

## EFEKTIFITAS PENERAPAN TEORI APOS (*Action, Process, Object, Schema*) TERHADAP HASIL BELAJAR PERSAMAAN DIFERENSIAL PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA TAHUN AKADEMIK 2012/2013

(1)Yunita Septriana Anwar, (2)Vera Mandailina, (3)Dewi Pramita

(1) Dosen Program Studi Pendidikan Matematika Univ. Muhammadiyah Mataram (email: na2\_math@yahoo.com)

(2) (3) Dosen Program Studi Pendidikan Matematika Univ. Muhammadiyah Mataram

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penerapan teori APOS (*action, process, object, schema*) terhadap hasil belajar persamaan diferensial pada mahasiswa program studi pendidikan matematika tahun akademik 2012/2013. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dimana peneliti dengan sengaja memberikan perlakuan kepada responden, selanjutnya mengamati dan mencatat reaksi responden, dan kemudian melihat hubungan antara perlakuan yang diberikan dan reaksi yang muncul dari responden. Desain penelitian yang digunakan adalah *Posttest Only Design* yakni kedua kelas hanya diberikan *posttest*. Populasi penelitian ini adalah semua mahasiswa program studi Pendidikan Matematika semester genap FKIP Universitas Muhammadiyah Mataram tahun akademik 2012/2013. Sedangkan sampel sebanyak 22 orang mahasiswa yang sedang mengambil matakuliah Persamaan diferensial pada semester genap tahun akademik 2012/2013. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS dibandingkan dengan metode konvensional. Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh  $t_{hitung}$  adalah 1,07. Sedangkan  $t_{tabel}$  dengan  $dk = 20$  dan taraf signifikansi 5% adalah 1,721. Karena  $t_{hitung}$  lebih kecil dari  $t_{tabel}$ , maka hipotesis awal diterima. Sehingga pembelajaran persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional.

**Kata Kunci:** Teori APOS, Persamaan Diferensial

### PENDAHULUAN

Persamaan diferensial merupakan salah satu matakuliah dalam kurikulum program studi pendidikan matematika di seluruh perguruan tinggi di Indonesia. Khususnya, di program studi pendidikan matematika FKIP Universitas Muhammadiyah Mataram (UM Mataram). Persamaan diferensial di program studi pendidikan matematika FKIP UM Mataram diajarkan pada semester lima setelah mahasiswa menempuh mata kuliah Kalkulus I, Kalkulus II, dan Kalkulus Lanjut. Persamaan diferensial juga merupakan prasyarat matakuliah Persamaan Diferensial Parsial di semester tujuh. Pembelajaran Persamaan diferensial yang dilaksanakan di program studi Pendidikan Matematika FKIP UM Mataram masih cenderung konvensional, yaitu hanya berlangsung dari dosen ke mahasiswa. Pada setiap pembelajaran mahasiswa hanya menghitung rumus-rumus fungsi tanpa mengetahui tampilan secara geometri solusi dari persamaan diferensial. Sehingga proses pembelajaran menjadi kurang

bermakna, mahasiswa cenderung menghafal rumus sehingga tidak jarang suatu konsep rumus dipahami secara keliru oleh mahasiswa.

Teori APOS yang diperkenalkan oleh Dubinsky merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang dikhususkan untuk pembelajaran matematika di tingkat perguruan tinggi. Menurut Dubinsky dan McDonald (Dubinsky dan McDonald, 2001), teori APOS menguraikan tentang bagaimana kegiatan mental seorang anak yang berbentuk aksi (*actions*), proses (*process*), obyek (*objects*), dan skema (*schema*) ketika mengkonstruksi konsep matematika.

Teori APOS sangat baik digunakan untuk memahami pembelajaran mahasiswa dalam berbagai topik matematika di perguruan tinggi, seperti kalkulus, persamaan diferensial, aljabar abstrak, statistik, matematika diskrit dan sebagainya. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai penerapan teori APOS untuk meningkatkan hasil belajar Persamaan diferensial pada mahasiswa program studi pendidikan matematika.

### Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, peneliti dapat mengidentifikasi permasalahan bahwa kualitas hasil belajar Persamaan Diferensial pada mahasiswa program studi pendidikan matematika masih tergolong rendah, banyak dijumpai metode perkuliahan yang mengacu pada metode konvensional (ceramah) saja dan mahasiswa masih kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang terkait dengan konsep Persamaan diferensial.

### Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dan ditelaah dalam penelitian ini adalah, apakah ada perbedaan yang signifikan antara penguasaan konsep Persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS dibandingkan dengan metode konvensional (ceramah)?

### Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti membatasi diri pada penguasaan mahasiswa Pendidikan Matematika FKIP UM Mataram tahun akademik 2012/2013 terhadap penguasaan konsep Persamaan diferensial terutama pada subbab persamaan eksak dan persamaan linear dengan menggunakan pendekatan teori APOS.

### Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS dibandingkan dengan metode konvensional (ceramah).

## KAJIAN TEORI

### Tinjauan Matakuliah Persamaan Diferensial

Penerapan Kalkulus yang paling penting adalah persamaan diferensial (Stewart, 2003:47). Secara umum, Persamaan diferensial adalah suatu persamaan yang mengandung sebuah fungsi yang tak diketahui dan satu atau lebih turunannya. Orde suatu persamaan diferensial adalah orde turunan tertinggi yang muncul dalam persamaan diferensial. Misalkan pada model pertumbuhan populasi dapat dituliskan dalam bentuk persamaan  $\frac{dP}{dt} = kP$  merupakan Persamaan diferensial orde-satu, dengan  $P$  adalah banyaknya individu dalam populasi dan  $t$  waktu. Sedangkan model untuk gerakan pegas

$m \cdot \frac{d^2t}{dt^2} = -kx$  merupakan persamaan diferensial orde-dua, dimana  $m$  menyatakan massa pegas dan  $k$  suatu konstanta positif. Sebuah fungsi  $f$  disebut solusi atau penyelesaian suatu persamaan diferensial jika persamaan itu dipenuhi ketika  $y = f(x)$  dan turunan-turunannya disubstitusikan ke dalam persamaan diferensial.

Konsep-konsep dalam persamaan diferensial yang banyak melibatkan limit, turunan, dan integral fungsi merupakan konsep-konsep matematika tingkat tinggi yang tidak mudah dipahami oleh mahasiswa. Sehingga menyelesaikan suatu persamaan diferensial bukanlah hal yang mudah karena tidak ada teknik yang sistematis yang membuat mampu menyelesaikan semua persamaan diferensial.

### Teori APOS

Teori APOS adalah teori yang diperkenalkan oleh Dubinsky. Teori APOS mengasumsikan bahwa pengetahuan matematika yang dimiliki oleh seseorang merupakan hasil interaksi dengan orang lain dan hasil konstruksi-konstruksi mental orang tersebut dalam memahami ide-ide matematika. Konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah: aksi (*action*), proses (*process*), objek (*object*), dan skema (*schema*) yang disingkat dengan APOS. Berikut ini diberikan deskripsi yang lebih lengkap untuk masing-masing konstruksi mental yang dimaksud.

- a. Aksi (*Action*)  
Aksi adalah suatu transformasi yang diterima oleh individu sebagai hal yang eksternal. Transformasi dilakukan dengan bereaksi terhadap petunjuk-petunjuk eksternal yang memberikan rincian yang tepat mengenai langkah-langkah apa yang harus diambil. Sebagai contoh, mahasiswa yang tidak dapat menafsirkan situasi sebagai fungsi kecuali jika ia mempunyai formula untuk menghitung nilai fungsinya, maka individu tersebut terbatas hanya pada *action* konsep fungsi.
- b. Proses (*Process*)  
Individu yang sudah mengkonstruksi *process* konsep dapat menguraikan atau bahkan membalikkan langkah-langkah dari transformasi tanpa benar-benar melakukannya. Berbeda dengan *action*, *process* dirasakan oleh individu sebagai hal yang internal dan dibawah kontrol individu tersebut. Dalam kasus fungsi, *process* konsep memungkinkan individu untuk memaknai fungsi sebagai menerima satu

atau lebih variabel bebas sebagai input, melakukan satu atau lebih operasi pada input, dan mengembalikan hasil itu sebagai output.

c. Objek (*Object*)

Ketika individu berefleksi pada operasi yang diterapkan pada *process* tertentu, menjadi sadar terhadap *process* sebagai keseluruhan, menyadari bahwa transformasi (baik *action* maupun *process*) dapat bertindak padanya, dan benar-benar dapat mengkonstruksi transformasi itu, maka individu tersebut memaknai *process* sebagai *object*. Dalam kasus fungsi, *process* fungsi telah di-encapsulasi menjadi *object*, ketika individu dapat memikirkan tentang memanipulasi fungsi seperti penjumlahan, perkalian, atau hanya membentuk himpunan fungsi.

d. Skema (*Schema*)

Sekali dikonstruksi, *object* dan *process* dapat diinterkoneksi dengan berbagai cara. *Process* dan *object* dihubungkan dengan fakta bahwa *process* bertindak pada *object*. Kumpulan dari *action*, *process*, dan *object* lainnya yang terhubung secara padu dan diorganisasi secara terstruktur dalam pikiran individu disebut *schema*. *Schema* ini yang dapat diandalkan dalam menghadapi persoalan dalam bidang matematika. Perbedaan antara *schema* dengan konstruksi-konstruksi mental lainnya adalah seperti perbedaan dalam bidang biologi antara organ dengan sel. Keduanya adalah *object*, tetapi organ (*schema*) memberikan keperluan-keperluan agar sel berfungsi sebagaimana mestinya. *Schema* dari seorang individu adalah keseluruhan pengetahuan yang ia hubungkan secara sadar maupun tidak sadar dengan konsep matematika tertentu. Seorang individu dapat mempunyai *schema* untuk fungsi, *schema* untuk turunan, dan lain-lain. *Schema* sendiri dapat diperlakukan sebagai *object* dan termuat dalam organisasi *schema* pada tingkatan yang lebih tinggi. Sebagai contoh, fungsi-fungsi dapat dinyatakan sebagai himpunan, operasi pada himpunan tersebut didefinisikan, dan sifat-sifat dari operasinya dapat diperiksa. Semua ini dapat diorganisasi untuk membentuk *schema* untuk ruang fungsi yang kemudian dapat diterapkan kepada konsep-konsep seperti ruang dual, ruang pemetaan linear, dan aljabar fungsi.

Secara garis besarnya, perbedaan karakteristik pembelajaran berdasarkan teori APOS dengan pembelajaran konvensional dapat digambarkan sebagai berikut. Pertama, pada pembelajaran berdasarkan teori APOS: (1) bahan ajar disusun dengan memperhatikan tahapan-tahapan konstruksi mental aksi, proses, objek, dan skema, dan (2) mahasiswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran, ide-ide matematika ditemukan mahasiswa melalui fakta-fakta yang diperoleh dalam kegiatan laboratorium. Sedangkan pada pembelajaran secara konvensional: (1) bahan ajar tidak dirancang secara khusus, biasanya mengacu kepada buku rujukan atau diktat yang dibuat dosen, dan (2) mahasiswa menerima informasi secara pasif, ide-ide matematika diberikan dalam bentuk jadi. Kedua, pada pembelajaran berdasarkan teori APOS: dosen berperan sebagai fasilitator, yaitu memberikan bantuan kepada mahasiswa, kelompok mahasiswa, atau keseluruhan anggota kelas melalui teknik *scaffolding*, misalnya dengan mengajukan pertanyaan dan memberikan *hints* dengan berbagai cara. Sedangkan pada pembelajaran secara konvensional: dosen berperan sebagai penyampai pengetahuan. Ketiga, pada pembelajaran berdasarkan teori APOS: ada interaksi antara mahasiswa dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan dosen, mahasiswa belajar dari teman melalui kerja kelompok, diskusi, dan saling mengoreksi (interaksi multi arah). Sedangkan pada pembelajaran secara konvensional: interaksinya bersifat satu arah atau dua arah (Arnawa, 2009:64).

#### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah *Posttest Only Design* yakni kedua kelas hanya diberikan *posttest*. Dalam eksperimen ini, kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran persamaan diferensial berdasarkan paradigma teori APOS yaitu: (1) bahan ajar dirancang secara khusus berdasarkan teori APOS dan (2) pembelajarannya menggunakan siklus ACE (*activity, class discussions, exercise*), sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran persamaan diferensial secara konvensional. Sampel yang digunakan sebanyak 22 orang mahasiswa program studi Pendidikan Matematika FKIP UM Mataram yang sedang mengambil matakuliah Persamaan diferensial pada semester genap tahun akademik 2012/2013.

Pembelajaran untuk kedua kelompok dilakukan selama 8 kali pertemuan dengan 1 kali pertemuan setiap minggu selama 3 x 50 menit setiap pertemuan. Khusus untuk kelompok eksperimen, seminggu sebelum pembelajaran dimulai, diberikan latihan tentang penggunaan *software MAPLE* dalam persamaan diferensial. Satu minggu setelah pembelajaran selesai, semua mahasiswa yang terlibat dalam penelitian diberikan postes. Postes yang diberikan berupa tes soal yang terdiri dari lima item tes. Pemberian skor antara 0 dan 20 sesuai dengan substansi kebenarannya. Sebelum digunakan di kedua kelas sampel, soal ini diujicobakan terlebih dahulu di semester VI yang telah menempuh matakuliah persamaan diferensial yang berjumlah 9 orang dan selanjutnya dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Berdasarkan hasil perolehan data dilakukan pengujian hipotesis menggunakan *T-test separated varian*, dengan uji asumsi dasar berupa uji normalitas dan uji homogenitas data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Coba Instrumen

Hasil uji validitas butir soal menggunakan rumus *product moment* yang terdiri dari lima soal uraian, diperoleh kelima soal dinyatakan valid. Selanjutnya, kelima butir soal ini disertakan dalam uji reliabilitas, hasil uji reliabilitas butir soal dalam penelitian dengan rumus *Alpha Cronbah*, diperoleh adalah 0,920. Kemudian, nilai ini dikonsultasikan dengan tabel kriteria reliabilitas soal dan diperoleh instrumen ini memiliki reliabilitas sangat tinggi.

### Analisis Data

Hasil uji normalitas data, diperoleh nilai  $\chi^2_{hitung}$  pada kelas eksperimen sebesar 2,98, sedangkan nilai  $\chi^2_{tabel}$  pada taraf signifikan 5% dan derajat kebebasan 4 adalah 9,49. Sedangkan,  $\chi^2_{hitung}$  pada kelas kontrol sebesar 7,76, sedangkan nilai  $\chi^2_{tabel}$  pada taraf signifikan 5% dan derajat kebebasan 4 adalah 9,49. Sehingga distribusi data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal. Sedangkan hasil uji homogenitas, untuk kelas eksperimen diperoleh nilai varian 350,88 dan 115,88 untuk kelas kontrol. Sehingga nilai varian kelas eksperimen lebih besar dari nilai kelas kontrol. Dari kedua data ini diperoleh nilai  $F_{hitung}$  adalah 3,03, sedangkan nilai  $F_{tabel}$  dengan *dk* pembilang 11 dan *dk* penyebut 9, serta pada taraf

signifikan 5% adalah 3,10. Sehingga varian kedua data tersebut adalah homogen.

### Uji Hipotesis

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  adalah 1,07. Sedangkan  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 20$  dan taraf signifikan 5% adalah 1,721. Karena  $\chi^2_{hitung}$  lebih kecil dari  $\chi^2_{tabel}$ , maka hipotesis awal diterima, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS dibandingkan dengan metode konvensional.

## KESIMPULAN

Berdasarkan deskripsi data hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS dibandingkan dengan metode konvensional. Sehingga pembelajaran persamaan diferensial yang diajarkan dengan pendekatan teori APOS lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2009. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Arnawa, IM. et al. 2007. "Applying The APOS Theory to Improve Student Ability to Prove in Elementary Abstract Algebra". *Journal of The Indonesian Mathematical Society*. 13(1).
- \_\_\_\_\_. 2009. *Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memvalidasi Bukti pada Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS*. *Jurnal Matematika dan Sains* Juni 2009. Vol. 14 No. 2.
- Dubinsky, E. and M. McDonald. 2001. *APOS: A Constructivist Theory of Learning*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Frank, R. and Maurice Weir. *Differential Equations A Modeling Approach*. New York : Addison-Wesley Publishing Company.
- Ross, Shepley. 1984. *Differential Equations*. New York : John Wiley & Sons.