

KONSTRUKSI PEMAHAMAN KONSEP GRAFIK FUNGSI MAHASISWA BERGAYA KOGNITIF *FIELD INDEPENDENT*

Construction of Conept Understanding of Fnnction Graph on Field-Independent-Cognitive-Style Student

Oleh: Mulyono, Jurusan Matematika FMIPA UNNES
email: arifahsaptari@yahoo.co.id

Abstrak

Pada dasarnya setiap individu itu unik. Untuk mencapai suatu pemahaman suatu konsep matematika tertentu, mungkin saja masing-masing individu mempunyai perjalanan yang berbeda. Perbedaan pada cara-cara orang memproses dan memanfaatkan lingkungannya dapat berpengaruh terhadap hasil belajarnya. Perbedaan ini disebut dengan gaya kognitif (*cognitive style*). Gaya kognitif yang secara luas dibicarakan dan penting dalam pendidikan, yakni: *field-independent* (FI) dan *field-dependent* (FD). Menurut teori APOS, seseorang dalam mengkonstruksi konsep matematika melalui langkah-langkah Aksi, Proses, Objek, dan Skema. Permasalahan grafik fungsi merupakan salah satu permasalahan yang menarik sebagai objek kajian para peneliti. Bagaimana konstruksi pemahaman konsep grafik fungsi mahasiswa bergaya kognitif *field independent* berorientasi pada Teori APOS merupakan fokus dari penelitian ini. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif yang bersifat kualitatif. Yang menjadi subjek penelitian adalah seorang mahasiswa *field independent* yang telah mengikuti kuliah kalkulus. Dari hasil penelitian ini subjek penelitian ini sudah kokoh pemahamannya untuk konsep grafik fungsi.

Kata kunci: gaya kognitif, *field independent*, teori APOS, grafik fungsi

Abstract

Basically, every human is unique. To understand some mathematics concepts, every student may have different style. Cognitive style constitutes to variety of the way to process and abuse learning environment which may imply to learning result. Two types of cognitive style are field-independent (FI) and field-dependent (FD). According to APOS theory, students construct their mathematics concept through Action, Process, Object, and Schema steps. Problems in graph of function are essential topics for researchers. This research focused on how do field-independent-stylized students construct the graph of function based on APOS theory. Subject in this research was one graduate student which has taken Calculus course. As a result, the subject understood firmly the concept of function graph.

PENDAHULUAN

Piaget (dalam Suparno, 1997) menyatakan bahwa pengetahuan matematika harus dikonstruksi oleh siswa sendiri melalui interaksi dengan objek yang sedang dipelajari. Dubinsky (2000) mengemukakan teori konstruksi konsep matematika melalui 4 langkah yaitu aksi, proses, objek, dan skema. Keempat langkah itu kemudian disebut kerangka APOS.

Menurut Dubinsky (dalam DeVries, 2001), 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.

Menurut Dubinsky (2000), pemahaman terhadap suatu konsep matematika merupakan hasil konstruksi atau rekonstruksi terhadap objek-objek matematika. Konstruksi atau rekonstruksi itu dilakukan melalui aktivitas aksi-aksi, proses-proses, dan objek-objek matematika yang diorganisasikan dalam suatu skema untuk memecahkan masalah matematika. Hal ini dapat dianalisis melalui suatu analisis dekomposisi genetik sebagai operasionalisasi dari Teori APOS (*Action, Process, Object, and Schema*). Teori APOS merupakan teori konstruktivis tentang bagaimana terjadinya/berlangsungnya pencapaian pembelajaran suatu konsep atau prinsip matematika, yang dapat digunakan sebagai suatu elaborasi tentang konstruksi mental dari aksi, proses, objek, dan skema. Teori ini dapat digunakan sebagai alat analisis untuk mendeskripsikan perkembangan skema seseorang pada suatu topik matematika yang merupakan totalitas dari pengetahuan yang terkait terhadap objek tersebut. Perkembangan skema merupakan suatu proses yang dinamis dan selalu berubah.

Selain berbeda dalam tingkat kecakapan memecahkan masalah, taraf kecerdasan, atau kemampuan berpikir kreatif, mahasiswa juga dapat berbeda dalam memperoleh, menyimpan serta menerapkan pengetahuan (Clark, 1997). 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. Para ahli psikolog telah melihat suatu perbedaan pada cara-cara orang memproses dan memanfaatkan lingkungannya yang dapat berpengaruh terhadap hasil belajar siswa di sekolah. Perbedaan ini sering disebut dengan gaya kognitif (*cognitive styles*). Salah satu gaya kognitif yang telah dipelajari secara luas adalah apa yang disebut dengan "*field independent (FI)*" dan "*field dependent (FD)*" (Liu dan Ginter, 1999). *Field independent (FI)* merupakan gaya kognitif yang cenderung tidak terpengaruh oleh manipulasi dari unsur-unsur pengecoh pada konteks dan mampu secara analitik 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.

sur pengecoh pada konteks dan mampu secara analitik 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.

Grafik fungsi merupakan salah satu topik matematika yang dipelajari oleh mahasiswa yang sedang mengikuti kuliah kalkulus. Konsep grafik fungsi ini akan membantu untuk mempelajari topik-topik lanjutan dari kalkulus. Dalam aplikasi masalah maksimum dan minimum, grafik fungsi berperan cukup penting. Jadi grafik fungsi merupakan salah satu topik yang esensial sehingga diperlukan pemahaman secara benar.

Dalam mengkonstruksi konsep matematika, masing-masing individu mungkin mempunyai perbedaan dalam cara mengkonstruksi konsep tersebut. Kecenderungan seseorang dalam cara mengkonstruksi sebuah konsep dapat dilihat dari gaya kognitifnya. Pada makalah ini, akan dipaparkan hasil penelitian perkembangan skema mahasiswa yang bergaya kognitif *field independent (FI)* dalam mengkonstruksi konsep grafik fungsi berdasarkan kerangka kerja teori APOS.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian dan Subjek Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian ini akan mengeksplorasi pemahaman mahasiswa yang bergaya kognitif FI tentang 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). Pada saat tes, peserta sebanyak 30 mahasiswa. Berdasarkan hasil tes GEFT, untuk penelitian ini dipilih satu orang dari kelompok FI.

Instrumeu Peuelitian

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

$$f(x) = \frac{x-2}{x+1} \text{ dan (2) Sketsalah grafik fungsi } g(x) = \frac{x-2}{2(x+1)}$$

Prosednr Pengumpnlan 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-bagain dari hasil pekerjaan tertulis dan hasil rekaman yang belum dapat dimengerti, peneliti

dapat mendiskusikan dengan subjek setelah menyelesaikan semua tugas.

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

Kerangka	Kriteria
Teori APOS	
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 - 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 menghuhungkan aksi, proses, objek, dan skema yang lain (misalnya operasi pada fungsi) pada bidang koordinat Kartesius.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Action (A):

a. Mengbitung beberapa nilai fungsi (A1)

Cuplikan 1:

- P11.2 : Bagaimana cara anda menyelesaikan soal 1a?
 S11.2 : Beberapa nilai fungsi diambil sembarang, beberapa bilangan yang mudah dimasukkan ke fungsi ini. Saya mengambil $x=0$, $x=1$, dan $x=2$, agar bilangan mudah dihitung.
 P11.3 : Bagaimana cara menghitungnya?
 S11.3 : Misalnya diambil $x=0$ dimasukkan ke fungsi, untuk mengganti x , kemudian dihitung nilai fungsinya.

Bersasarkan cuplikan 1, subjek S1 dalam menghitung nilai fungsi memilih bilangan kecil dan yang mudah dihitung (S11.2). Subjek S1 dapat melakukan aksi menghitung nilai fungsi (A1) dengan lancar dan tahu tujuan pemilihan bilangan yang dihitung nilainya.

b. Domain dan range (A2)

Cuplikan 2

- P11.16 : Menurut Anda range itu adalah himpunan bilangan-bilangan. Bilangan-bilangan itu diperoleh dari mana?
 S11.16 : Domainnya bilangan real selain -1, kalau dimasukkan ke fungsi ketemunya juga real. Jadi rangenya bernpa himpunan bilangan real.
 P11.17 : Apakah jika ada bilangan real di range, ada bilangan di D_f yang nilainya di range?
 S11.17 : Iya.
 P11.18 : Adakah bilangan x di domain, sehingga ada bilangan 1 di range?
 S11.18 : Tinggal dimasukkan saja x -nya. (Mengerjakan, dengan mengganti x dengan cara $\frac{x-2}{x+1}=1$).
 Tidak ada, pak.
 P11.19 : Kalau tidak ada bagaimana rangenya?
 S11.19 : Jika $f(x)=1$ tidak ada, berarti persamaan $\frac{x-2}{x+1}=1$ tidak dipenuhi. Jadi rangenya berupa R selain 1.

Dari cuplikan 2 diketahui bahwa subjek S1 dapat menentukan domain dari fungsi f dan bisa menjelaskan mengapa domain seperti itu (S11.16). Subjek S1 juga bisa menentukan range fungsi dan bisa menjelaskan mengapa range seperti itu (S11.18 dan S11.19). Dari sini dapat diketahui bahwa subjek S1 dapat melakukan aksi A2 dengan sempurna.

c. Turunan pertama dan kedua (A3)

Cuplikan 3.(1):

- P11.24 : Apakah sudah menghitung f' dan f'' ?
 S11.24 : Sudah.
 P11.25 : Bagaimana cara anda menghitungnya?
 S11.25 : Dengan rumus $f(x) = \frac{x-2}{x+1}$, dimisalkan $u = x-2$ dan $v = x+1$. sehingga $u' = \frac{d(x-2)}{dx} = 1$ dan $v' = \frac{d(x+1)}{dx} = 1$.
 P11.26 : Anda menggunakan rumus yang mana?
 S11.26 : Misal $y = \frac{u}{v}$ maka $y' = \frac{u'v - u.v'}{v^2}$.

Cuplikan 3.(2):

- P11.28 : Bagaimana mencari f'' ?
 S11.28 : Turunan pertama tadi diturunkan lagi.

$$f'(x) = \frac{3}{(x+1)^2}, u = 3 \rightarrow u' = 0$$

$$v = (x+1)^2 \rightarrow v' = \frac{dv}{dx} = 2x+2$$

Maka menghitungnya seperti tadi $y' = \frac{u'v - u.v'}{v^2}$. Seperti ini (Sambil menunjukkan pekerjaannya)

Dalam menentukan turunan pertama, subjek S1 mengidentifikasi dulu bentuk fungsi yang akan diturunkan (S11.26), setelah itu memilih rumus turunan untuk bentuk fungsi. Untuk mencari turunan kedua, subjek S1 menggunakan cara yang sama dengan cara (rumus) untuk turunan pertama (S11.28). Dari sini dapat terungkap bahwa subjek S1 dapat melakukan aksi A3 dengan lancar.

d. Titik kritis (A4)

Cuplikan 4:

- P11.37 : Bagaimana Anda mencari titik kritis dari fungsi f itu?
 S11.37 : Pertama saya mencari harga $f'(x) = 0$ apakah ada yang memenuhi atau kita cari ketika harga $f'(x)$ -nya tidak terdefinisi ketika x sama dengan berapa.
 P11.38 : Terus untuk fungsi ini bagaimana?
 S11.38 : Pertama saya kan mencari harga $f'(x) = 0$, ternyata tidak ada harga x yang memenuhi.
 P11.39 : Terus...?
 S11.39 : Kedua, saya mencari harga $f'(x)$ yang tidak terdefinisi. Itu saya melihat daerah asal fungsi f . Ternyata $f'(x)$ tidak terdefinisi ketika $x = -1$.

Dalam menentukan titik kritis fungsi, subjek S1 mengemukakan cara yang digunakan untuk menentukan titik kritis (S11.37 dan S11.39). Dari cara itu subjek S1 menemukan titik kritisnya (S11.39). Dalam hal ini, subjek S1 dapat melakukan aksi A4 dengan lancar dan benar.

2. Process (P):

a. Fungsi naik dan fungsi turun (P1)

Cuplikan 5:

- P11.43 : Pada sub interval mana grafik f itu naik atau turun?
 S11.43 : Secara konsep akan naik apabila $f'(x) > 0$ dan akan turun apabila $f'(x) < 0$. Maka f akan naik pada interval $x > 0$. Kemudian f akan turun jika $f'(x) < 0$. Kemudian dites harga-harganya. Salah... salah... yang benar $x > -1$. Jadi $x > -1$, f naik dan $x < -1$, f turun.

Berdasarkan pekerjaan tertulisnya, 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 (S11.43). Subjek S1 juga paham apa yang dimaksud fungsi naik (S11.44). Dalam hal ini subjek S1, dapat melakukan proses P1 dengan lancar dan benar.

b. Kecekungan grafik (P2)

Cuplikan 6:

- P11.45 : Anda mencari turunan kedua untuk apa?
 S11.45 : Untuk mencari kecekungan grafik itu. Ketika $f'(x) > 0$ grafik akan cekung ke atas dan ketika $f'(x) < 0$ grafik akan cekung ke bawah.
 P11.46 : Untuk x yang mana, grafik cekung ke atas atau ke bawah?
 S11.46 : Untuk $x < -1$ grafik cekung ke atas dan untuk $x > -1$ grafik cekung ke bawah (sambil mendemonstrasikan dengan gambar).

Subjek S1 dalam menentukan interval kecekungan grafik menggunakan turunan kedua (S11.45). 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)

Cuplikan 7:

- P11.50 : Fungsi f ini punya nilai ekstrim nggak? Punya maksimum atau minimum?
 S11.50 : Menurut analisis saya ... tidak punya, karena harga $f'(x) = 0$ tidak ada yang memenuhi.
 P11.51 : Syaratnya di titik itu terjadi nilai ekstrim apa?
 S11.51 : $f'(x) = 0$.

Subjek S1 memutuskan bahwa fungsi tidak punya ekstrim karena fungsinya naik terus (S11.51). Dalam hal ini subjek S1 sudah melakukan proses P3 dengan tepat.

d. Titik belok (P4)

Cuplikan 8:

- P11.69 : Untuk $f(x) = \frac{x-2}{x+1}$, grafiknya punya titik belok nggak?
 S11.69 : Tidak punya.
 P11.70 : Kenapa kok tidak punya?
 S11.70 : Tidak kontinu.
 P11.71 : Mengapa kok tidak kontinu?
 S11.71 : $f(-1)$ -nya tidak terdefinisi.
 P11.72 : Di kiri dan kanan -1 itu kecekungannya sama nggak?
 S11.72 : Berbeda.

Subjek S1 dalam menentukan titik belok, dengan cara (1) fungsi kontinu pada titik tersebut (S11.70) dan (2) di titik itu terjadi perubahan kecekungan (S11.72). 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)

Cuplikan 9.(1):

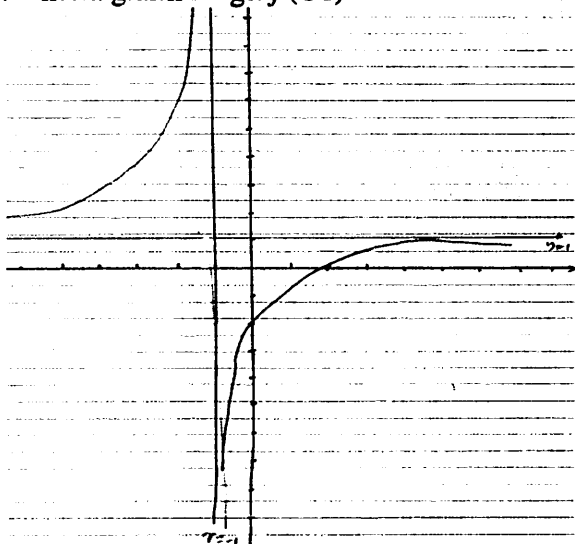
- P11.77 : Grafik f ini punya asimtot nggak?
 S11.77 : Punya. $x = -1$ dan $y = 1$ sebab $\lim_{x \rightarrow -1^+} f(x) = -\infty$ dan $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 1$.
 P11.78 : Asimtot datarnya apa dan asimtot tegaknya apa?
 S11.78 : Yang datar yang $y = 1$ ini. Yang tegaknya yang $x = -1$.

Subjek S1 lancar dalam mencari asimtot, baik mencari asimtot datar maupun tegak

(S11.77). Dalam hal ini subjek S1 sudah sempurna melakukan proses P5.

3. Object (O):

a. Sketsa grafik fungsi f (O1)



Gambar 1. Sketsa Grafik Fungsi dan Asimtotnya

Cuplikan 10:

- P11.91 : Ok. Apakah Anda menggambar tadi berdasarkan informasi yang diperoleh tentang fungsi naik/turun, kecekungan, dan lain-lain atau sekedar menghubungkan beberapa nilai saja?
- S11.91 : Pertama menghitung beberapa nilai f . Kedua, dicari di mana fungsi itu naik/turun dan kecekungannya. Kemudian menghubungkan beberapa titik yang sudah dihitung tadi.

Subjek S1 dalam mensket grafik menggunakan semua informasi yang sudah diperoleh pada aksi (A) dan proses (P) hal ini terlihat dari (S11.91). 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.

4. Scheme (S)

a. Keterkaitan fungsi f dan g (S1)

Cuplikan 11:

- P11.93 : Apakah Anda melihat kaitan fungsi f dan g ?

S11.93 : Kaitannya adalah bahwa fungsi f dan g mempunyai domain yang sama.

P11.94 : Apakah fungsi g bisa diperoleh dari fungsi f ? Fungsi f diapakan?

S11.94 : Bisa. Dikalikan dengan $\frac{1}{2}$.

Subjek S1 melihat ada keterkaitan antara fungsi f dengan fungsi g . Dia melihat dari sudut pandang domainnya (S11.93) dan perkalian skalar dengan fungsi (S11.94). 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)

Cuplikan 12:

P11.105 : Anda bisa memanfaatkan dari grafik f itu?

S11.105 : Bisa.

P11.106 : Dengan cara bagaimana kalau bisa?

S11.106 : Pertama begini, kalau asimtot tegaknya sama, tidak berubah. Asimtot datarnya berubah. Tadi asimtot datarnya 1 berarti

$\frac{1}{2}$ dari 1 itu asimtot datarnya (untuk fungsi g).

P11.107 : Anda menulis digeser, apa maksudnya?

S11.107 : Dikalikan $\frac{1}{2}$ itu.

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 (S11.106) dan (S11.107). Berarti subjek S1 pada skema S1 ini bisa menghubungkan skema baru dengan objek

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa mahasiswa FI dapat melakukan aksi dan proses. Subjek ini mampu interkoneksi 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.

Saran

Untuk memperoleh data yang kredibel perlu dilakukan triangulasi data, misalnya dengan melakukan interviu lagi untuk soal yang setara. Dari penelitian ini bisa dikembangkan untuk materi selain grafik fungsi.

DAFTAR PUSTAKA

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/~rumecl/>

Dubinsky. 2000. *Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses*. <http://ltsn.mathstore.ac.uk/newsletter/n1ay2001/pdf/learning.pdf>. Didownload pada tanggal 16 Juni 2009.

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.

Suparno, Paul. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.