

## **INOVASI PEMBELAJARAN STRUKTUR ALJABAR I DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ISETL BERDASARKAN TEORI APOS**

Oleh:

*Elah Nurlaelah, Dian Usdiyana*

Jurusan Pendidikan Matematika FPMIA  
Universitas Pendidikan Indonesia

### **ABSTRAK**

Model pembelajaran ini bertujuan untuk membentuk konstruksi mental mahasiswa berdasarkan teori *APOS* (*Action, process, object, dan schema*). Pembelajarannya dilaksanakan berdasarkan *siklus ACE* (*Activities, Class, discussion, Exercises*). Implementasi pengajaran berdasarkan siklus ACE adalah belajar dengan menggunakan komputer dan belajar secara berkelompok. Model pembelajaran ini menjadikan mahasiswa aktif baik secara mental maupun fisik dalam mengikuti perkuliahan dan sekitar 50 % mahasiswa pengikut mata kuliah Struktur Aljabar I telah mencapai konstruksi mental *action, process, object, dan schema*.

**Key words:** *Action, process, object, schema*

### **LATAR BELAKANG MASALAH**

Mata kuliah ini berisi tentang konsep-konsep yang abstrak dan teorema-teorema yang memerlukan daya pikir, penalaran dan kreativitas yang tinggi untuk dapat memahaminya. Hal tersebut merupakan salah satu penyebab mengapa kualitas dan kuantitas kelulusan mahasiswa kurang begitu memuaskan. Disamping itu metode pembelajaran konvensional yang dilakukan selama ini tidak begitu banyak melibatkan aktivitas mahasiswa, baik secara fisik maupun secara mental.

Nilai rata-rata mata kuliah Struktur Aljabar I yang diperoleh mahasiswa Program Pendidikan Matematika UPI dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2002 masih dibawah 2 (C), oleh karena itu diperlukan suatu usaha yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas dan kuantitas kelulusan mata kuliah Struktur Aljabar I. Salah satu alternatif yang ditawarkan adalah perubahan dalam metode pembelajaran, adapun metode pembelajaran yang ditawarkan adalah pembelajaran Struktur Aljabar I yang menggunakan program komputer ISETL yang didasarkan pada teori APOS.

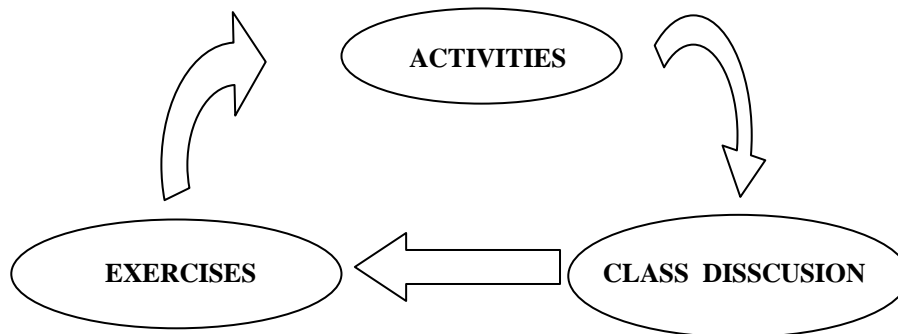
### **MODEL PEMBELAJARAN**

Asiala, dkk (1990), Brown (1997) dan Dubinsky (2000) telah mengadakan penelitian tentang pengembangan model pembelajaran Aljabar Abstrak dengan menggunakan program ISETL yang didasarkan pada teori APOS. Dari hasil penelitian mereka diperoleh

bahwa hasil pendekatan pembelajaran dengan model ini sangat efektif untuk menolong mahasiswa dalam meningkatkan konsep yang kuat pada materi operasi biner, koset, subgrup normal dan grup faktor (grup kosien ), dan materi-materi lain untuk mata kuliah Kalkulus, Matematika Diskrit dan Aljabar Linear.

Model pembelajaran yang diajukan oleh Dubinsky bersama RUMEC (Research Undergraduate Mathematics Education Community) tahun 1994 selalu didasarkan pada tiga komponen utama sebagai landasan dalam penelitiannya yaitu *theoretical analysis, design and implementation of instruction and collection and analysis data*.

Analisis Teori bertujuan untuk memahami konsep dan bagaimana pemahaman itu dapat dikonstruksi oleh mahasiswa. Hasil dari analisis teori ini disebut *Dekomposisi Genetik* yang menjadi dasar untuk merancang instrumen yang akan menolong mahasiswa mencapai *konstruksi mental* yang diharapkan. Perlakuan instruksional yang dilaksanakan dalam proses belajar mengajar didasarkan kepada sistem pengajaran siklus ACE (*activities, class discussion, exercises*).



**Gambar 1. Siklus ACE**

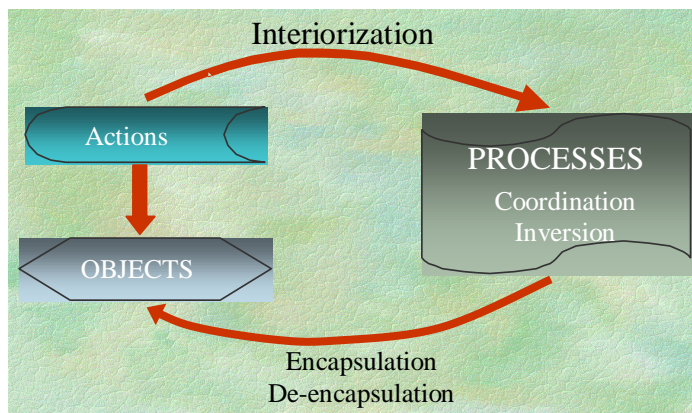
Implementasi pengajaran dengan siklus ACE adalah menggunakan komputer sebagai alat bantu dan belajar dalam grup atau kelompok ( cooperative groups ). Tujuan dari strategi pembelajaran ini adalah untuk menstimulasi refleksi mahasiswa dalam mengkonstruksi ide-ide matematika melalui komputer dengan menggunakan program matematika (Program ISETL ).

Pada aktivitas komputer, mahasiswa ditugaskan untuk mengkonstruksi suatu program yang berkaitan dengan suatu konsep yang belum diajarkan. Hal ini dimaksudkan supaya mahasiswa mempunyai persiapan dalam mengikuti perkuliahan atau mungkin mendapat masalah-masalah yang berkaitan dengan suatu konsep untuk didiskusikan di kelas.

Tujuan bekerja dalam grup / kelompok adalah supaya mereka dapat mendiskusikan semua hasil yang diperoleh pada aktivitas komputer di kelas. Disamping itu diharapkan terjadi interaksi antar anggota kelompok maupun antar kelompok

Tujuan yang ingin dicapai dari model pembelajaran ini adalah terbentuknya konstruksi mental mahasiswa. Yang dimaksud *konstruksi mental* dalam konteks ini adalah membentuk *action*, yang di-interiorized menjadi *process*, selanjutnya di encapsulated

menjadi *object*, *object* dapat di-encapsulated kembali menjadi *process*. *Action*, *process* dan *object* dapat diorganisasi menjadi suatu *schema*. *Action*, *process*, *object* dan *schema* ini selanjutnya disingkat menjadi *APOS*. Teori yang berkaitan dengan *Action*, *process*, *object* dan *schema* disebut *TEORI APOS*. Konstruksi mental yang terbentuk dapat digambarkan dalam bagan 2 berikut.



**Bagan 2 Konstruksi Mental dengan Teori APOS**

Berdasarkan kepada model pembelajaran yang telah dikembangkan dan hasil yang telah diperoleh berkaitan dengan model tersebut, maka dirasa perlu mencoba hal serupa untuk diterapkan dalam pembelajaran Struktur Aljabar I di UPI. Dengan harapan, model tersebut dapat membantu mahasiswa dalam mengatasi segala kesulitan yang dihadapi. Disamping itu segala fasilitas yang diperlukan dalam model pembelajaran yang dijelaskan di atas telah tersedia di UPI, yaitu komputer beserta program ISETL, buku-buku yang diperlukan dan lain-lainnya. Namun demikian tentu masih perlu dipertanyakan apakah metode pembelajaran yang diajukan tersebut sesuai untuk mahasiswa di UPI khususnya dan mahasiswa di Indonesia pada umumnya.

### **TUJUAN PEMBELAJARAN**

Kegiatan ini mempunyai dua tujuan umum, pertama mengembangkan model pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dan pemahaman mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Aljabar I. Kedua, meneliti apakah pembelajaran mata kuliah Struktur Aljabar I dengan menggunakan program ISETL yang didasarkan pada Teori APOS dapat diterapkan untuk mahasiswa UPI. Untuk lebih mengoperasionalkan kegiatan ini dan sekaligus sebagai penjabaran dari tujuan umum, berikut ini adalah beberapa tujuan khususnya;

1. Menerapkan model pembelajaran dan struktur materi yang dikembangkan
2. Mendapat gambaran penguasaan ( keberhasilan ) pemahaman konsep Struktur Aljabar I berdasarkan model pembelajaran yang dikembangkan.
3. Menganalisa *konstruksi mental* mana yang telah dicapai oleh mahasiswa.
4. Menganalisa penyebab keberhasilan/kegagalan model pembelajaran yang dikembangkan.

## PERENCANAAN .

Secara umum kegiatan penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama mempelajari silabi, membagi mahasiswa menjadi 13 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 3 atau 4 orang, menyusun Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), menyusun instrumen untuk ujian kelompok dan individual, serta menyusun instrumen untuk wawancara./ kuosioner, sedangkan tahap kedua penerapan model pembelajaran yang berdasarkan *siklus ACE (Activities, Class discussion, Exercises)*. Implementasi pengajaran berdasarkan siklus ACE adalah belajar menggunakan komputer dan belajar secara berkelompok.. Proses belajar mengajar dilaksanakan selama 2 kali dalam seminggu, terdiri dari satu kali di laboratorium komputer selama 150 menit dan satu kali di kelas selama 150 menit. Di laboratorium komputer mahasiswa diberi lembar kerja yang berisi program ISETL yang harus dikerjakan, dimana program tersebut berkaitan dengan konsep-konsep yang belum diajarkan di kelas. Tujuan mengerjakan lembar kerja adalah untuk memberikan stimulasi dan pengalaman yang mengarah pada konstruksi suatu konsep.

Diskusi di kelas bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa dalam hal mengemukakan temuan-temuan yang mereka peroleh selama beraktivitas di laboratorium. Berbagai masalah yang muncul pada masing-masing kelompok selama beraktivitas di laboratorium dikemukakan pada pertemuan berikutnya di kelas. Keuntungan dari diskusi kelas ini adalah akan terjadi pertukaran informasi yang saling melengkapi sehingga mahasiswa mempunyai konsep yang sama. Sementara itu dosen berperan sebagai fasilitator dalam mengarahkan diskusi mahasiswa menuju kearah konsep yang benar.

Untuk memantapkan konsep yang telah diperoleh, mahasiswa diberi tugas tambahan, baik berupa tugas yang harus dikerjakan dengan menggunakan komputer maupun tugas yang berupa latihan-latihan soal, tes(ujian) dilaksanakan sebanyak dua kali secara tertulis dan individual, dari hasil ujian individual ini setiap orang akan mendapat dua nilai, yaitu nilai hasil ujiannya dan nilai rata-rata dari seluruh anggota kelompok. Kedua ujian ini dilaksanakan ditengah proses pembelajaran berlangsung. Sementara Ujian ke-3 (UTS) sebagai ujian akhir yang akan dilaksanakan secara individual dan penilaiannyapun secara individual, selanjutnya pemberian angket, dengan tujuan untuk menggali informasi sejauh mana ketertarikan mahasiswa mengikuti pembelajaran Struktur Aljabar I dengan menggunakan program komputer ISETL berdasarkan teori APOS. Tahap selanjutnya adalah tahap ketiga, yaitu Evaluasi Model Pembelajaran, pada tahap ini akan dilakukan analisa penyebab keberhasilan/ kegagalan dari model pembelajaran yang diteliti.

## PELAKSANAAN

Model Pembelajaran Struktur Aljabar I dengan menggunakan Program ISETL berdasarkan Teori APOS yang telah didesain dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2002/2003 di Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI sesuai dengan rencana yang telah disusun.

## HASIL YANG DIHARAPKAN DAN TELAH DICAPAI.

### Analisa Hasil Ujian.

#### *Konsep Grup*

Pada umumnya mahasiswa dapat menyebutkan definisi dan membuktikan bahwa suatu himpunan dengan operasi tertentu merupakan suatu grup atau bukan, akan tetapi mereka masih ceroboh dalam memeriksa aksioma- aksioma grup tersebut dipenuhi atau tidak. Sekitar 86.4% telah mencapai konstruksi mental schema tentang konsep Grup.

Konsep order suatu grup tidak begitu baik dipahami oleh mahasiswa, sehingga mereka tidak dapat menjawab dengan baik soal aplikasi yang berkaitan dengan konsep tersebut. Sehingga konstruksi mental schema hanya dicapai sekitar 41.7%.

Sementara definisi dan teorema tentang subgrup dapat diuraikan dengan baik oleh mahasiswa (84.6%). Tetapi ketika dihadapkan pada persoalan untuk memeriksa bahwa suatu himpunan adalah subgrup, hanya 7.7% mahasiswa yang menjawab dengan sempurna.

#### *Konsep Grup Permutasi dan Simetri*

Mahasiswa memahami dengan baik konsep grup permutasi dengan baik sehingga dapat menjawab soal-soal yang berkaitan dengan konsep ini. Konstruksi mental APOS tercapai masing-masing 85.6%, 76.6%, 76.6% dan 73.5%.

#### *Konsep Grup Siklis*

Seluruh mahasiswa (100%) dapat menguraikan secara lengkap definisi grup siklis, dan mereka dapat menjawab soal-soal yang berkaitan dengan konsep ini diatas 50 %, sehingga mereka dapat mencapai Konstruksi Mental APOS diatas 50%.

#### *Konsep Relasi Ekuivalen, Koset dan Teorema Lagrange*

Mahasiswa memahami konsep relasi ekuivalen, konsep koset dan teorema Lagrange, 88.1% dari mereka sudah dapat menjelaskan proses terbentuknya koset-koset dari suatu grup, meskipun belum lengkap dan terperinci. Mahasiswa mencapai Konstruksi mental Schema sekitar 52.3%.

#### *Konsep Subgrup Normal dan Grup Faktor*

Berkaitan dengan konsep subgrup normal, sekitar 59.8% dari mereka mencapai konstruksi mental schema. Sementara untuk konsep grup faktor terdapat 6 orang mahasiswa yang tidak dapat menjawab soal itu, dan 36.4% dari mereka tidak paham tentang konsep grup faktor, dan hanya 18.2% yang menjawab sempurna. Secara keseluruhan konstruksi mental schema hanya dicapai 44%.

### *Konsep Homomorfisma dan Isomorfisma Grup*

Mahasiswa dapat mendefinisikan dan membedakan antara konsep homomorfisma dan konsep Isomorfisma dengan baik, (100%) mahasiswa menjawab benar untuk soal ini. Sekitar 45% dari mereka dapat membuktikan soal tentang isomorfisma. Konstruksi mental Schema untuk konsep ini dicapai sekitar 47.8%.

### *Konsep Teorema Fundamental Homomorfisma*

Mahasiswa mengalami kesulitan untuk menentukan kernel suatu homomorfisma, dan mereka tidak dapat menggunakan konsep teorema fundamental homomorfisma dalam menyelesaikan suatu masalah. Bahkan tiga orang tidak menjawab soal 5a/III dan 5b/III. Konstruksi mental schema yang dicapai hanya 31.3%.

## **REFLEKSI MAHASISWA TERHADAP PEMBELAJARAN .**

Setelah beberapa kali melakukan aktivitas laboratorium, kami melakukan evaluasi melalui angket sebagai refleksi yang diharapkan dari mahasiswa. Dengan angket tersebut, diharapkan peneliti mengetahui pendapat mahasiswa tentang apa yang mereka peroleh dan rasakan selama mengikuti perkuliahan dengan menggunakan program ISETL berdasarkan teori APOS. Disamping itu juga ingin diketahui apakah kegiatan di laboratorium cukup membantu mereka atau tidak. Dari hasil angket diperoleh rangkuman sebagai berikut :

1. Pendapat mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan sStruktur Aljabar I dengan adanya aktivitas di kelas dan laboratorium komputer apakah mereka semakin tertarik/ tidak.

Sekitar 90 % mahasiswa setuju dengan sistem perkuliahan ini, dengan alasan :

- a. Mahasiswa sudah memperoleh gambaran dari hasil pekerjaan di laboratorium, sehingga pada saat pertemuan kelas, mereka sudah mempunyai bekal ilmu, minimal dari pengalamannya selama di laboratorium.
- b. Aktivitas laboratorium membuat pemahaman mahasiswa terhadap materi lebih mantap dan memunculkan kreativitas.
- c. Dapat lebih melihat masalah abstrak sebagai sesuatu yang real.
- d. Di laboratorium lebih bebas berkreasi dan bereksperimen.
- e. Menyenangkan dan bersemangat karena mahasiswa berperan aktif dalam pembelajaran.
- f. Matematika sudah mengikuti perkembangan zaman, tidak gagap teknologi, tidak sekedar menghitung seperti anggapan kebanyakan orang.
- g. Adanya kesinambungan dari satu materi ke materi selanjutnya.
- h. Muncul kebiasaan baru, yaitu berdiskusi karena selalu bekerja dalam kelompok.
- i. Program ISETL bersifat interaktif, sehingga lebih menantang, terutama jika mendapatkan soal yang sulit terpecahkan, namun pada akhirnya terjawab.

Sekitar 10 % tidak setuju/ kurang setuju, dengan alasan :

- a. Menjadikan mahasiswa ada yang malas, karena tidak semua mahasiswa menggunakan komputer.
  - b. Tidak tahu banyak dalam program komputer ( Program ISETL ), sehingga proses di laboratorium menjadi lambat.
  - c. Tidak ada asisten yang membantu pada saat praktikum.
2. Komentar dan saran mahasiswa secara umum :
- a. Kegiatan laboratorium cukup melelahkan, karena selama berada di laboratorium, tidak berhenti berfikir, karena selalu berinteraksi dengan komputer, tetapi hasil kerja di laboratorium dapat diingat relatif lebih lama.
  - b. Praktikum dilaksanakan setelah teori.
  - c. Materi praktikum agar dipermudah.
  - d. Setiap orang menggunakan satu komputer.
  - e. Dosen memberikan gambaran umum tentang pengerjaan LKM.

Disamping hasil refleksi mahasiswa, peneliti mencatat proses pembelajaran dalam bentuk jurnal harian dan diperoleh hasil sebagai berikut :

Komentar umum terhadap reaksi mahasiswa :

1. Pengaruh pembelajaran metoda konvensional masih cukup dirasakan. Mahasiswa ingin mendapatkan teori terlebih dahulu, baru kemudian melaksanakan praktikum, tidak mau membahas praktikum saat berada di kelas, dimana hal ini tidak sejalan dengan jiwa teori APOS dan siklus ACE. Mahasiswa ingin mendapat hasil dengan cara cepat/ instant dan mengharapkan soal ujian sama dengan latihan sehari-hari.
2. Tidak mudah menanamkan konsep berkelompok sesuai dengan yang dimaksud, ada sebagian mahasiswa yang tetap menginginkan bekerja secara individual, padahal yang diharapkan dari pembelajaran ini mahasiswa bisa saling berbagi ilmu dan saling mendukung untuk kemajuan kelompoknya.
3. Mahasiswa yang tidak terbiasa bekerja dengan komputer diharapkan menjadi lebih terbiasa.
4. Pada setiap ujian mata kuliah ini, baik secara individu ataupun kelompok tidak akan memuat soal-soal tentang program ISETL dikarenakan program tersebut hanya berperan sebagai alat bantu untuk mengkonstruksi mental dalam memahami suatu konsep. Sehingga soal ujian hanya berisi tentang konsep-konsep dari mata kuliah Struktur Aljabar
5. Beberapa mahasiswa masih mempunyai kesulitan dalam menganalisa soal secara baik.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang kegiatan pembelajaran Struktur Aljabar I dengan menggunakan program ISETL ini adalah:

- Model pembelajaran ini dapat terus dikembangkan di UPI, karena model pembelajaran ini dapat memberikan bantuan dalam mempersiapkan mahasiswa untuk mengikuti suatu perkuliahan. Akibatnya mahasiswa menjadi lebih aktif baik secara mental maupun fisik dalam mengikuti suatu perkuliahan.
- Berdasarkan hasil analisa terhadap butir soal, jika mereka dihadapkan pada soal-soal yang berkaitan dengan penjelasan suatu teorema atau definisi maka hampir seluruh mahasiswa dapat menjawab dengan benar dan jelas, akan tetapi ketika mereka dihadapkan pada persoalan aplikasi dari suatu definisi atau teorema, kebanyakan dari mereka masih belum mampu menerapkan definisi atau teorema tersebut.
- Pada prinsipnya setiap individu dapat membentuk konstruksi mental APOS (Action, Process, Object dan Schema) untuk masing-masing konsep. Sekitar 50% mahasiswa pengikut mata kuliah Struktur Aljabar I telah mencapai konstruksi mental Action, Process, Object dan Schema. Namun seberapa dalam konstruksi mental itu terbentuk dalam pikiran masing-masing masih perlu penelitian lebih lanjut.

## REFERENSI

- Asiala, Mark. Et al . (2000). *A framework for Reseach and Curriculum Development .Development in Undergraduate Mathematics Education*. Reseach in Collegiate Mathematics Education II,CBMS Issue in Mathematics Education, 6, 1 – 32,
- Brown, Anne. Et al. (1997). *Learning Binary Operations, Groups, and Subgroup*. Journal of Mathematical Behavior, 16 (3), 187 – 239.
- Dubinsky, Ed. (1995). *ISETL : A Programming Language for Learning Mathematics*. Communications on Pure and Applied Mathematics Vol. XLVIII, 1027 – 1051.
- Dubinsky, Ed. & Mc.Donald, M.A. (1980). *APOS : A Cconstuctivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Reseach*. Reseach in Collegiate Mathematics Education II, CBMS Issues in Mathematics Education.
- Dubinsky, Ed. & Leron, Uri. (1994). *Learning Abstract Algebra with ISETL*. New York. Springer – Verlag.
- Leron, Uri. Et al (1994). *On Learning Fundamental Concept of Group Theory*, Educational Study in Mathematics, 27, 267 - 305