaman individu terhadap suatu konsep yang sejenis. Pada tingkat *skema* individu sudah dapat membedakan mana yang termasuk ke dalam suatu fenomena dan mana yang tidak.

Berkaitan dengan konstruksi mental yang terbentuk pada diri mahasiswa, selanjutnya Asiala, *et al* (1990) menjelaskan bahwa pemahaman mahasiswa tentang konsep matematika merupakan hasil dari konstruksi atau rekonstruksi *aksi*, *proses*, dan *objek* yang diorganisasikan dalam suatu *skema*, kemudian digunakan dalam menyelesaikan suatu persoalan (*problem solving*). Kemajuan pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep biasanya terbentuk karena rekonstruksi atas suatu persoalan yang sama tapi berbeda cara penyelesaiannya. Rekonstruksi tersebut tidak benar-benar sama dengan konstruksi sebelumnya, dan mungkin memuat satu atau banyak kelebihan dengan tingkat yang lebih sulit. Aspek selanjutnya yang mendukung pendekatan ini

adalah keyakinan bahwa konstruksi atau rekonstruksi mahasiswa terhadap suatu konsep pada suatu struktur dicapai dengan melakukan kontak sosial. Keyakinan ini sesuai dengan idea Piaget (dalam Asiala, *et al*, 1990) tentang *disequilibrium*, *accomodation*, *assimilation*, *reflection*, *triad* dan pengembangan *skema*.

Implementasi teori APOS dalam pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan siklus ADL (*aktivitas, diskusi kelas, latihan soal*) yang merupakan terjemahan dari siklus ACE (*activities, class discussion, exercises*). Gambar 2 berikut menyajikan diagram alur pelaksanaan pengajaran dengan menggunakan siklus ADL.



Gambar 2. Fase-Fase Pelaksanaan Siklus ADL

Aktivitas bertujuan untuk mengenalkan mahasiswa pada suatu situasi atau informasi yang baru (konsep – konsep yang baru). Hal ini dilakukan dengan menugaskan mahasiswa untuk merancang program komputer dengan menggunakan bahasa ISETL (*Interactive Set Language*). ISETL merupakan program komputer yang bersifat interaktif dan digunakan untuk membantu mahasiswa dalam memahami suatu konsep matematika. ISETL didesain sedemikian rupa sehingga bahasa yang dipergunakan mudah dipahami dan cukup dekat dengan bahasa matematika, seperti logika matematika, himpunan sebagai pasangan terurut, dan fungsi sebagai suatu proses. Tujuan dari aktivitas ini agar mahasiswa mendapat pengalaman untuk menemukan sesuatu, tidak hanya sekedar mendapat jawaban yang benar.

Diskusi Kelas merupakan suatu kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan di kelas biasa. Pada diskusi kelas ini mahasiswa bekerja di dalam kelompok. Pertemuan di dalam kelas bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengemukakan temuan-temuan yang diperoleh di laboratorium komputer. Berbagai masalah yang muncul dari setiap kelompok selama berada di laboratorium dikemukakan pada pertemuan kelas ini. Keuntungan yang diharapkan dari diskusi kelas ini adalah terjadinya pertukaran informasi yang saling melengkapi sehingga mahasiswa mempunyai pemahaman yang benar terhadap suatu konsep. Kegiatan pembelajaran ini memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk bertukar pendapat dalam forum diskusi di kelas, sehingga akan merupakan latihan yang sangat berharga

dalam usaha meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam bernalar secara deduktif (Albert & Thomas, 1991).

Latihan soal bertujuan untuk memantapkan dan menerapkan konsep-konsep yang telah dikonstruksi dalam bentuk penyelesaian soal-soal. Kegiatan yang dilaksanakan dalam latihan soal ini adalah mahasiswa diberi tugas tambahan baik berupa tugas yang harus menggunakan komputer ataupun tugas yang berupa latihan-latihan soal.

B.2 Modifikasi APOS (M-APOS)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari tahun 2005-2007 mengenai penerapan teori APOS dalam pembelajaran mata kuliah Struktur Aljabar ditemukan bahwa fase aktivitas komputer menimbulkan beberapa persoalan yang menyebabkan proses belajar mengajar tidak mencapai hasil seperti yang diharapkan. Permasalahan yang muncul diantaranya program ISETL yang dipakai sangat sensitif, sehingga jika terjadi kesalahan kecil dalam pengetikan instruksi akan menyebabkan program ISETL tidak jalan, akibatnya pengetikan harus diulang dari awal. Padahal yang ingin dicapai dari aktivitas ini adalah pemahaman atas suatu konsep bukan kemahiran dalam menyusun program komputer. Hal ini kadang-kadang menyebabkan mahasiswa putus asa. Hal lain yang menjadi kendala adalah kerusakan software dan hardware pada saat akan digunakan untuk aktivitas tersebut.

Untuk mengatasi persoalan di atas maka diperlukan alternatif aktivitas sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai tanpa menghilangkan aktivitas pendahuluan tersebut. Pengganti aktivitas pendahuluan dapat dilaksanakan melalui berbagai kegiatan, salah satunya adalah pemberian tugas untuk mempelajari materi. Tugas yang diberikan disusun dalam suatu lembar kerja. Pada lembar kerja tersebut disusun serangkaian perintah yang memiliki peran yang sama seperti aktivitas yang dilakukan pada aktivitas di laboratorium komputer. Model pembelajaran yang memanfaatkan pemberian tugas yang disusun dalam lembar kerja sebagai panduan aktivitas mahasiswa dalam kerangka model pembelajaran APOS disebut model pembelajaran modifikasi - APOS (M-APOS).

Peran dari pemberian tugas untuk memandu mahasiswa dalam mempelajari materi, mengerjakan soal-soal dan lain sebagainya mengenai materi yang akan dipelajari pada perkuliahan berikutnya. Tugas untuk mempelajari materi ini diberikan pada setiap akhir perkuliahan. Pemberian tugas ini bertujuan untuk meningkatkan kegiatan belajar mahasiswa sehingga dalam pelaksanaan pengajaran mahasiswa tidak lagi pasif.

Alipandie (1984) menyatakan bahwa metode pemberian tugas adalah salah satu cara yang dilakukan oleh guru dengan jalan memberikan tugas kepada murid untuk mengerjakan sesuatu di luar jam sekolah. Pasaribu (1986) menyatakan bahwa pemberian tugas bertujuan untuk meninjau pelajaran baru, untuk menghafal pelajaran yang diberikan, untuk memecahkan masalah, untuk mengumpulkan bahan, dan untuk membuat latihan-latihan. Sedangkan Ruseffendi (1991) mendefinisikan metode tugas adalah adanya tugas dan adanya pertanggungjawaban dari yang diberi tugas. Sementara NCTM (1991) menguraikan bahwa tugas matematika atau *mathematical task* adalah suatu proyek, pertanyaan, masalah pengkonstruksian, penerapan dan latihan yang diberikan kepada siswa.

Dalam memberikan tugas terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan sebagaimana yang disampaikan Sumarmo (2007) bahwa pemilihan tugas harus memperhatikan topik matematika yang relevan, pemahaman, minat, pengalaman mahasiswa, dan cara mahasiswa belajar matematika. Mahasiswa didorong supaya belajar secara bermakna, tidak sekadar menghafal atau mengikuti pengerjaan, meningkatkan pemahaman dan penerapan matematika secara mendalam, menghubungkan konsep yang sudah dan akan dipelajari, dan membantu mahasiswa menemukan hubungan antar konsep.

Selanjutnya Sumarmo (2007) menyatakan bahwa pemilihan tugas dilakukan supaya dapat mengembangkan pemahaman dan keterampilan matematika mahasiswa; menstimuli mahasiswa menyusun hubungann dan menghubungkan tata kerja ide matematik (*mathematical connection*); mendorong untuk memformulasi masalah; pemecahan masalah (*mathematical problem solving*); dan penalaran matematik (*mathematical reasoning*); memajukan komunikasi matematik (*mathematical communication*); menggambarkan matematik sebagai suatu kegiatan manusia (*mathematics as human activity*); dan mendorong mengembangkan keinginan mahasiswa mengerjakan matematika atau mengembangkan disposisi matematik (*mathematical disposition*).

Sedangkan jika ditinjau dari cara pemberian tugas, pemberian tugas terbagi menjadi dua bagian yaitu tugas yang diberikan sebelum dan tugas yang diberikan sesudah suatu materi diajarkan. Suatu tugas yang diberikan sebelum suatu materi diberikan jarang dan hampir tidak pernah diberikan oleh guru sebagaimana yang disampaikan oleh Wahyudin (1999) "... pada proses pembelajaran matematika, umumnya para guru matematika hampir selalu menggunakan metode ceramah dan ekspositori. Terdapat empat buah alasan yang dapat dikemukakan mengapa kedua metode tersebut yang paling sering digunakan, salah satu diantaranya adalah para guru matematika jarang sekali bahkan tidak pernah menugaskan para siswanya untuk mempelajari materi baru sebelum diajarkan oleh gurunya, sehingga metode yang lainnya seperti tanya jawab atau diskusi tentang materi baru itu sukar untuk diterapkan...". Suatu tugas yang diberikan setelah materi diajarkan dapat berupa latihan soal yang lebih bertujuan untuk memantapkan materi yang telah diajarkan. Dalam penelitian ini tugas yang diberikan adalah suatu tugas seperti yang disampaikan oleh Wahyudin, yaitu tugas yang diberikan sebelum suatu materi diajarkan.

Selanjutnya Ruseffendi (1991) menguraikan beberapa jenis tugas, antara lain; tugas untuk berpikir di kelas, tugas dengan metode proyek, tugas resitasi (tugas menghafal, menyimak sesuatu yang akan ditanyakan kemudian), tugas membuat makalah, dan tugas untuk berdiskusi. Berkaitan dengan uraian di atas maka suatu bentuk tugas untuk mempelajari materi yang akan diajarkan pada pertemuan berikutnya merupakan termasuk pada tugas resitasi. Sedangkan Pasaribu (1986) menyebutkan bahwa tugas resitasi adalah suatu bentuk tugas yang tidak semata-mata untuk menghafal, mengerjakan, tetapi berusaha untuk merenungkan isinya, mengolah kembali isinya dengan kata-kata sendiri, dengan pengertian dan interpretasi sendiri.

Pemberian tugas resitasi akan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menemukan sendiri segala informasi yang diperlukan, sehingga mahasiswa memperoleh pengetahuan atau informasi itu dari berbagai sumber. Akibatnya mahasiswa sendiri yang menemukan informasi dan pengetahuan yang harus dipelajari dan dikuasainya. Keadaan ini sesuai dengan harapan yang dikemukakan oleh Semiawan (1985) bahwa para guru tidak perlu untuk menjejalkan seluruh informasi ke

dalam benak siswa karena mereka sendiri pada hakekatnya telah memiliki potensi dalam dirinya untuk mencari informasi yang benar-benar mendasar dan untuk mencari informasi selanjutnya. Hal ini sejalan dengan jiwa pembelajaran konstruktivisme.

Hasil belajar atau ilmu pengetahuan yang diperoleh mahasiswa melalui hasil belajar sendiri diharapkan akan tertanam lebih lama dalam ingatan mahasiswa, disamping itu pemberian tugas ini merupakan salah satu usaha dosen untuk membantu meningkatkan kesiapan mahasiswa dalam proses belajar mengajar. Akibat lain yang diharapkan dari kegiatan pemberian tugas ini adalah mahasiswa menjadi lebih aktif belajar dan termotivasi untuk meningkatkan belajar mandiri yang lebih baik, memupuk inisiatif dan berani bertanggung jawab.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirangkum bahwa pemberian tugas penting untuk diberikan dalam kegiatan belajar mengajar sebab; dapat membantu kesiapan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan yang akan disampaikan oleh dosen, pengetahuan yang diperoleh mahasiswa dari hasil belajar melalui pemberian tugas diharapkan tertanam lebih lama dalam ingatan, meningkatkan aktivitas mahasiswa, melatih mahasiswa untuk berpikir kritis, memupuk rasa tanggung jawab dan harga diri atas segala tugas yang dikerjakan.

C. Bahan Ajar untuk Model Pembelajaran APOS dan M-APOS

Berikut disajikan contoh bahan ajar yang berupa lembar kerja komputer (LKK) dan lembar kerja tugas (LKT). Kedua lembar kerja ini untuk memandu mahasiswa dalam memahami konsep koset dari suatu grup pada mata kuliah Struktur Aljabar.

Lembar kerja komputer digunakan pada model pembelajaran APOS. Lembar kerja ini sebagai panduan aktivitas mahasiswa di laboratorium komputer. Pada aktivitas tersebut mahasiswa menyusun instruksi ISETL yang berkaitan dengan konsep-konsep atau materi Struktur Aljabar. Melalui aktivitas itu diharapkan mahasiswa memiliki gambaran materi yang harus dikuasai. Disamping itu melalui aktivitas tersebut akan terbentuk aksi-aksi yang mendorong terbentuknya proses, objek dan skema pada fikiran mahasiswa. Dengan demikian aktivitas di laboratorium komputer merupakan aktivitas pendahuluan yang memicu mahasiswa dalam mempelajari suatu konsep. .

Sementara itu dengan tujuan yang sama, pada model pembelajaran M-APOS, aktivitas pendahuluan dilakukan melalui pemberian tugas yang disusun dalam lembar kerja tugas (LKT). Pada lembar kerja tugas termuat instruksi-intruksi yang harus dikerjakan oleh mahasiswa sebelum pertemuan di kelas dilaksanakan. Intruksi tersebut dapat berupa perintah untuk mempelajari suatu materi, mencari contoh dan bukan contoh, soal-soal atau pembuktian suatu sifat dari suatu konsep tertentu, dan lain-lain. Tabel 3 dan Tabel 4 merupakan contoh LKK dan LKT untuk konsep koset Grup.

Tabel 3. Lembar Kerja Komputer untuk Konsep Koset

LEMBAR KERJA KOMPUTER

Perhatian !!
 Sebelum anda mengerjakan semua perintah yang ada pada lembar kerja ini, perhatikan langkah-langkah berikut;

1. Nyalakan komputer.



Isetlw .lnk

2. Pada layar windows klik icon
3. Mulailah anda mengerjakan soal-soal yang ada pada LKK ini.
4. Jika anda ingin menyimpan data anda, dari menu file pilih “Save as “ → pada Folders cari “ Data Mahasiswa “ → “ Semester Genap “ → “ Struktur Alj I “ → Pada File Name tulis “ Kls Anda, Contoh : AK3LK5”
5. Simpan hasil kerja anda sesering mungkin ! “

A. Jalankan lagi instruksi ISETL ”:**Apa tertutup, Apa assosiatif, Ada identitas, Ada invers, dan name-grup**” yang telah anda kerjakan pada lembar kerja komputer 1. Setelah anda yakin bahwa instruksi di atas dapat bekerja, selanjutnya tuliskan kembali instruksi ISETL berikut pada komputer;

```

> PR := func(G,o);
>> return func (x,y);
>> if ( x in G and y in G ) then
>> return ( x .o y );
>> elseif ( x in G and y subset G ) then
>> return {( x .o b ) : b in y };
>> elseif ( x subset G and y in G ) then
>> return {( a .o y ) : a in x };
>> elseif ( x subset G and y subset G ) then
>> return {( a .o b ) : a in x, b in y };
>> end;
>> end;
>> end;
> oo := PR(G,o);

> G := {0..11};
> o := func ( x, y );
>> if ( x in G and y in G ) then
>> return ( x + y ) mod 12;
>> end;
>> end;

> 9 .o 4;
> 9 .oo 4;
> 9 .oo {0,6};
> {0,6} .oo 9;
> {0,6} .oo {0,2,4,6,8,10};
    
```

2. Dari hasil yang muncul di layar komputer, analisa setiap instruksi ISETL tersebut. Selanjutnya kesimpulan apa yang anda peroleh ?
3. Gunakan program di atas pada himpunan $Z_7 - \{0\}$, Z_8 , dan S_3 dengan operasi biner yang sesuai untuk masing-masing himpunan. Tentukan subhimpunan dari hmpunan itu, Apa yang terjadi ? Kesimpulan apa yang dapat anda peroleh dari aktivitas tersebut ?

Tabel 4. Lembar kerja Tugas untuk Konsep Koset

LEMBAR KERJA TUGAS	
Nama	:
Nim	:
Kel	:
Perhatian !!	
Lembar kerja ini hanya untuk memandu anda dalam mempelajari konsep <i>Koset dan Teorema Lagrange</i> . Namun demikian pelajarilah kedua konsep tersebut sebanyak dan seluas-luasnya sehingga anda memiliki pemahaman yang lengkap!	
1. Misalkan (G, o) suatu grup. Sajikan urutan langkah yang diperlukan untuk membentuk koset – koset dari suatu grup. Sajikan contoh untuk urutan langkah tersebut !	
2. Misalkan (G,o) adalah suatu grup, H subgrup dari G , dan a, b elemen-elemen di G . Analisa sifat-sifat apa yang dimiliki oleh koset-koset yang terbentuk dari suatu grup G oleh subgrup H .	
3. Diketahui (Z_{12}, \oplus_{12}) suatu grup. Tentukan semua subgrup dari Z_{12} . Selanjutnya bentuk koset-koset dari suatu subgrup yang diperoleh.	
4. Misalkan $G = S_3$ dan $H = \{(1), (13)\}$. Tentukan koset-koset dari G oleh H . Apakah koset kiri sama dengan koset kanan ?	

D. Temuan Hasil Pembelajaran dengan Model APOS dan M-APOS

Implementasi model pembelajaran APOS dan M-APOS dilaksanakan di jurusan pendidikan Matematika UPI pada mata kuliah Struktur Aljabar tahun ajaran 2008/2009. Pelaksanaan pembelajaran dilaksanakan selama satu semester. Masing-masing model pembelajaran dilaksanakan pada satu kelas, yang terdiri dari 38 – 45 orang mahasiswa. Temuan yang diperoleh dari pelaksanaan model pembelajaran tersebut yang dibandingkan dengan model ekspositori disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 . Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi Hasil Belajar Mahasiswa Berdasarkan Model Pembelajaran.

Kemampuan	Hasil Belajar		
	APOS	M-POS	Ekspositori
Rata-Rata	57,89	63,82	47,11
Standar Deviasi	19,78	16,13	16,47

Tabel 5 menginformasikan bahwa nilai rata-rata yang paling tinggi dicapai oleh mahasiswa yang pembelajarannya dengan model M-APOS.

Untuk mengetahui apakah hasil belajar yang dicapai berbeda secara signifikan atau tidak dilakukan uji uji anova satu jalur. Namun terlebih dahulu dilakukan diuji

kenormalan dan uji kehomogenan. Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut;

Tabel 6. Uji Kolmogorov- Smirnov untuk Hasil Belajar Mahasiswa Kelas APOS, Kelas M-APOS, dan Kelas Ekspositori.

	Hasil Belajar		
	APOS	M-APOS	Ekspositori
N	38	38	38
Rata-Rata	57,89	63,82	47,11
Deviasi standar	19,78	16,13	16,47
Mutlak	0,111	0,123	0,160
Positif	0,111	0,102	0,156
Negatif	-0,088	-0,123	-0,160
Kolmogorov-Smirnov Z	0,685	0,758	0,984
Probabilitas (2- ekor)	0,736	0,613	0,287

Ho : Distribusi poulasi berdistribusi normal
(H_0 diterima jika nilai probabilitas > 0.05)

Dengan menggunakan taraf signifikansi 0,05 dapat dilihat bahwa nilai probabilitas hasil untuk model APOS, model M-APOS, dan model ekspositori berturut adalah 0,736, 0,613, dan 0,287. Ketiga nilai probabilitas tersebut lebih dari 0,05, sehingga H_0 diterima atau dengan kata lain ketiga kelas tersebut masing-masing berdistribusi normal. Selanjutnya disajikan hasil uji Levene yang dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Uji Kehomogenan Ketiga Kelas untuk Kemampuan Hasil Belajar Mahasiswa

Kemampuan	Statistik Levene	db 1	db 2	Probabilitas
Hasil Belajar	1,623	2	111	0,202

Ho : Ketiga kelas mempunyai varians yang homogen
(H_0 diterima jika probabilitas $> 0,05$)

Dari Tabel 7 di atas diperoleh nilai probabilitas hasil belajar 0,202. Nilai probabilitas tersebut lebih dari 0,05 sehingga H_0 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil belajar ketiga kelas mempunyai varians yang sama atau homogen.

Tercapainya kenormalan dan kehomogenan mengakibatkan asumsi untuk uji anova telah dipenuhi.

Tabel 8 Hasil Uji Anova Satu Jalur Mengenai Hasil Belajar Berdasarkan Model Pembelajaran

Kemampuan		Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-Rata	F	Prob
Hasil Belajar	Antar Grup	5455,70	2	2727,85	8,870	0,001
	Dalam Grup	34134,87	111	307,521		
	Total	39590,57	113			

Ho : Tidak terdapat perbedaan hasil belajar berdasarkan model pembelajaran
(H_0 diterima jika nilai probabilitas $> 0,05$ atau H_0 diterima jika F hasil $< F$ tabel)
 $F_{2,113}(0,05) = 2,35$ (F tabel)

Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai F hitung hasil belajar adalah 8,870. Nilai tersebut lebih dari F tabel yaitu 2,35 sehingga H_0 ditolak. Demikian pula jika digunakan nilai probabilitasnya. Nilai probabilitas hasil belajar adalah 0,001, nilai tersebut kurang dari 0,05 akibatnya H_0 ditolak. Hal ini berarti ketiga kelas mempunyai rata-rata daya matematik yang berbeda secara signifikan. Selanjutnya akan dianalisa diantara ketiga model pembelajaran tersebut, model pembelajaran mana yang berbeda secara signifikan. Untuk mengetahuinya akan dilakukan uji lanjutan Scheffe. Hasil uji Scheffe dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Uji Scheffe untuk Melihat Perbedaan Rata-Rata Hasil Belajar Berdasarkan Model Pembelajaran.

Pendekatan Pembelajaran	Hasil Belajar		
	Selisih Rata-Rata	Kesalahan Standar Deviasi	Prob (sig)
APOS X M-APOS	-5,92	4,02	0,342
APOS X Ekspositori	10,79*	4,02	0,031
M-APOS X Ekspositori	16,71*	4,02	0,000

Berdasarkan uji-Scheffe di atas dapat dilihat bahwa rata-rata hasil belajar dari ketiga model tersebut yang berbeda secara signifikan adalah kelas APOS x Ekspositori, dan kelas M-APOS x Ekspositori, sedangkan pada kelas APOS x M-APOS rata-rata hasil belajarnya tidak berbeda secara signifikan. Hal lain yang dapat dilihat dari tabel diatas adalah selisih rata-ratanya. Selisih rata-rata antara APOS dan M-APOS adalah -5,92, nilai ini berarti bahwa rata-rata kelas APOS lebih rendah dari kelas M-APOS sebesar 5,92. Selisih antara kelas APOS dengan kelas Ekspositori adalah 10,79. Dan selisih antara kelas M-APOS dengan kelas Ekspositori adalah 16,71, Nilai-nilai ini mengindikasikan bahwa kelas APOS dan M-APOS memiliki rata-rata lebih tinggi dari kelas Ekspositori.

Hasil uji Scheffe di atas dapat dilengkapi dengan melihat pengelompokkan model pembelajaran seperti pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Uji Shceffe Lanjutan untuk Pengelompokan Model Pembelajaran

Model Pembelajaran	Pengelompokkan dengan $\alpha = 0,05$	
	1	2
Ekspositori	47,11	
APOS		57,89
M-APOS		63,82
Probabilitas	1,000	0,308

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa hasil belajar yang diperoleh mahasiswa dengan model pembelajaran ekspositori berbeda kelompok dengan hasil belajar mahasiswa yang pembelajarannya dengan model APOS dan M-APOS. Sedangkan hasil belajar mahasiswa dari model pembelajaran APOS dan M-APOS berada pada kelompok yang sama. Dengan demikian rata-rata hasil belajar mahasiswa yang pembelajarannya dengan model ekspositori berbeda secara signifikan dengan model

APOS dan M-APOS, sedangkan antara model APOS dan M-APOS tidak berbeda secara signifikan.

Hasil yang diperoleh di atas sangat beralasan karena pada model pembelajaran APOS dan M-APOS menyajikan suatu kegiatan pendahuluan pada *fase aktivitas* (aktivitas di laboratorium komputer pada kelas APOS, dan aktivitas tugas pada kelas M-APOS) yang dapat mendorong mahasiswa untuk mempersiapkan diri dalam mengikuti perkuliahan. Akibatnya mahasiswa mempunyai bekal pengetahuan dalam mengikuti proses belajar-mengajar yang dilaksanakan pada fase diskusi kelas.

Selanjutnya kegiatan pada fase diskusi kelas mendorong mahasiswa lebih aktif dan terbuka dalam mengkaji dan mendalami suatu konsep yang dipelajari, sehingga melalui forum diskusi ini, pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep menjadi semakin baik. Disamping itu melalui diskusi kelas ini kesalahan konsep yang mungkin terjadi dapat terpantau dan dapat diperbaiki. Dengan demikian forum diskusi menjadi salah satu sarana bagi mahasiswa untuk berlatih berkomunikasi matematik secara baik dan elegan.

E. Kesimpulan

Kajian terhadap pengembangan model pembelajaran M-APOS, penyusunan bahan ajar dan penerannya di lapangan menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut;

Pemberian tugas yang disajikan pada model M-APOS merupakan satu alternatif aktivitas pendahuluan yang dapat dilakukan ketika aktivitas di laboratorium komputer tidak dapat dilaksanakan. Aktivitas ini dapat memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menggali dan mempersiapkan secara mandiri materi atau konsep yang harus dikuasai. Disamping itu aktivitas ini menyebabkan mahasiswa dapat lebih siap menghadapi perkuliahan tatap muka dengan dosen di kelas.

Selanjutnya berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil bahwa model pembelajaran M-APOS mencapai hasil belajar lebih tinggi dibandingkan dengan model APOS dan model ekspositori, meskipun hasil yang dicapai ini tidak berbeda secara signifikan dari model APOS. Hasil capaian ini secara rasional beralasan karena model pembelajaran APOS dan M-APOS menyajikan beberapa aktivitas yang mendorong kemandirian mahasiswa dalam belajar

E. Daftar Pustaka

- Albert, D. & Thomas, M. (1991). "Research on Mathematical Proof". Dalam D. Tall (ed). *Advanced Mathematical Thinking*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Asiala, M. *et al.* (1990). A Framework for Reseach and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education. *Reseach in Collegiate Mathematics Education II, CBMS Issue in Mathematics Education*, 6, 1 – 32.
- Alipandie, I. (1984). *Didaktik Metodik Pendidikan Umum*. Surabaya: PT. Usaha Nasional.
- Astuti, *et. al.* (2004). *Memanfaatkan ISETL untuk Membantu Mahasiswa Belajar Struktur Aljabar*. Laporan Hibah Pengajaran. Dibiayai oleh Sub Proyek QUE Matematika – ITB. Bandung: Tidak dipublikasikan.

- Brown, A. *et al.* (1997). "Learning Binary Operation, Group, and Subgroup". *Journal of Mathematics Behavior*, 16 (3). 187- 239.
- Leron, U & Dubinsky, E.(1994). "On Learning Fundamental Concept of Group Theory". *Educational Study in Mathematics*, 27, 267 – 305.
- NCTM. (2000). NCTM: *Principles and Standards for School Mathematics*. [Online]. Tersedia: http://krellinst.org/AiS/textbook/Manual/stand/NCTM_stand.html. [20 Juni 2005].
- Pasaribu, I.L, dkk. (1986). *Didaktik dan Metodik*. Bandung: Tarsito.
- Russeffendi, E.T. (1991). *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito
- Semiawan, C. (1985). *Pendekatan Keterampilan Proses (Bagaimana Mengaktifkan Siswa Belajar)*. Jakarta: PT. Gramedia
- Sumarmo, U. (2007). *Pembelajaran matematika dalam Rujukan Filsafat, Teori dan Praksis Ilmu Pendidikan (Natawidjaja R, Sukmadinata, Ibrahim,R, Djohar A, Editor)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia Press
- Suryadi, D. (2005). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung Serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Disertasi Doktor pada FPS- UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Wahyudin. (1999). *Kemampuan Guru Matematika, Calon Guru Matematika, dan Siswa Dalam Mata Pelajaran Matematika (Studi Terhadap Tingkat Penguasaan Guru Matematika, Calon Guru Matematika, dan Siswa dalam Mata Pelajaran Matematika, serta Kemampuan Mengajar Para Guru Matematika)*. Disertasi Doktor pada FPS- UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.

**IMPLEMENTATION OF APOS AND MODIFIED – APOS (M-APOS)
TEACHING AND LEARNING MODEL
IN MODERN ALGEBRA**

**by:
Elah Nurlaelah
Utari Sumarmo
Mathematics Education Department – FPMIPA UPI**

ABSTRACT

This paper presents the APOS and M-APOS implementation in modern algebra subject matter. APOS is a theory of teaching and learning process which used especially for undergraduate Mathematics student. APOS abbreviates of action, process, object and schema. These parts are mental construction which constructed by individual when they are learning a concept. Implementation of APOS theory is conducted using ACE (activities, class discussion, exercises) cycles. In activities cycle, learning process is conducted in computer laboratory. This activity is pre-activity before student meet in class as usually, and to support student preparing the subject matter. But from the pre-survey, it is found this activities is not always success because it has many problems. To overcome this problem, it is needed alternative learning model solution which still work in APOS theory, but it does not use computer as a learning media. This alternative model is called modification of APOS theory (M-APOS).

Keywords : APOS and M-APOS Teaching and Learning Model, ACE Cycles.