
PROSES BERPIKIR MAHASISWA DALAM MENINGKONSTRUK KONSEP MATEMATIKA

Mulyono

Jurusan Matematika FMIPA UNNES
Jl. Sekaran Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: arifahsaptari@yahoo.co.id

Abstrak

Proses berpikir merupakan proses yang dimulai dari penerimaan informasi, pengolahan, penyimpanan, dan pemanggilan informasi itu dari dalam ingatan serta perubahan-pengubahan struktur yang meliputi konsep-konsep atau pengetahuan-pengetahuan itu. Pengetahuan itu dikonstruksi sendiri oleh individu. Konsep matematika harus dikuasai oleh mahasiswa matematika. Konsep-konsep matematika itu bersifat hirarkis, artinya untuk bisa mengerti sebuah konsep harus mengerti konsep sebelumnya. Bagaimana proses berpikir mereka ketika membangun sebuah konsep matematika. Hal ini perlu dikaji secara mendalam. Pada dasarnya setiap individu itu unik, berbeda antara individu satu dengan lainnya. Untuk mencapai suatu tahap konstruksi tertentu, bisa saja antar individu berbeda proses berpikirnya. Sebuah teori konstruksi tentang konsep matematika yang dikenal dengan teori APOS, menyatakan ada 4 tahap dalam mengkonstruksi konsep matematika, yaitu (1) aksi, (2) proses, (3) objek, dan (4) skema. Seorang individu bisa melakukan 4 tahap tersebut, tapi individu lain mungkin saja tidak bisa melewati semua tahapan itu. Makalah ini memaparkan hasil penelitian proses berpikir mahasiswa dalam mengkonstruksi konsep matematika dengan berdasarkan teori APOS. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif yang bersifat kualitatif. Melalui wawancara yang mendalam akan diperoleh profil individu dalam mengkonstruksi sebuah konsep matematika.

Kata kunci: *proses berpikir, konsep matematika, Teori APOS, kualitatif*

Pendahuluan

Pada saat seseorang belajar terjadi proses berpikir, sebab pada saat belajar ia melakukan kegiatan mental. Dalam berpikir itu seseorang menghubungkan antara bagian-bagian informasi yang telah ada dalam pikiran. Pengetahuan yang diperoleh melalui informasi kemudian dihubungkan dengan pengetahuan yang sudah ada, membentuk pengertian baru. Pengertian yang baru dikonstruksi berdasarkan pengetahuan yang ia miliki.

Berpikir merupakan salah satu aktivitas berbicara dengan diri sendiri yang dapat membantu merumuskan jalan pikiran dengan lebih jelas dan teliti. Berpikir bukanlah sesuatu yang dapat dilihat dan didengar. Tentu saja seseorang tidak dapat mengetahui apa yang dipikirkan oleh orang lain jika tidak diungkapkan dengan jelas. Ada berbagai cara yang dapat mengungkapkan gagasan/pikiran, yaitu dengan tanda atau isyarat ataupun dengan bahasa, baik bahasa tulis maupun bahasa lisan. Bahasa adalah simbol yang dapat digunakan sebagai alat untuk mengungkap isi pikiran.

Menurut pandangan konstruktivisme, pengetahuan itu bukanlah suatu fakta yang tinggal ditemukan, melainkan suatu perumusan yang diciptakan orang yang sedang mempelajarinya. Pengetahuan itu (mengandung) suatu proses, bukan fakta yang statis. Pengetahuan kita adalah konstruksi (bentukan) kita sendiri. Belajar adalah kegiatan aktif untuk membentuk pengetahuan.

Menurut Piaget (dalam Suparno, 2001), pengetahuan seseorang merupakan abstraksi atas suatu objek atau hal. Piaget membedakan adanya dua macam abstraksi, yaitu: abstraksi sederhana dan abstraksi reflektif.

- 1) Abstraksi sederhana adalah abstraksi yang didasarkan pada objek itu sendiri. Dalam abstraksi ini, orang menemukan pengertian sifat-sifat objek itu sendiri secara langsung. Pengetahuan tersebut merupakan abstraksi langsung atas objek itu. Inilah yang juga disebut pengetahuan eksperimental atau empiris.
- 2) Abstraksi reflektif adalah abstraksi yang didasarkan pada koordinasi, relasi, operasi, dan penggunaan yang tidak langsung keluar dari sifat-sifat dari objek itu sendiri, tetapi dari tindakan terhadap objek itu. Inilah yang disebut abstraksi logis atau matematis.

Dubinsky (2000) mengemukakan sebuah teori untuk mempelajari bagaimana seseorang belajar konsep matematika. Teori ini disebut Teori APOS (*Action, Process, Object, dan Schema*). Teori APOS ini hadir sebagai upaya untuk memahami mekanisme *abstraksi reflektif*, yang diperkenalkan oleh Piaget untuk menggambarkan perkembangan berpikir logis anak, dan memperluas ide ini untuk konsep-konsep matematika lanjut. Menurut teori ini, seseorang dalam mengkonstruksi konsep matematika melalui empat tahap, yaitu tahap aksi, proses, objek, dan skema. Menurut Dubinsky (2000) kerangka kerja teori APOS dalam mengkonstruksi konsep matematika adalah sebagai berikut.

An *action* is transformation of an object which is perceived by the individual as being external. The transformation is carried out by reacting to external cues that give precise details on what steps to take. When an action is repeated, and the individual reflects upon it, it may be interiorized into a *process*. That is, an internal construction is made that performs the same action, but now not necessarily directed by external stimuli. When an individual reflects on actions applied to a particular process, became aware of the process as a totality, realizes that transformations (whether they be actions or process) can act on it, and is able to actually construct such transformations, then we say the individual has reconstructed this process as a cognitive *object*. A *schema* for a certain piece of mathematics is an individual's collection of actions, processes, objects, and other schema which are linked consciously or unconsciously in a coherent framework in the individual's mind and may be brought to bear upon a problem situation involving that area of mathematics.

Pada dasarnya setiap individu adalah unik. Setiap individu memiliki karakteristik khas, yang tidak dimiliki oleh individu lain. Masing-masing individu mengalami proses perkembangan dirinya yang berbeda satu sama lainnya, meskipun secara sepintas atau secara umum memiliki kesamaan-kesamaan tertentu yang tidak sedikit (Soedjadi, 2007). Tahap-tahap perkembangan diri individu, baik emosi, kognitif, dan sebagainya tidaklah selalu dapat atau bahkan sulit dilihat secara diskrit. Peralihan usia individu yang dapat ditandai dengan perubahan hari, bulan, dan tahun dengan tegas, tidaklah demikian halnya dengan perubahan "kejiwaannya" termasuk di dalamnya, emosinya, kognitifnya, dan sebagainya. Perubahan kejiwaan lebih dapat terlihat atau terasa sebagai suatu kontinum, tidaklah diskrit. Demikian pula, perkembangan pemahaman terhadap konsep-konsep matematika juga merupakan suatu kontinum.

Selain berbeda dalam tingkat kecakapan memecahkan masalah, taraf kecerdasan, atau kemampuan berpikir kreatif, siswa juga dapat berbeda dalam memperoleh, menyimpan serta menerapkan pengetahuan. Mereka dapat berbeda dalam cara pendekatan terhadap situasi belajar, dalam cara mereka menerima, mengorganisasi, dan menghubungkan pengalaman-pengalaman mereka, dalam cara mereka merespons terhadap metode pengajaran tertentu. Setiap orang memiliki cara-cara sendiri yang disukainya dalam menyusun apa yang dilihat, diingat, dan dipikirkannya. Perbedaan-perbedaan antar pribadi yang menetap dalam cara menyusun dan mengolah informasi serta pengalaman-pengalaman ini dikenal sebagai *gaya kognitif*. Gaya kognitif merupakan variabel penting yang mempengaruhi pilihan-pilihan mahasiswa dalam bidang akademik, kelanjutan perkembangan akademik, bagaimana mahasiswa belajar serta bagaimana mahasiswa dan dosen berinteraksi di dalam kelas.

Salah satu gaya kognitif yang telah dipelajari secara luas adalah apa yang disebut dengan "field independent (FI)" dan "field dependent (FD)". *Field independent (FI)* merupakan gaya kognitif yang cenderung tidak terpengaruh oleh manipulasi dari unsur-unsur pengecoh pada konteks dan mampu secara analitis untuk menentukan bagian-bagian sederhana yang terpisah dari konteks aslinya. Sedangkan *Field dependent (FD)* merupakan gaya kognitif yang cenderung sulit untuk menentukan bagian sederhana dari konteks aslinya atau mudah terpengaruh oleh manipulasi unsur-unsur pengecoh pada konteks karena memandangnya secara global.

Makalah ini akan memaparkan proses berpikir mahasiswa dalam mengkonstruksi konsep matematika untuk mahasiswa FI dan FD. Dalam mengkonstruksi konsep tersebut mengikuti tahapan dari Teori APOS. Sedangkan konsep matematika yang dikonstruksi dalam makalah ini adalah konsep grafik fungsi. Seseorang dalam mengkonstruksi konsep bisa berhasil, bisa juga gagal. Antara

individu satu dengan yang lainnya, sangatlah mungkin mempunyai lintasan belajar yang berbeda untuk mencapai pemahaman tertentu.

Metodologi

1. Jenis Penelitian dan Subjek Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian ini akan mengeksplorasi pemahaman mahasiswa yang bergaya kognitif FI dan FD tentang konsep matematika. Pada makalah ini konsep yang akan dikonstruksi adalah konsep grafik fungsi. Mahasiswa diberi soal yang berkaitan dengan sketsa grafik fungsi. Berdasarkan pekerjaannya, kemudian dilakukan wawancara. Wawancara yang mendalam di sini bertujuan untuk mengungkap gambaran pemahaman tentang konsep grafik fungsi.

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Semarang yang telah menempuh mata kuliah Kalkulus I. Mahasiswa diberi tes Group Embedded Figures Test (GEFT) untuk mengetahui gaya kognitifnya. Hasil dari tes ini digunakan untuk menentukan subjek penelitian yang termasuk dalam gaya kognitif field independent (FI) atau gaya kognitif field dependent (FD). Berdasarkan hasil tes GEFT, untuk penelitian ini dipilih satu orang dari kelompok FI dan satu orang dari kelompok FD.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri. Oleh karena itu pada saat pengumpulan data di lapangan, peneliti berperan serta selama proses penelitian dan mengikuti secara aktif kegiatan subjek penelitian yang berhubungan dengan pengumpulan data melalui wawancara.

Sebelum wawancara dilakukan, mahasiswa diberi instrumen bantu berupa lembar tugas mahasiswa (soal) yang berkaitan dengan grafik fungsi. Mahasiswa diberi lembar tugas yang berisi

2 buah soal, yaitu (1) Sketsalah grafik fungsi $f(x) = \frac{x-3}{x}$ dan (2) Sketsalah grafik fungsi

$$g(x) = \frac{x-3}{2x}.$$

3. Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan jalan memberikan soal dalam Lembar Tugas Mahasiswa kepada mahasiswa berkaitan dengan sketsa grafik fungsi. Dari hasil pekerjaan mahasiswa itulah sebagai data untuk menjadi dasar pelaksanaan wawancara. Untuk memperoleh gambaran tentang pemahaman konsep, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut : (1) mahasiswa diberi tugas untuk menyelesaikan soal, (2) peneliti memeriksa hasil pekerjaan mahasiswa, (3) peneliti memberikan pertanyaan berkaitan dengan jawaban tertulis yang diberikan oleh mahasiswa melalui wawancara. Hasil jawaban yang tertulis dan verbal (diperoleh saat wawancara) kemudian dikaji ketetapannya atau kekonsistensinya. Apabila ada data yang tidak konsisten, dapat dilakukan wawancara kembali. Data yang diperoleh pada saat wawancara direkam menggunakan MP3. Bagian-bagian dari hasil pekerjaan tertulis dan hasil rekaman yang belum dapat dimengerti, peneliti dapat mendiskusikan dengan subjek setelah menyelesaikan semua tugas.

4. Analisis Data

Berdasarkan definisi dan karakteristik Teori APOS, untuk permasalahan grafik fungsi dalam penelitian ini diturunkan indikator sebagai berikut.

Tabel 1. Indikator pemahaman mahasiswa tentang grafik fungsi

Topik	Kerangka Teori APOS	Indikator
Grafik fungsi	Aksi	Mahasiswa dapat <ul style="list-style-type: none"> - menghitung beberapa nilai fungsi dari fungsi yang diberikan, - menentukan domain dan range fungsi yang diberikan, - menghitung turunan pertama dan kedua

Topik	Kerangka Teori APOS	Indikator
		- menentukan titik kritis fungsi.
	Proses	Mahasiswa dapat <ul style="list-style-type: none"> - menentukan interval di mana fungsi naik atau turun, - menentukan interval di mana fungsi cekung ke atas atau ke bawah, - menentukan nilai ekstrim fungsi, - menentukan di mana fungsi itu mempunyai titik belok, - menentukan asimtot.
	Objek	Mahasiswa dapat <ul style="list-style-type: none"> - mensketsa grafik fungsi.
	Skema	Mahasiswa dapat <ul style="list-style-type: none"> - menghubungkan aksi, proses, dan objek untuk mensketsa grafik fungsi, - mensketsa grafik fungsi dengan menghubungkan aksi, proses, objek, dan skema yang lain (misalnya operasi pada fungsi) pada bidang koordinat Kartesius.

Hasil Dan Pembahasan

Pada bagian ini dipaparkan ringkasan dari hasil wawancara dan pekerjaan tertulis dari subjek FI dan FD. Karena keterbatasan ruang yang disediakan untuk makalah ini, maka yang disajikan di sini adalah cuplikan kecil dari paparan data yang panjang dari hasil penelitian.

A. Mahasiswa FI (Subjek 1)

i). Aksi (A):

a. Menghitung beberapa nilai fungsi (A1)

Dari wawancara diketahui bahwa subjek S1 dalam menghitung nilai fungsi memilih bilangan kecil dan yang mudah dihitung. Selain pertimbangan itu, dalam kaitannya untuk mensketsa grafik dia memilih bilangan-bilangan yang jaraknya sama. Subjek S1 dapat melakukan aksi menghitung nilai fungsi (A1) dengan lancar dan tahu tujuan pemilihan bilangan yang dihitung nilainya.

b. Domain dan range (A2)

Dari wawancara diketahui bahwa subjek S1 dapat menentukan domain dari fungsi f dan bisa menjelaskan mengapa domain seperti itu. Subjek S1 juga bisa menentukan range fungsi dan bisa menjelaskan mengapa range seperti itu. Dari sini dapat diketahui bahwa subjek S1 dapat melakukan aksi A2 dengan sempurna.

c. Turunan pertama dan kedua (A3)

Dalam menentukan turunan pertama, subjek S1 mengidentifikasi dulu bentuk fungsi yang akan diturunkan (yaitu pembagian), setelah itu memilih rumus turunan untuk bentuk fungsi tersebut. Untuk mencari turunan kedua, subjek S1 menggunakan cara yang sama dengan cara (rumus) untuk turunan pertama. Dari sini dapat terungkap bahwa subjek S1 dapat melakukan aksi A3 dengan lancar.

d. Titik kritis (A4)

Dalam menentukan titik kritis fungsi, subjek S1 mengemukakan cara yang digunakan untuk menentukan titik kritis. Dari cara itu subjek S1 menemukan titik kritisnya. Dalam hal ini, subjek S1 dapat melakukan aksi A4 dengan lancar dan benar.

ii). Proses (P):

a. Fungsi naik dan fungsi turun (P1)

Berdasarkan pekerjaannya, untuk menentukan interval di mana fungsi itu naik atau turun, subjek S1 menggunakan turunan pertama. Dia dengan mengemukakan dasar untuk

menentukan interval fungsi naik/turun, yaitu dengan turunan pertama. Dalam hal ini subjek S1, dapat melakukan proses P1 dengan lancar dan benar.

b. Kecekungan grafik (P2)

Subjek S1 dalam menentukan interval kecekungan grafik menggunakan turunan kedua. Berdasarkan turunan keduanya, kemudian dia membuat garis bilangan f'' untuk pengecekan nilai f'' . Dalam hal ini subjek S1, dapat dalam melakukan proses P2 dengan cepat.

c. Nilai ekstrim fungsi (P3)

Subjek S1 memutuskan bahwa fungsi tidak punya ekstrim karena fungsinya naik terus. Alasan tentang fungsi f ini merupakan fungsi monoton naik telah dijelaskan pada proses P1 sebelumnya. Dalam hal ini subjek S1 sudah melakukan proses P3 dengan tepat.

d. Titik belok (P4)

Subjek S1 dalam menentukan titik belok, dengan cara (1) di titik itu terjadi perubahan kecekungan dan (2) fungsi kontinu pada titik tersebut. Dengan cara itu, walaupun ada perubahan kecekungan tetapi karena tidak kontinu maka grafik tidak mempunyai titik belok. Dari ini terungkap bahwa subjek S1 melakukan proses P4 dengan lancar.

e. Asimtot (P5)

Subjek S1 lancar dalam mencari asimtot, baik mencari asimtot datar maupun tegak. Tetapi dalam mencari asimtot tegak untuk mencari limit f untuk x mendekati berapa, subjek S1 menggunakan cara titik kritis. Dalam hal ini subjek S1 belum sempurna melakukan proses P5.

iii). *Objek (O)*:

a. Sket grafik fungsi f (O1)

Subjek S1 dalam mensket grafik menggunakan semua informasi yang sudah diperoleh pada aksi (A) dan proses (P). Jadi subjek S1 dapat menghubungkan informasi-informasi pada tahap-tahap sebelumnya. Dalam tahap Objek (O), subjek S1 mampu menghubungkan aksi dan proses untuk membentuk objek.

iv). *Skema (S)*

a. Keterkaitan fungsi f dan g (S1)

Subjek S1 melihat ada keterkaitan antara fungsi f dengan fungsi g . Dia melihat dari sudut pandang perkalian skalar dengan fungsi. Dia menghubungkan dengan skema yang ia punya yaitu: perkalian skalar dengan fungsi. Jadi pada skema S1 ini, skema subjek S1 sudah kokoh.

b. Sket grafik fungsi g (S2)

Dalam mensket grafik fungsi g , subjek S1 merujuk pada hasil yang diperoleh pada fungsi f . Karena fungsi f terkait, dia memanfaatkan sket grafik f untuk mensket grafik fungsi g . Berarti subjek S1 pada skema S1 ini bisa menghubungkan skema baru dengan objek

B. Mahasiswa FD (Subjek S2).

i). *Aksi (A)*:

a. Menghitung beberapa nilai fungsi (A1)

Subjek S2 pada dasarnya tahu menghitung nilai fungsi, hanya saja dia memilih x yang muda dihitung. Jadi subjek S2 dapat melakukan aksi menghitung nilai fungsi (A1) dengan lancar.

b. Domain dan range (A2)

Subjek S2 dapat menentukan domain dari fungsi f dan bisa menjelaskan mengapa domain seperti itu. Tetapi, subjek S2 tidak bisa menentukan range fungsi dengan tepat, dia menganggap bahwa hasil dari fungsi tentu bisa semua bilangan real. Dari sini dapat diidentifikasi bahwa subjek S2 tidak dapat melakukan aksi A2 dengan sempurna.

c. Turunan pertama dan kedua (A3)

Dalam menentukan turunan pertama, subjek S2 mengidentifikasi bentuk fungsi yang akan diturunkan, setelah itu memilih rumus turunan untuk bentuk fungsi tersebut. Untuk mencari turunan kedua, subjek S2 menurunkan turunan pertama yang diperoleh. Turunan yang diperoleh berbentuk pecahan seperti bentuk fungsi semula, akan tetapi karena pembilangnya konstan, dia mengubah bentuknya menjadi $f(x) = x^n$. Dia mengatakan dengan bentuk baru ini langsung bisa diturunkan. Dari sini dapat terungkap bahwa subjek S2 dapat melakukan aksi A3 dengan lancar.

d. Titik kritis (A4)

Dalam menentukan titik kritis fungsi, subjek S2 beranggapan bahwa x yang membuat $f(x)$ tak terdefinisi merupakan titik kritis fungsi. Sehingga dia memutuskan bahwa titik kritisnya adalah x seperti itu. Dalam hal ini, subjek S2 tidak dapat melakukan aksi A4 dengan benar.

ii). Proses (P):

a. Fungsi naik dan fungsi turun (P1)

Berdasarkan pekerjaan tertulisnya, untuk menentukan interval di mana fungsi itu naik atau turun, subjek S2 menggunakan turunan pertama. Dia dengan mengemukakan dasar untuk menentukan interval fungsi naik/turun. Tetapi ketika diwawancarai subjek S2 mengatakan bahwa untuk mengecek interval tersebut melalui gambar. Hal ini menunjukkan bahwa bekerjanya mensket grafik dulu baru kemudian melihat interval untuk fungsi naik/turun. Dalam hal ini subjek S2, belum kokoh dalam melakukan proses P1.

b. Kecekungan grafik (P2)

Subjek S2 dalam menentukan interval kecekungannya menggunakan gambar grafik. Dari jawaban ini berarti subjek S2 menggambar sket grafik dulu, baru kemudian melihat sket grafik yang diperoleh untuk menentukan interval kecekungannya. Dalam hal ini subjek S2 tidak melakukan proses P2 dengan benar. Dalam hal ini subjek S2, belum kokoh dalam melakukan proses P2.

c. Nilai ekstrim fungsi (P3)

Subjek S2 memutuskan bahwa fungsi tidak punya ekstrim karena fungsinya naik terus. Walaupun dalam proses P1 di atas belum tepat, tetapi dalam proses P3 ini rasionalnya tepat. Dalam hal ini subjek S2 sudah melakukan proses P3 dengan tepat.

d. Titik belok (P4)

Subjek S2 melakukan proses P4, dengan cara melihat sket grafik yang sebelumnya telah dibuat, alasan untuk menentukan titik beloknya menggunakan pengamatan. Dari pengamatan itu dia memutuskan titik koordinat dari titik belok. Yang memandang titik belok jika "kelihatan" seperti ada "puncak" kecekungan grafik pada sketnya. Jadi subjek S2 masih belum bisa melakukan proses P4.

e. Asimtot (P5)

Subjek S2 lancar dalam mencari asimtot, terlihat dari pekerjaan tertulisnya. Tetapi ketika dia tidak mengerti untuk apa asimtot tersebut yang diperoleh tersebut. Dalam hal ini subjek S2 belum sempurna melakukan proses P5.

iii). Objek (O):

a. Sket grafik fungsi f (O1)

Subjek S2 dalam mensket grafik hanya sekedar menghitung nilai, untuk mendapatkan beberapa titik koordinat, kemudian menghubungkan titik-titik koordinat itu untuk mendapatkan sket grafiknya. Dia tidak menggunakan informasi lain yang diperoleh sebelumnya dalam membuat sket grafik. Dalam tahap Objek (O), subjek S2 tidak menghubungkan dengan aksi dan proses yang telah dilakukan.

iv). *Skema (S)*

a. Keterkaitan fungsi f dan g (S1)

Subjek S2 melihat ada keterkaitan antara fungsi f dengan fungsi g. Dia melihat dari sudut pandang perkalian skalar dengan fungsi. Dia menghubungkan dengan skema yang ia punya yaitu: perkalian skalar dengan fungsi. Jadi pada skema S1 ini, skema subjek S2 sudah kokoh.

b. Sket grafik fungsi g (S2)

Dalam mensket grafik fungsi g, subjek S2 merujuk pada hasil yang diperoleh pada fungsi f. Karena fungsi f terkait, dia memanfaatkan sket grafik f untuk mensket grafik fungsi g. Berarti subjek S2 pada skema S2 ini bisa menghubungkan skema baru dengan objek.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian proses berpikir mahasiswa yang bergaya kognitif FI dan FD dalam mengkonstruksi konsep matematika (dalam makalah ini konsep grafik fungsi) berorientasi pada teori APOS, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1) Mahasiswa yang bergaya kognitif FI (subjek S1)

Dapat melakukan aksi dan proses, walaupun ada sebagian kecil proses yang tidak sempurna. Mahasiswa FI ini mampu menginterkoneksi aksi dan proses untuk membangun objek. Dia mampu menghubungkan skema awal yang telah dimilikinya dengan objek yang baru saja dibangun. Skema grafik fungsi dari mahasiswa FI ini sudah kokoh.

2) Mahasiswa yang bergaya kognitif FD

Belum dapat melakukan aksi sempurna. Belum dapat melakukan proses dengan sempurna. Mahasiswa FD ini masih kesulitan menginterkoneksi aksi, proses, dan objek. Hal ini tampak ketika subjek mensket grafik fungsi f, dia tidak menggunakan sifat-sifat fungsi seperti kemonotonan, kecekungan, dan asimtot. Dia mensket grafik hanya mengambil beberapa nilai fungsi kemudian koordinat-koordinatnya dihubungkan. Mahasiswa ini mampu menghubungkan skema awal yang dipunyai dengan objek yang dia miliki, walaupun objek yang dia miliki belum tepat. Jadi skema mahasiswa FD ini tentang grafik fungsi belum kokoh.

Daftar Pustaka

- Ahmadi, A. dan Supriyono, W. 2004. *Psikologi Belajar*. Edisi Revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Ardana, I M. 2000. *Pengembangan Pembelajaran Bilangan Bulat Berorientasi Pada Kecenderungan Kognitif Secara Psikologis Sebagai Upaya Peningkatan Konsep Diri Akademis Matematika Siswa Sekolah Dasar Laboratorium IKIP Negeri Singaraja*. Makalah S3. Pascasarjana UNESA Surabaya.
- Asiala, M., dkk. 2004. *A Framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education*. <http://www.math.kent.edu/~edd/Framework.pdf>. Didownload pada tanggal 16 Juni 2009.
- Clark, dkk. 1997. *Constructing a Schema: The Case of the Chain Rule*. *Journal of Mathematical Behavior*. Vol 16 No 4 hal: 345-364.
- DeVries, David J. 2001. *RUMEC/APOS Theory Glossary*. <http://www.cs.gsu.edu/~rumec/glossary>. Didownload pada tanggal 16 Juni 2009.
- Dubinsky. 2000. *Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses*. <http://itsn.mathstore.ac.uk/newsletter/may2001/pdf/learning.pdf>. Didownload pada tanggal 16 Juni 2009.
- Dubinsky, dan Fauvel, J. 2000. *Teaching and Learning Undergraduate Mathematics*. <http://www.bham.ac.uk/ctimath/talum12.htm>. Didownload pada tanggal 16 Juni 2009.
- Grouws, D.A. 1992. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Mcmillan Publishing Company.
- Hudojo, H. 1999. *Hand Out Kognitif Lanjut*. Program Pascasarjana Unesa.
- Hudojo, H. 2005. *Kapita Selektia Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang.

- Liu, Y. & Ginter, D. 1999. *Cognitive Styles and Distance Education*. Department of Psychology and Special Education, Texas A&M University-Commerce. Online Journal of Distance Learning Administration, Volume II, Number III, Fall 1999, State University of West Georgia. Didownload pada tanggal 10 Mei 2009.
- Rahman, A. 2003. Analisis Hasil Belajar Matematika Berdasarkan Gaya Kognitif Guru dan Gaya Kognitif Siswa pada Kelas II SMU Negeri 3 Makassar. Laporan Penelitian. Makassar: Lembaga Penelitian UNM Makassar.
- Slameto, 1995. *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Edisi Revisi. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sobur, Alex. 2003. *Psikologi Umum*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Soedjadi, R. 2000. *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia: Konstataasi Keadaan Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Jakarta: Dirjen Dikti.
- Soedjadi, R. 2007. *Masalah Kontekstual Sebagai Batu Sendi Matematika Sekolah*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah (PSMS) Unesa.
- Solso. R.L. 1995. *Cognitive Psychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Suharnan. 2005. *Psikologi Kognitif*. Surabaya: Srikandi.
- Sujanto, A. 2004. *Psikologi Umum*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Suparno, P. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suparno, P. 2001. *Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget*. Yogyakarta: Kanisius.
- Widada, W. 2003. *Struktur Representasi Pengetahuan Mahasiswa tentang Permasalahan Grafik Fungsi dan Kekonvergenan Deret Takhingga pada Kalkulus*. Disertasi. Surabaya: Pascasarjana Unesa.