

LEMBAR KERJA MAHASISWA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH STRUKTUR ALJABAR I DENGAN PROGRAM ISETL

Oleh :

Elah Nurlaelah

Jurusan Pendidikan Matematika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia

Jl.Dr. Setia Budhi No 229 Bandung

Abstrak

Setiap proses pembelajaran mempunyai tujuan yang ingin dicapai. Untuk membantu pencapaian tujuan tersebut khususnya pada mata kuliah Struktur Aljabar I digunakan media komputer dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Media ini digunakan berkaitan dengan penggunaan Program ISETL dalam proses pembelajaran mata kuliah Struktur Aljabar I berdasarkan teori APOS.

Penyusunan LKM selalu didasarkan kepada materi yang akan diajarkan pada setiap pertemuan melalui sekumpulan instruksi ISETL. Disamping itu penyusunan LKM merupakan implementasi dari proses pembelajaran berdasarkan siklus ACE(Action, Class Discussion, Excercises) khususnya untuk langkah action.

Kata Kunci : LKM, Teori APOS, Siklus ACE, Program ISETL (Interactive SET Language),

1. Pendahuluan

Komputer dapat digunakan sebagai salah satu media alternatif dalam pembelajaran di tingkat perguruan tinggi. Ada beberapa cara yang dapat digunakan dalam pembelajaran dengan menggunakan komputer, diantaranya mahasiswa dapat menggunakan komputer untuk melakukan perhitungan ataupun menemukan pola, mereka dapat pula menggunakan komputer sebagai suatu alat untuk menyelesaikan masalah dan mengaplikasikannya pada masalah matematika di lapangan.

Di bidang pendidikan matematika, komputer dapat digunakan untuk membantu mahasiswa dengan cara yang berbeda. Yaitu komputer dapat digunakan sebagai alat untuk membantu mahasiswa dalam mengkonstruksi mental yang berkaitan dengan pemahaman terhadap suatu konsep. Tujuan yang ingin dicapai dari konstruksi mental atas suatu konsep matematika adalah supaya mereka memahami konsep tersebut lebih mantap. Konstruksi mental yang diharapkan terbentuk adalah *action*, *pocesess*, *objects*, dan *schema* (APOS). Dubinsky dalam [3] menyatakan bahwa konstruksi mental seseorang dapat terbentuk ketika dia melakukan atau menuliskan sendiri instruksi-instruksi matematika pada komputer. Dengan menulis dan menjalankan sendiri instruksi-instruksi matematika pada komputer akan menolong mahasiswa memahami konsep matematika sehingga konsep tersebut menjadi lebih kongkrit dalam pikiran mahasiswa.

Disamping itu ketika mahasiswa mendapatkan output dari instruksi-intruksi matematika yang dituliskannya pada komputer mereka dapat membayangkan apa yang sedang terjadi dalam memori komputer, untuk selanjutnya mereka sendiri dapat menjelaskan apa yang diperoleh dengan kata-kata sendiri.

Seperti yang dikemukakan di atas media yang digunakan untuk mencapai tujuan ini adalah komputer, disamping itu digunakan pula salah satu program komputer yang disebut program ISETL (Interactive SET Language). Dalam [3] dijelaskan bahwa ISETL merupakan program komputer yang bersifat interaktif dan dipergunakan untuk membantu mahasiswa dalam memahami suatu konsep matematika. ISETL didesain sedemikian rupa sehingga bahasa yang dipergunakannya mudah dipahami dan cukup dekat dengan bahasa matematika, seperti logika matematika, himpunan sebagai pasangan terurut, dan fungsi sebagai suatu proses.

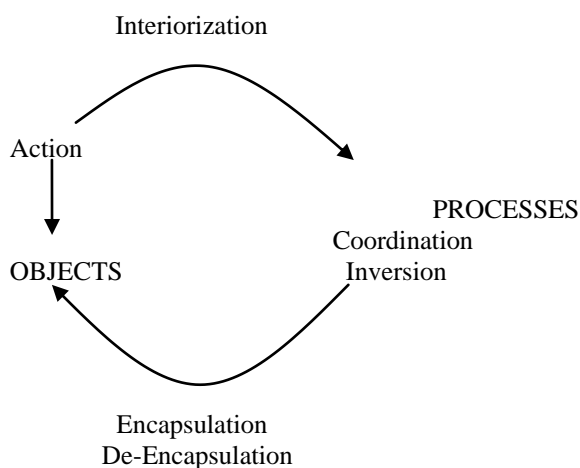
Berkaitan dengan penggunaan program ISETL, pada makalah ini akan diungkapkan salah satu proses penelitian yang dilakukan di UPI. Karena beberapa hal yang berkaitan dengan teknis pelaksanaan pada penelitian ini dalam bekerja dengan program tersebut mahasiswa dipandu oleh suatu lembar kerja yang berisi tentang instruksi - instruksi ISETL. Setiap lembar kerja berisi instruksi-instruksi yang berkaitan dengan materi-materi (dalam hal ini materi tentang Struktur Aljabar I / Aljabar Abstraks) yang akan disampaikan pada setiap pertemuan kelas. Contoh-contoh lembar kerja mahasiswa (LKM) dapat dilihat pada bagian akhir. Pembelajaran

ini terdiri dari dua pertemuan setiap minggunya, yaitu satu pertemuan di laboratorium komputer dan satu pertemuan di kelas.

Landasan teori dalam melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan komputer dan program ISETL adalah Teori APOS dan siklus ACE sebagai implementasi dari teori tersebut. Kedua hal ini diuraikan sebagai berikut.

2. Teori APOS

Teori APOS adalah suatu teori konstruktivisme tentang bagaimana suatu konsep matematika dipelajari. Teori ini merupakan elaborasi dari kelompok RUMEC (Research Undergraduate Mathematics Education Community) tentang konstruksi mental action, pocesses, objects, dan *schema*. Kaitan antara tingkatan konstruksi mental action, pocesses, objects dapat dihubungkan dalam suatu bagan seperti terlihat dalam Gambar 1 dibawah ini, dan selanjutnya dikelompokkan/ diorganisasikan dalam suatu schema.



Gambar 1

Dalam [1] **Teori APOS** dijelaskan sebagai berikut;

Action adalah suatu transformasi objek-objek yang dirasakan individu sebagai sesuatu yang diperlukan, baik secara eksplisit maupun yang berasal dari ingatan, serta instruksi tahap demi tahap bagaimana melakukan operasi.

Sebagai contoh Seorang individu dengan konstruksi mental tingkat **Action**, ketika dia memikirkan konsep koset kiri, maka dia akan membatasi permasalahan dengan mengambil contoh kongkritnya misalnya Z_{20} sebagai suatu grup dan $H = \{0,4,8,12,16\}$ sebagai subgrup dari Z_{20} . Selanjutnya dia menentukan koset kiri dari elemen 5, yaitu himpunan $5+H = \{1,5,9,13,17\}$ yang merupakan elemen dari Z_{20} yang bersisa satu ketika dibagi 4.

Process adalah Suatu konstruksi mental yang terjadi secara internal yang diperoleh ketika seseorang sudah bisa melakukan tingkat **action** secara berulang kali. Dalam tingkat **process** 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. Sebagai contoh seorang individu berada pada tingkat process apabila dia dapat membayangkan bagaimana mengkonstruksi koset-koset kiri dari suatu grup jika diberikan subgrup tertentu tanpa harus merinci elemennya, tetapi dia dapat menjelaskan bagaimana proses terbentuknya koset kiri tersebut. Tetapi pada tingkatan mental ini dia belum dapat mendefinisikan atau menjelaskan bagaimana operasi biner antara dua koset dapat terjadi.

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

Sebagai contoh seorang individu memahami koset-koset sebagai object, ketika dia memikirkan banyaknya koset dari suatu grup, dapat menentukan kardinalitas dari koset-koset, membandingkan kesamaan dua buah koset, atau dapat menggunakan operasi biner pada himpunan semua koset dari suatu grup.

Schema untuk suatu konsep matematika tertentu adalah kumpulan **action, process, dan object atau schema** yang lain yang dihubungkan oleh beberapa prinsip secara umum untuk membentuk kerangka konsep dalam pikiran seseorang untuk dihimpun dalam konsep yang berkaitan. Jadi **schema** adalah suatu totalitas pemahaman seseorang terhadap suatu konsep yang sejenis. Pada tingkat **schema** individu sudah dapat membedakan mana yang termasuk ke dalam suatu fenomena dan mana yang tidak. Lebih lanjut dapat dikatakan bahwa suatu **schema** merupakan kumpulan dari **schema- schema** yang lebih kecil yang sejenis.

Selanjutnya Dubinsky dalam [1] menyatakan bahwa dasar dari munculnya teori APOS adalah terdapat banyak konsep matematika yang sulit dipahami oleh mahasiswa (seperti Aturan Rantai, Teorema Lagrange, dan konstruksi Grup Faktor (Quotient Group)). Konsep-konsep tersebut akan mudah diterima oleh mahasiswa jika mereka telah mengkonstruksi action, processes, object, dan schema yang tepat. Cara yang dianjurkan untuk melaksanakan hal ini adalah mahasiswa harus menuliskan program komputer yang menuju kepada pembentukan konstruksi mental mereka. Selanjutnya hasil yang diperoleh direfleksikan dalam diskusi kelas, ditambah dengan mengerjakan tugas-tugas yang beresuaian untuk mengkonstruksi pemahaman terhadap materi matematika tertentu, cara pengajaran seperti itu disebut pengajaran dengan siklus ACE (Activities, Class discussion, Exercises).

3. Siklus ACE

Dalam [1] implementasi pengajaran berdasarkan siklus ACE dijelaskan sebagai berikut;

Activities;

Mahasiswa bertemu di laboratorium komputer dan mereka bekerja dalam kelompok (terdiri dari 3 atau 4 orang) untuk mengerjakan tugas-tugas komputer. Tugas-Tugas dirancang untuk membentuk konstruksi mental yang diharapkan dalam teori APOS. Bekerja di laboratorium komputer tidak dibatasi oleh waktu, sehingga mahasiswa dapat mengunjungi laboratorium kapan saja. Tujuan utama dari tugas ini adalah mahasiswa mendapat pengalaman untuk menemukan sesuatu, tidak hanya sekedar untuk mendapat jawaban yang benar.

Class discussion;

Mahasiswa bertemu di dalam kelas biasa, dan mereka masih bekerja dalam kelompok. Pertemuan di dalam 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 pemahaman yang sama terhadap suatu konsep. Sementara itu dosen berperan sebagai fasilitator dalam mengarahkan diskusi mahasiswa menuju ke arah konsep yang benar.

Exercises;

Mahasiswa masih bekerja dalam kelompoknya, bertujuan untuk memantapkan konsep yang telah diperoleh. Mereka diberi tugas tambahan baik berupa tugas yang harus menggunakan komputer ataupun tugas yang berupa latihan – latihan soal.

4. Lembar Kerja Mahasiswa untuk Pembelajaran Mata Kuliah Struktur Aljabar I

Saat ini di Jurusan Pendidikan Matematika UPI sedang mencoba menerapkan konsep pembelajaran yang diuraikan diatas, mata kuliah yang diujicoba adalah Struktur Aljabar I / Aljabar Abstrak. Terdapat tiga kelas untuk mata kuliah ini, tetapi hanya kelas yang penulis bina yang menjadi kelas uji coba. Dalam melaksanakan ujicoba ini tidak semua yang dianjurkan dalam teori pembelajaran tersebut dapat dilaksanakan secara penuh, karena terdapat beberapa hal yang perlu disesuaikan dengan kondisi pengajaran di Jurusan Pendidikan matematika UPI. Hal-hal tersebut adalah; Waktu, Fasilitas (laboratorium komputer), dan Buku sumber.

Seperti yang telah diuraikan dalam pembelajaran dengan siklus ACE, disebutkan bahwa dalam melaksanakan kegiatan dilaboratorium tidak dibatasi oleh waktu, sementara itu di UPI tentu hal ini tidak dapat dilaksanakan. Karena kami hanya memiliki 2 laboratorium yang penjadwalannya sangat padat, sehingga tidak mungkin untuk melaksanakan praktikum yang tanpa batas waktu. Disamping itu urutan materi yang ada pada

buku sumber dengan urutan materi yang disusun di Jurusan Pendidikan Matematika UPI agak berbeda. Buku sumber yang berkaitan dengan teori pembelajaran ini yaitu “ Learning Abstract Algebra with ISETL “.

Oleh karena itu dengan tujuan untuk tetap dapat mencoba dan menjalankan metode ini maka dicari jalan keluar yang dapat mengatasi masalah diatas yaitu waktu praktikum yang terbatas dan memilih bagian-bagian materi yang menjadi prioritas dan sesuai dengan tujuan pembelajaran mata kuliah ini. Supaya waktu yang terbatas menjadi efektif pada waktu praktikum dilaboratorium komputer dan materi tersampaikan maka disusunlah lembar kerja mahasiswa (LKM) sebagai panduan untuk mahasiswa dalam praktikum di laboratorium.

Lembar kerja ini berisi instruksi-instruksi ISETL yang berkaitan dengan konsep – konsep yang belum diajarkan di kelas. Tujuan mengerjakan lembar kerja ini dimaksudkan untuk memberikan stimuli dan pengalaman yang mengarah pada konstruksi mental atas suatu konsep. Hasil yang diperoleh selama melakukan aktivitas di laboratorium akan di diskusikan di kelas pada pertemuan berikutnya. Jadi aktivitas laboratorium ini merupakan pembuka dalam mengikuti perkuliahan di kelas, tidak terjadi sebaliknya. Dengan kegiatan labotratorium ini mahasiswa telah mempunyai bekal untuk mengikuti kegiatan di kelas.

Berikut adalah contoh lembar kerja mahasiswa beserta penjelasan konsep materi apa yang ingin disampaikan, dan konstruksi mental apa yang diharapkan terbentuk. Soal-soal dalam LKM disadur dari [3] dan [5]

Lembar Kerja I no.1

1. Berikut adalah perintah- perintah ISETL. Pengetikan instruksi ISETL dimulai setelah muncul prompt `>` atau `>>`. Setelah anda mengetik ; (titik koma) tekan jawaban yang akan muncul, lalu tekan Enter. Apakah jawaban anda sesuai dengan yang dihasilkan komputer ? Jika tidak coba cari alasannya !

```
> 7 + 18;
25;
> 13 * (-233.8);
-3039.400;
> 6 = 2*3;
true;
> 5 >= 2 * 3;
false;
> 170
>> + 237 - 460
>> *2
>>;
-513;
> n := 37 mod 23;
> n;
14;
> N;
OM
> p := -4 mod 23;
> p;
19;
> (n+ p) mod 23 = 10;
true;
> is_number(3.7); is_number (3 < 4); is_boolean(3 < 4);
true;
false;
true;
> A := “ Abstract Algebra “;
> A(1);
“A”;
> A(4); A(9);
“t”;
```

```

“ “;
> A(11); A(6); A(10);
“1”;
“a”;
“A”;
> is_string(A); is_string(A(6));
true;
true;
> A = A(10);
false;
> B := “ABSTRACT”; C := “AB” +” STRACT”;
> B = C;
true;
> “B” in “ABS”; “b” in “ABS”;
true;
false;

```

Pada lembar kerja no. 1, mahasiswa diminta untuk mengerjakan latihan ini dengan tujuan mengenalkan program ISETL , dan pada saat yang sama pada lembar kerja tersebut terdapat beberapa konsep yang bertujuan membentuk konstruksi mental tingkat action.

Lembar Kerja 4

1. Untuk setiap instruksi ISETL berikut, cobalah untuk menebak hasil apa yang akan diperoleh. Selanjutnya **run** intruksi tersebut dan periksa tebakan anda. Jelaskan perintah apa yang anda kerjakan dari instruksi ISETL tersebut.

```

> Z20 := [0..19];
> G := Z20;
> o := func (x, y);
>> if ( x in G and y in G ) then
>> return ( x+y) mod 20;
>> end;
>> end;

> is_closed := func (G,o);
>> return forall x, y in G | x.o y in G;
>> end func;
> is_closed(G,o);

> is_assoc := func ( G,o);
>> return forall x, y, z in G | ( x .o y).o z = x .o ( y .o z);
>> end func;
> is_assoc ( G, o);

> has_identity := func (G,o);
>> return
>> exists e in G |( forall x in G | x .o e = x);
>> end func;
> has_identity (G,o);

> $identity
> identity := func (G, o);
>> return
>> choose e in G | ( forall x in G | e .o x = x and x .o e = x);

```

```

>> end;
> identity (G, o);

> has_inverses := func(G, o);
>> local e; e := identity (G,o);
>> return
>> is_defined(e) and ( forall x in G | exists x' in G | x .o x' = e);
>> end;
> has_inverses(G, o);

> $inverses of element x
> inverse := func(G, o, x);
>> local e;
>> e := identity(G, o);
>> return choose x' in G| x' .o x = e;
>> end;
> inverse(G,o,5); inverse(G,o,12);
inverse(G, o,15);

```

2. Susun instruksi ISETL untuk setiap pasangan himpunan G dan operasi o
 - a. G adalah Z_{12} (bilangan bulat modulo 12) dan o adalah a_{12} (penjumlahan modulo 12)
 - b. G adalah Z_{12} (bilangan bulat modulo 12) dan o adalah m_{12} (perkalian modulo 12)
 - c. G adalah $twoZ_{12}$ (bilangan bulat genap modulo 12) dan o adalah m_{12} (perkalian modulo 12)
 - d. G adalah $Z_{12} - \{0\}$ dan o adalah m_{12}
 - e. G adalah Z_5 (bilangan bulat modulo 5) dan o adalah m_5 (perkalian modulo 5)
 - f. G adalah $Z_5 - \{0\}$ dan o adalah m_5
 - g. G adalah S_3 (himpunan permutasi dari $\{1,2,3\}$) dan o adalah komposisi permutasi.
3. Periksa semua himpunan dan operasi pada soal no.2 dengan menggunakan perintah soal no.1. Himpunan dengan operasi yang manakah yang memenuhi semua sifat pada soal 1.

Lembar Kerja 4 no.1 berisi tentang instruksi-instruksi untuk menjelaskan konsep / definisi grup. No.2. berisi instruksi untuk menyusun himpunan dan operasinya dalam program ISETL. Sedangkan no. 3 berisi instruksi untuk memeriksa himpunan dengan operasi yang mana yang merupakan grup. Lembar Kerja ini bertujuan untuk membentuk konstruksi mental *action, processes, objects, dan schema*

5. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas maka penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada perkuliahan Struktur Aljabar I dengan menggunakan Program ISETL dan Siklus ACE sebagai metode pembelajarannya cukup menunjang. Karena dapat membantu mengatasi permasalahan yang timbul yaitu waktu praktikum yang terbatas dan susunan materi yang berbeda antara buku sumber yang dipakai dan susunan materi di jurusan matematika UPI.

Berkaitan dengan pelaksanaan praktikum secara keseluruhan, berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat bahwa mahasiswa merasa termotivasi belajar dengan metode pembelajaran ini, karena mahasiswa menganggap dengan adanya kegiatan praktikum di laboratorium komputer mereka memiliki bahan untuk diskusi pada pertemuan kelas. Disamping itu pada metode pembelajaran ini mereka selalu berada dalam kelompok sehingga mereka dapat saling membantu dalam menghadapi kesulitan. Hasil lengkap data penelitian dan hasil analisisnya akan disampaikan pada makalah yang lain.

Daftar Pustaka

- [1]. Asiala, Mark. et al. (1996). *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. (1996). *Learning Abstract Algebra with ISETL*. New York. Springer – Verlag.
- [6]. Dubinsky, Ed. (2000). *Writing Programs to Learn Mathematics*. Georgia State University, USA..
[http : // trident. mcs.kent.edu/~edd/](http://trident.mcs.kent.edu/~edd/)
- [7]. Leron, Uri. et al (1994). *On Learning Fundamental Concept of Group Theory*, Educational Study in Mathematics, 27, 267 – 305.