

# REFLEKSI MAHASISWA TERHADAP PEMBELAJARAN MATA KULIAH STRUKTUR ALJABAR I DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ISETL

Oleh :

*Elah Nurlaelah*

*Jurusan Pendidikan Matematika, FPMIPA - Universitas Pendidikan Matematika  
Jl. Dr.Setiabudhi No. 229 Bandung*

## **Abstrak**

*Pembelajaran Struktur Aljabar I dengan menggunakan Program ISETL merupakan suatu inovasi metoda pengajaran di Perguruan Tinggi. Untuk melihat apakah metode tersebut sesuai dengan kondisi pendidikan di Indonesia tentu diperlukan keberanian untuk mencobanya.*

*Pada saat ini sedang dilakukan penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran menggunakan Program komputer ISETL ( Interactive Set Language ).*

*Tulisan ini menyajikan hasil-hasil yang diperoleh selama pembelajaran berlangsung yang meliputi, hasil ujian dan tanggapan mereka terhadap pembelajaran Struktur Aljabar I dengan menggunakan program ISETL sebagai implementasi pengajaran dengan siklus ACE berdasarkan Teori APOS.*

**Kata Kunci : Program ISETL, Teori APOS, Siklus ACE**

## **1. Pendahuluan**

Beberapa tahun terakhir ini para peneliti di Amerika yang tergabung dalam suatu komunitas, yang dikenal dengan RUMEC ( Research in Undergraduate Mathematics Education Community) telah menerapkan framework penelitian dengan paradigma tertentu (meliputi Analisis Teoritik, Desain dan Implementasi Pembelajaran dan data empiris) untuk mempelajari pembelajaran mahasiswa (student learning) dari berbagai topik di dalam kurikulum Matematika di perguruan tinggi.

Menurut penelitian mereka, ada tiga hal utama dalam perubahan pada pembelajaran matematika di Perguruan tinggi adalah sebagai berikut :

### **a. Perubahan Pengajaran.**

Perlu adanya perubahan pemikiran bahwa pengetahuan matematika adalah sejenis mental komoditi yang dikirimkan oleh pengajar kepada sekelompok mahasiswa dengan menggunakan media yang bervariasi seperti ceramah, menulis ataupun demonstrasi komputer. Pemikiran semacam ini berubah menjadi suatu pengertian bahwa setiap individu harus mengkonstruksi pengetahuan oleh diri sendiri dan peran seorang pendidik tidak menerangkan matematika di dalam kelas, melainkan mengarahkan mahasiswa pada pengkonstruksian matematika dalam pemikiran mereka masing masing.

### **b. Penggunaan komputer;**

Penggunaan komputer akan mendukung perubahan pada point 1, dalam hal ini untuk membantu perkembangan mahasiswa dalam mengkonstruksi. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun cara yang dianggap terbaik adalah implementasi ide matematika pada komputer oleh para mahasiswa, yaitu dengan menuliskan program yang cocok yang mengimplementasikan proses dan objek matematika.

### **c. Bekerja berkelompok (cooperative learning)**

Mahasiswa bekerja dalam tim untuk mempelajari matematika secara bersama sama, tidak bersaing ataupun secara individu terisolasi.

Termasuk di dalam kerangka kerja penelitiannya adalah pengembangan dan implementasi dari pembelajaran berdasarkan perspektif teori yang dikenal dengan APOS (Action, Process, Object, Schema),

suatu perluasan dari teori Piaget tentang abstraksi reflektif yang diterapkan pada kurikulum Matematika di Perguruan Tinggi. APOS adalah suatu konstruksi mental mahasiswa agar mereka dapat memformulasikan pengertian yang diperoleh dalam konsep Matematika. Dalam implementasinya, digunakan pendekatan pengajaran dengan siklus ACE yang meliputi tiga komponen yaitu Activities, Class discussion dan Exercises. Pada bagian activity, mahasiswa bekerja di laboratorium komputer untuk membuat program dengan menggunakan serangkaian instruksi ISETL yang mengarah pada mental konstruktivisme. ISETL adalah program komputer yang bersifat interaktif, yang sangat dekat dengan notasi matematika yang standar, sehingga menunjang mahasiswa dalam konstruktivisme mental mereka.

RUMEC di Amerika telah menerapkannya pada beberapa mata kuliah, salah satunya adalah Aljabar Abstrak. Dari hasil penelitiannya dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berdasarkan teori APOS yang diimplementasikan dalam siklus ACE memiliki nilai tambah dibandingkan dengan pengajaran konvensional.

Berangkat dari situasi di atas, sedang dilakukan penelitian pada sekelompok mahasiswa untuk mengetahui sampai sejauh mana metoda tersebut dapat diterapkan di Indonesia. Adapun mata kuliah yang diuji cobakan adalah Struktur Aljabar I, mengingat mata kuliah tersebut merupakan salah satu mata kuliah pokok yang harus diikuti oleh seluruh mahasiswa Program Studi Matematika di seluruh Perguruan Tinggi di Indonesia. Tetapi pada umumnya mata kuliah ini merupakan salah satu mata kuliah yang sulit, karena memuat konsep – konsep yang abstrak dan teorema – teorema yang perlu dibuktikan. Untuk mengetahui bagaimana perkembangan atau jalannya penelitian, maka dipandang perlu untuk menginventarisir pendapat dan saran dari mahasiswa. Hasil ujian mereka -setelah mendapatkan pembelajaran Struktur Aljabar I dengan cara tersebut di atas- juga akan dianalisa, sebagai umpan balik bagi peneliti demi tercapainya apa yang diharapkan bersama.

## **2. Desain Pembelajaran Berdasarkan Siklus ACE**

Desain yang menunjang pada pembelajaran berdasarkan teori APOS adalah pengajaran berdasarkan siklus ACE (*Activities, Class discussion, Exercises*). Dalam implementasinya, pada siklus ACE digunakan komputer sebagai alat konstruktivisme mental mahasiswa dan belajar secara berkelompok. Mahasiswa dikelompokkan ke dalam grup secara tetap selama mengikuti perkuliahan Aljabar, masing – masing kelompok terdiri dari 4 atau 5 orang. Proses belajar mengajar dilaksanakan sebanyak 2 kali dalam seminggu, terdiri dari satu kali di Laboratorium komputer dan satu kali dalam pertemuan kelas tanpa komputer. Di laboratorium komputer mahasiswa diberi lembar kerja yang berisi instruksi /program ISETL yang harus dikerjakan, dimana program tersebut berkaitan dengan konsep – konsep yang belum diajarkan di kelas. Tujuan mengerjakan lembar kerja ini dimaksudkan untuk memberikan stimuli dan pengalaman yang mengarah pada konstruksi suatu konsep. Hasil yang diperoleh selama melakukan aktivitas di laboratorium akan di diskusikan di kelas pada pertemuan berikutnya.

Sementara diskusi kelas bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengemukakan temuan – temuan yang mereka peroleh di laboratorium. Berbagai masalah yang muncul dari setiap kelompok selama berada di laboratorium dikemukakan pada pertemuan kelas ini. Keuntungan dari diskusi kelas ini akan terjadi pertukaran informasi yang saling melengkapi sehingga mahasiswa mempunyai konsep yang sama. Sementara itu dosen berperan sebagai fasilitator dalam mengarahkan diskusi mahasiswa menuju ke arah konsep yang benar .

Untuk mempertahankan konsep yang telah diperoleh, mahasiswa diberi tugas tambahan baik berupa tugas yang harus menggunakan komputer ataupun tugas yang berupa latihan – latihan soal.

## **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, sebagai suatu metoda baru bagi mereka, dan juga ingin mengetahui apakah kegiatan di laboratorium cukup membantu mereka atau tidak. Dari hasil angket selama tiga bulan terakhir ini diperoleh hasil rangkuman sebagai berikut :

1. Pendapat mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan struktur Aljabar I dengan adanya aktivitas di kelas dan Lab 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. Aktifitas laboratorium membuat pemahaman mahasiswa terhadap materi lebih mantap dan merangsang kreatifitas.
- 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 jaman, 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.

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, 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.

3. Ujian I (Berkelompok)

Untuk mengukur sampai sejauh mana kemampuan mahasiswa dalam pembelajaran Struktur Aljabar I, maka dilakukan ujian. Ujian yang pertama dilaksanakan di dalam kelas secara berkelompok. Soal yang disajikan tidak memuat aktivitas laboratorium, melainkan soal – soal yang bersifat konsep, hal ini dilakukan karena aktifitas laboratorium hanya untuk mengkonstruksi pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep. Soal yang diberikan pada mahasiswa dalam ujian I adalah sebagai berikut:

**Kerjakan semua soal berikut dengan benar !!**

1. Diketahui bilangan bulat  $Z$  dengan operasi biner  $\odot$  yang didefinisikan oleh

$$a \odot b = ab + a + b$$

Apakah himpunan  $Z$  dengan operasi biner  $\odot$  membentuk suatu grup?.

Untuk setiap aksioma grup harus disertakan pembuktiannya, apakah aksioma – aksioma tersebut dipenuhi atau tidak ! ( nilai 25 )

2. Misalkan  $G$  suatu grup dengan elemen identitas  $e$ . Order dari suatu elemen  $a \in G$  adalah bilangan bulat positif terkecil  $n$  sedemikian sehingga  $a^n = e$ . Tunjukkan jika  $a$  dan  $b$  elemen –elemen dari  $G$ , maka order dari :

a.  $a$  dan  $a^{-1}$  adalah sama. (nilai 15)

b.  $b$  dan  $a^{-1}ba$  adalah sama. ( nilai 20 )

3. a. Tuliskan definisi dan teorema yang anda ketahui tentang subgrup. ( nilai 20)

- b. Gunakan salah satu teorema yang anda tulis untuk membuktikan soal berikut;  
Diasumsikan  $G$  adalah suatu grup dengan operasi biner  $\circ$  dan  $a \in G$ . Misalkan

$$C(a) = \{x \in G; \text{sehingga } a \circ x = x \circ a\}$$

Buktikan  $C(a)$  subgrup dari  $G$  ! (nilai 25)

4. a. Tulis semua elemen dari  $Z_4$ ,  $Z_8$  dan  $Z_4 \times Z_8$  !.(nilai 20)

**Catatan :**  $(Z_4, \oplus_4)$ ,  $(Z_8, \oplus_8)$  masing-masing adalah grup,  $Z_4 \times Z_8$  juga merupakan grup dengan operasi yang sesuai.

- b. Tuliskan elemen-elemen dari subgrup yang di bangun oleh  $\langle [2] \rangle \times \langle [2] \rangle$  dari  $Z_4 \times Z_8$ .  
(Elemen [2] pertama dalam  $Z_4$  dan elemen [2] kedua dalam  $Z_8$ ).  
(nilai 25).

Dari soal di atas diperoleh hasil sebagai berikut :

Kelompok	No. Soal dan Skor Tertinggi							JML	Nilai
	1 (25)	2A (15)	2B (20)	3A (20)	3B (25)	4A (20)	4B (25)		
I	25	13	5	20	15	20	15	113	75
II	20	15	20	20	18	15	10	118	78
III	25	15	20	20	15	20	10	125	83
IV	25	10	5	20	15	20	5	100	67
V	25	10	5	15	15	20	20	110	73
VI	20	13	20	20	15	20	10	118	78
VII	25	5	5	15	15	20	5	90	60
VIII	25	10	8	15	5	20	25	108	72
IX	20	5	8	20	5	20	5	83	55
X	25	15	10	15	5	20	5	95	63

#### Komentar terhadap hasil ujian.

Soal no 1 : Hampir semua kelompok dapat mengerjakannya, tetapi ada juga kelompok yang kurang teliti dalam memeriksa bahwa invers yang didapat bukan anggota himpunan .

Soal no.2A: Beberapa kelompok membuktikan dengan cara yang berlainan, tetapi alasan mereka secara konsep dapat diterima.

Soal no. 2B : Mahasiswa mengalami sedikit kesulitan dengan pembuktian ini.

Soal no.3A: Umumnya setiap kelompok dapat menguraikan definisi dan teorema subgrup dengan baik, tetapi masih ada beberapa kelompok yang kurang tepat dalam uraiannya.

Soal no. 3B : Hampir semua kelompok belum dapat membuktikan soal no.3 dengan tepat.

Soal no. 4A : Semua kelompok menjawab dengan benar karena soal ini sudah sering mereka dapatkan.

Soal no.4B: Soal ini relatif sulit, karena menggunakan beberapa konsep seperti subgrup, grup siklis beserta generatornya, operasi penjumlahan modulo dan lain - lain.

#### Pendapat mahasiswa tentang ujian kelompok dan saran untuk ujian selanjutnya:

Pendapat mahasiswa tentang ujian kelompok	Saran untuk pelaksanaan ujian berikutnya
1. Ada untung ruginya jika ujian dilakukan berkelompok; untungnya jawaban didiskusikan terlebih dahulu, ruginya jawaban yang ditulis dalam lembar jawaban adalah jawaban yang dominan menurut hasil diskusi walaupun jawaban tersebut belum tentu benar.	1. Tetap dalam ujian kelompok karena diskusinya berjalan baik.

2. Personil kelompok kurang teliti dalam membaca dan menjawab soal ujian, sehingga melakukan kesalahan.	2. Diharapkan ada soal latihan yang serupa dengan soal ujian
3. Merasa canggung dengan ujian yang dilaksanakan secara berkelompok karena tidak terbiasa.	3. Pemberian tugas atau latihan untuk persiapan ujian
4. Karena ujian dilakukan berkelompok maka kurang mempersiapkan diri	4. Soal yang diujikan kurang menyeluruh
5. Ada kelompok yang tidak kompak	5. Diharapkan pada ujian memuat soal-soal dari aktivitas laboratoriumn (soal-soal program ISETL), dan dilaksanakan secara individual menggunakan komputer
6. Soal yang disajikan merupakan tantangan dalam memahami materi yang dipelajari	6. Soal dipermudah
7. Ujian kelompok menjalin kebersamaan	7. instruktur dapat menilai keaktifan setiap anggota kelompok
8. Ujian kelompok dapat menimbulkan transfer pengetahuan	8. Disusun soal yang lebih menantang/ menjebak
9. Ujian kelompok merupakan sesuatu hal yang baru	9. Meminta diselenggarakan responsi rutin
10. Ujian kelompok lebih bagus, kendalanya terjadi persaingan dalam mempertahankan pendapat	10. Penyusunan soal harus lebih dipahami
11. Ujian kelompok hanya mengandalkan mahasiswa yang pintar	11. Pemberian tugas yang menyeluruh yang dikumpulkan menjelang UAS .
12. Ujian kelompok memberi nuansa tersendiri	12. Meminta ujian dilaksanakan diluar jadwal kuliah dan aktivitas di laboratorium.
13. Tidak setuju dengan ujian kelompok karena tidak ada kepuasan tersendiri.	13. Ujian mohon dilaksanakan secara Open book, dan ada soal studi kasus

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, seperti mahasiswa ingin dijelaskan secara detail apa yang harus dilakukan pada saat praktikum. 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 I.
5. Tampak mereka (mahasiswa) masih mempunyai kesulitan dalam menganalisa soal secara baik.

## Daftar Pustaka

1. Asiala, Mark. et al . (2000). *A framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education..* Research in Collegiate Mathematics Education II, CBMS Issues in Mathematics Education, 6, 1– 32,

2. Brown, Anne. et al. (1997). *Learning Binary Operations, Groups, and Subgroups*. Journal of Mathematical Behavior, 16 (3), 187 – 239.
3. Dubinsky, Ed. (1995). *ISETL : A Programming Language for Learning Mathematics*. Communications on Pure and Applied Mathematics .Vol. XLVIII, 1027 – 1051.
4. Dubinsky, Ed. & Mc.Donald, M.A. (1991) . *APOS : A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research*. Research in Collegiate Mathematics Education II, CBMS Issues in Mathematics Education
5. Dubinsky, Ed. & Leron, Uri. (1994). *Learning Abstract Algebra with ISETL*. New York. Springer – Verlag.
6. Leron, Uri. et al (1994). *On Learning Fundamental Concept of Group Theory*, Educational Study in Mathematics, 27, 267 – 305.
7. Weller, Kirk, et al (2000). *An Examination of Student Performance Data in Recent RUMEC Studies*. <http://trident.mcs.kent.edu/~edd/>