

THE EXISTENCE OF STUDENTS IN TRANS EXTENDED COGNITIVE DEVELOPMENT ON LEARNING OF GRAPH THEORY*)

Wahyu Widada

Professor of Mathematics Education at the University of Bengkulu

Email : wahyu.unib@gmail.com

Abstract

The results of previous research Wahyu (2001-2009), found the reinforce and complement the theory of Cognitive Development (Scheme) student (Extended Level Triad++) in the learning of mathematics. The purposes of the study are: 1) to generate a new theory about the Extended Level Triad++ ie levels of development schemes student to Graph Theory finer (from five levels to seven levels); 2) to determine the characteristics of the new levels of the triad (the Triad Level Extended++). In the qualitative research, data were collected from a task-based interview, then performed the data reduction, and presentation of data, as well as the next steps as set out in the flowchart prosesur collection and analysis of data, the data analysis will apply genetic decomposition analysis. Then to get a characterization of each level of the development carried out by the method-comparison analysis-fixed, by applying the theory of Glaser & Strauss, a theorizing process through four stages. The results of this study obtained in the form of advanced theory Extended Level Triad++. The theory is then summarized in a network schema development consisting of seven levels, ie the level of pre-intra, intra, semi-inter-level, international level, the level of semi-trans, trans level, and the level of extended-trans.

Keywords: Extended Trans, Development Scheme, Triad Level

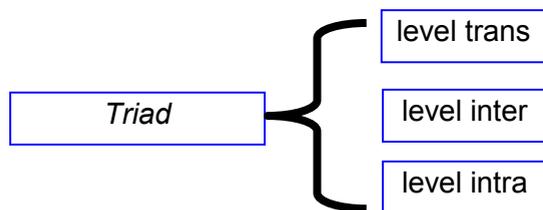
*) Disajikan pada Seminar Internasional PPs UNP Padang 28-30 September 2013

PENDAHULUAN

Hasil penelitian Wahyu Widada (2009) melalui Hibah Kompetensi diperoleh level baru dari Level Triad+ yakni Pra-Intra Level sehingga diperoleh enam level menjadi Level Triad++. Namun perkembangan kognitif mahasiswa dalam mempelajari Teori Graph ternyata memiliki perkembangan yang sangat signifikan, hingga Wahyu Widada (2009) menemukan mahasiswa yang diindikasikan melampaui Level Intra pada pelevelan teori Level Triad++. Sebab teori kognitif memandang individu sebagai pemroses informasi yang aktif, sehingga individu tersebut mampu merepresentasikan setiap informasi sesuai dengan tingkat pengetahuan yang dimiliki, dan menjadikannya sebagai suatu struktur representasi pengetahuan berupa *frame*, atau berupa *skema*, atau berupa *script* yang disimpannya dalam memori (Beddely, 1998; Davis & Tall, 1998; Hunt & Ellis, 1999; Solso, 1995; Dubinsky, 1987, 1989, 1995, 2000; Dubinsky, E. & Lewin, P., 1986; Asiala, et al., 1997; Dubinsky & McDonald, 2000; Dubinsky & Yiparaki, 2001; DeVries, 2000).

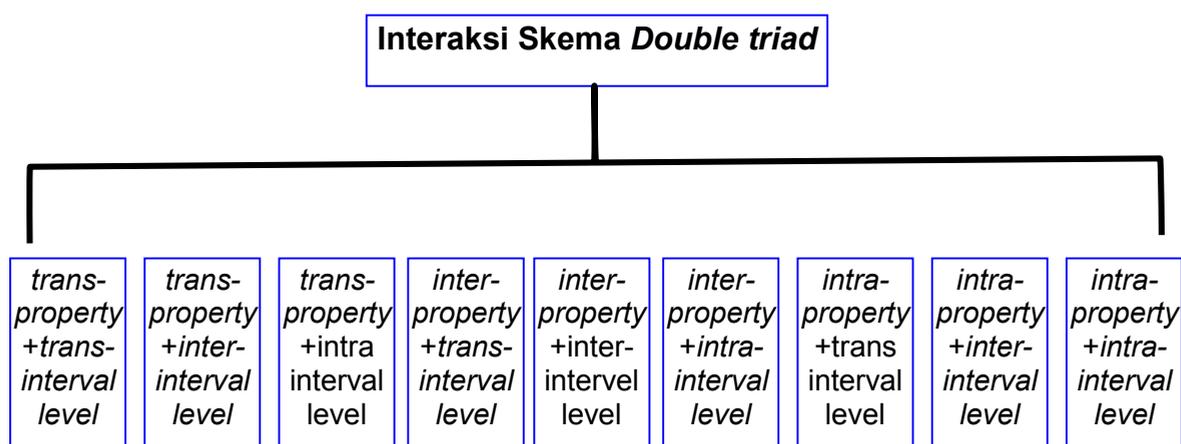
Bila dirujuk kembali hasil penelitian Wahyu Widada (2001) tentang perkembangan skema mahasiswa dalam mempelajari Kalkulus (terutama masalah Grafik Fungsi dan Deret Takhingga) berada pada tiga tingkatan yang hierarkis dan fungsional. Urutan dari level-level tersebut adalah level intra sebagai level terendah (level 0), level inter sebagai level

menengah (level 1), dan level trans sebagai level tertinggi (level 2). Ini berarti pengetahuan mahasiswa level ke- i termuat dalam pengetahuan mahasiswa level ke- $(i+1)$, untuk $i=0, 1$.



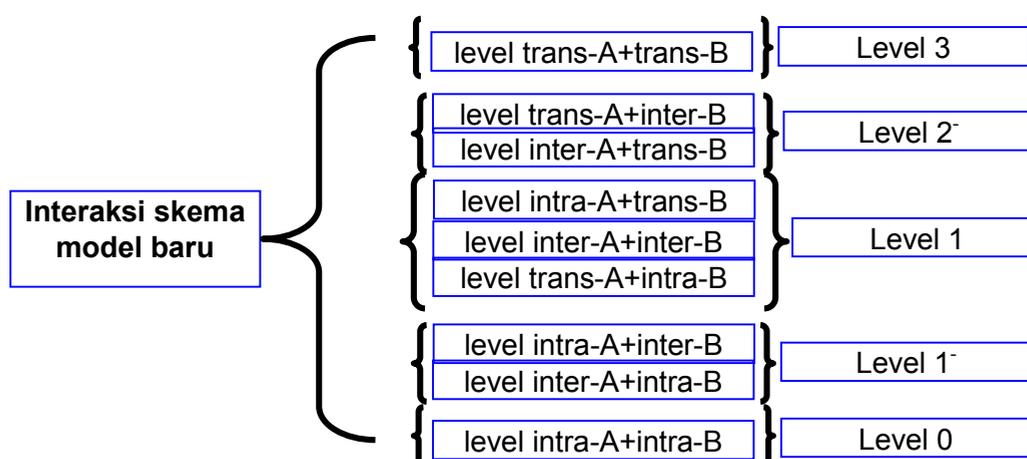
Gambar 1.1 Triad Perkembangan Skema

Berdasarkan hasil penelitian di atas, Wahyu Widada (2002a, 2002b, 2002c, 2002d, 2002e) mengembangkan penelitian yang sama tentang model interaksi skema mahasiswa. Model interaksi skema yang dimaksud dalam penelitian tersebut adalah model yang digunakan untuk mendeskripsikan data (proses menyelesaikan masalah) dengan level berpasangan dari triad (*double triad*). *Double triad* dalam permasalahan sketsa grafik fungsi adalah triad berpasangan yang mendasarkan dua skema yang berbeda, tetapi keduanya dimanfaatkan dalam skema mensketsa grafik. Dua skema tersebut adalah skema kondisi sifat fungsi (*property schema*) yang diberikan (turunan pertama, turunan kedua, limit, dan kekontinuannya), dan skema interval (*interval schema*) pada domain (interval-interval yang saling berdekatan atau yang *overlap*). Setiap skema dideskripsikan secara terpisah, dan kemudian didemonstrasikan dalam suatu pasangan dari model interaksi skema. Data menunjukkan bahwa dalam mensketsa grafik suatu fungsi terdapat sembilan level interaksi skema *double triad*. Sembilan level interaksi skema tersebut tidak terurut secara jelas, hanya level terendah (yakni *intra-property+intra-interval level*) dan level tertinggi (yaitu *trans-property+trans-interval level*) yang dapat terlihat secara jelas. Sedangkan level-level yang lainnya tidak diurutkan secara tegas. Adapun sembilan level interaksi skema *double triad* dimaksud adalah sebagai berikut.



Gambar 1.2 Interaksi Skema *Double triad*

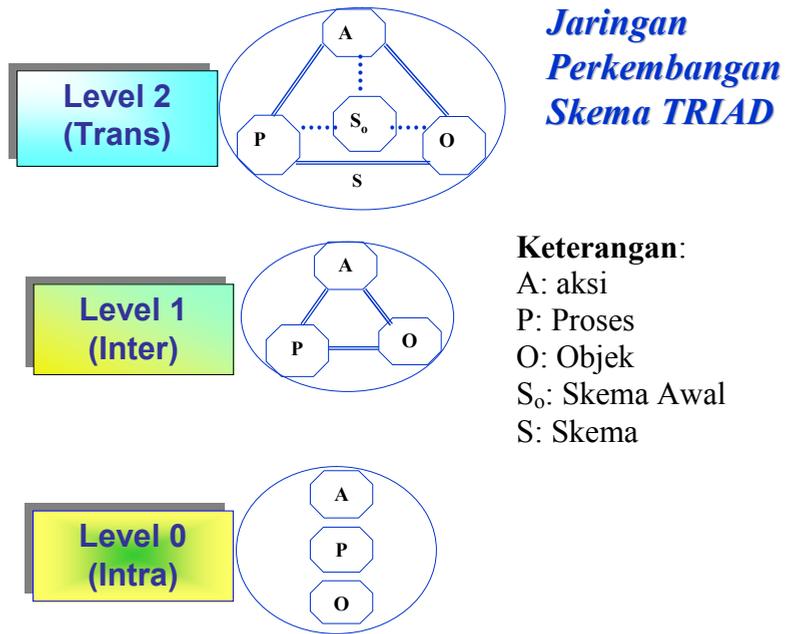
Namun dari penelitian di atas, terlihat bahwa hasil dari interaksi skema *double triad* tidak bersifat herarkis dan fungsional, untuk itu Wahyu Widada (2003) meneliti tentang Interaksi Skema Model Baru. Interaksi *skema* model baru tersebut didefinisikan sebagai berikut. Misal untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu harus melibatkan interkoneksi dua *skema* yang berbeda, sebut saja *skema* A dan *skema* B, maka terdapat lima level dalam interaksi *skema* model baru. Lima level tersebut terurut secara tetap, level intra sebagai level 0, level semiinter sebagai level 1, level inter sebagai level 2, level semitrans sebagai level 3, dan level trans sebagai level 4, pelevelan ini dapat dilihat pada Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3 Interaksi *skema* model baru (ISMB)

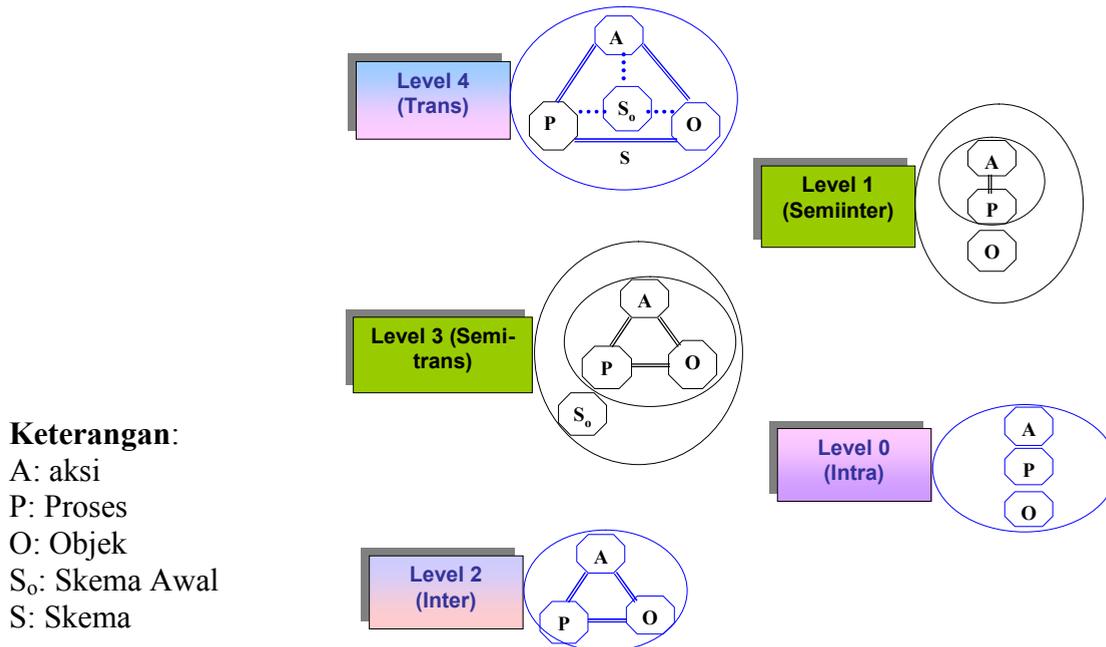
Kemudian Wahyu Widada (2004) meneliti Struktur Representasi Pengetahuan (Skema) Mahasiswa Matematika berbasis Triad Level, sehingga diperoleh jaringan perkembangan skema seperti pada gambar 1.4.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian di atas, Wahyu Widada melakukan **Penelitian Fundamental** (2005), tentang Dekomposisi Genetik Mahasiswa dalam Mempelajari Teori Graph (berbasis Perkembangan Skema dengan menggunakan Teori APOS). Hasil penelitian fundamental 2005 tersebut adalah ditemukan dua level baru dalam pelevelan triad (yaitu level semiinter dan level semitrans) sebagai langkah awal memperbaiki level triad. Dan yang penting lagi pelevelan tersebut bersifat herarkis dan fungsional, sehingga terdapat lima level triad (yang terdiri dari tiga level triad dan ditambah dua level baru) yang bersifat herarkis dan fungsional, meskipun hal ini masih dalam substansi teori graph.



Gambar 1.4 Jaringan Perkembangan Skema

Untuk mengembangkan teori tersebut, maka Wahyu Widada melakukan **Penelitian Fundamental** (2006a) tentang Pengembangan Teori Perkembangan Skema (**Triad Level⁺**) tentang Kalkulus pada Mahasiswa Matematika. Hasil penelitian tersebut adalah berupa jaringan perkembangan skema mahasiswa sebagai berikut.



Gambar 1.5 Jaringan Perkembangan Skema sesuai Level Triad⁺

Berdasarkan penelitian Wahyu Widada (2006a, 2006b, 2006c, 2006d) tersebut, secara teoretik dan empirik ditemukan bahwa pada pelevelan perkembangan skema (*triad*)

mahasiswa dalam mempelajari matematika, ada level baru di antara level intra dan level inter yakni level semiinter, serta ada level baru di antara level inter dan level trans, yakni level semitrans. Hal ini berarti bahwa ada lima level perkembangan skema mahasiswa dalam mempelajari matematika yaitu Level 0 (level intra), Level 1 (level semi-inter), Level 2 (level inter), Level 3 (level semi-trans), dan Level 4 (level trans), dan selanjutnya pelevelan tersebut dinamai **Level Triad+** (Wahyu Widada, 2007). Namun dalam pembelajaran **Teori Graph** yang diampu oleh Wahyu Widada T.A. 2009, mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu ditemukan banyak karakter di luar karakter **Level Triad+**, salah satunya ada mahasiswa dapat melakukan akselerasi dari Level 1 langsung ke Level 4, ada juga mahasiswa yang sebaliknya yaitu dari Level 4 turun ke Level 2, dan ada yang sigsag, serta tidak menentu. Kesemua ini belum ter-cover dalam Level Triad+. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan teori tersebut, yang akan dimanai dengan Level Triad++.

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang dirumuskan dalam penelitian ini, maka jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang dimulai dengan penelitian pustaka dan dilanjutkan penelitian empirik berupa penelitian kualitatif. Dalam penelitian kualitatif, dilakukan *interview* berbasis tugas (*the task-based interview*) (Goldin, 1998; Thomas, Mulligan & Goldin, 2002; Tsamir & Dreyfus, 2002; Wahyu Widada, 2001; 2002a-2002e; 2003; 2006; 2009).

Dalam studi ini, subjek dipilih tidak secara random, namun diambil Mahasiswa Matematika FKIP UNIB dengan mempertimbangkan prestasi akademik Kalkulus, dilakukan sesuai dengan diagram alur Gambar 2.1.

Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini wawancara (dalam hal ini peneliti sendiri) dan dipandu oleh instrumen lain berupa lembar tugas tentang permasalahan Teori Graph, serta pedoman *interview*. Permasalahan Teori Graph yang dimaksud dalam hal ini adalah suatu pertanyaan untuk menemukan/menemukan kembali konsep/prinsip dalam Teori Graph. Pemecahan masalah ini melibatkan dua *skema* yang berbeda namun terintegrasi, yakni *skema* konsep-konsep dalam Teori Graph, dan *skema* prinsip-prinsip dalam Teori Graph.

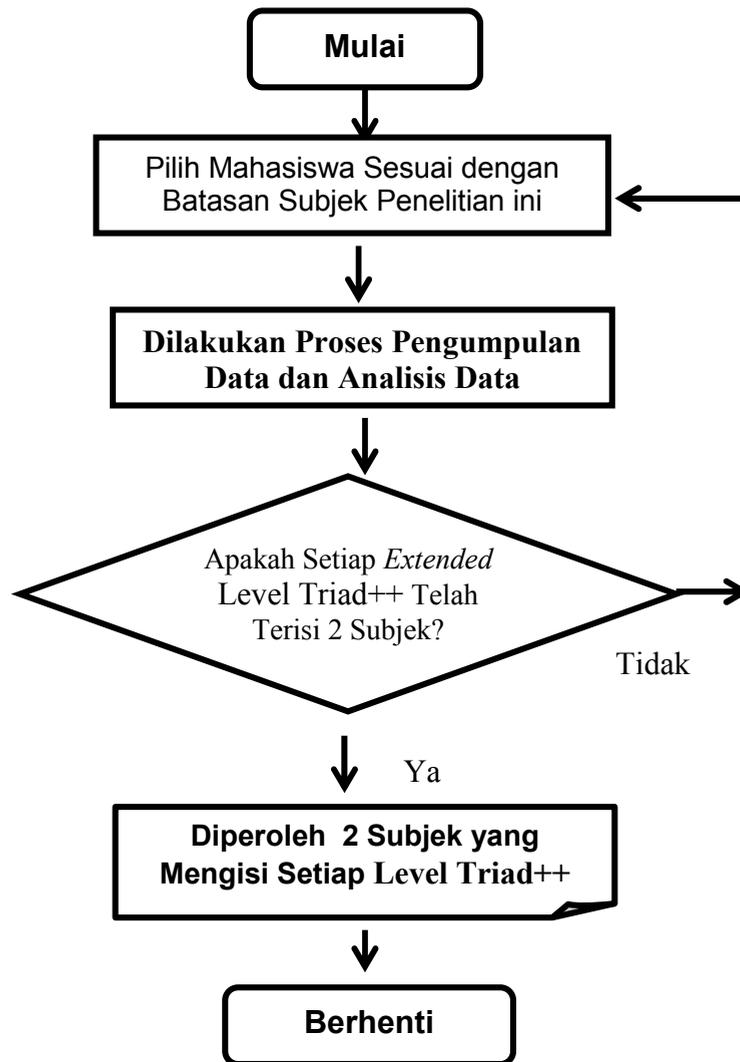
Prosedur Pengumpulan Data dan Analisis Data

Untuk menentukan kebenaran tentang eksistensi level baru dalam triad, akan dilakukan penelitian dengan dua pendekatan. Pendekatan pertama melalui penelitian teoretik berupa penelitian pustaka, melalui refleksi, review dan validasi ahli (*expert judgement*) melalui teknik Delpi. Pendekatan kedua melalui penelitian kualitatif. Dalam penelitian kualitatif, setiap tahap pemilihan subjek langsung dilakukan proses pengumpulan data melalui *interview* berbasis tugas, dan langsung dilanjutkan dengan analisis data (berupa analisis dekomposisi genetik). Berdasarkan analisis data, diketahui *Extended Level Triad++* yang terisi dan *Extended Level Triad++* yang belum terisi. Data yang terkumpul dari

interview berbasis tugas, selanjutnya dilakukan *reduksi data*, dan *pemaparan data*, serta langkah-langkah selanjutnya seperti tertuang dalam diagram alur prosesur pengumpulan dan analisis data (Bogdan & Biklen, 1982; Miles & Huberman, 1994).

Metode Perbandingan Tetap (Suatu Proses Teoretisasi)

Berdasarkan hasil analisis data seperti diuraikan di atas, maka untuk mendapatkan karakterisasi setiap level dari *Extended Level Triad++* dilakukan analisis dengan metode perbandingan-tetap.



Gambar 2.1 Diagram Alur Pemilihan Subjek Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang perkembangan kognitif (skema) mahasiswa dalam memahami konsep/prinsip matematika telah dilakukan Wahyu Widada mulai dari tahun 2001 sampai sekarang. Sesuai dengan uraian latar belakang, kegiatan yang telah dilaksanakan dan akan dilaksanakan dapat dirangkum dalam *roadmap* yang diilustrasikan pada Gambar 3.1.

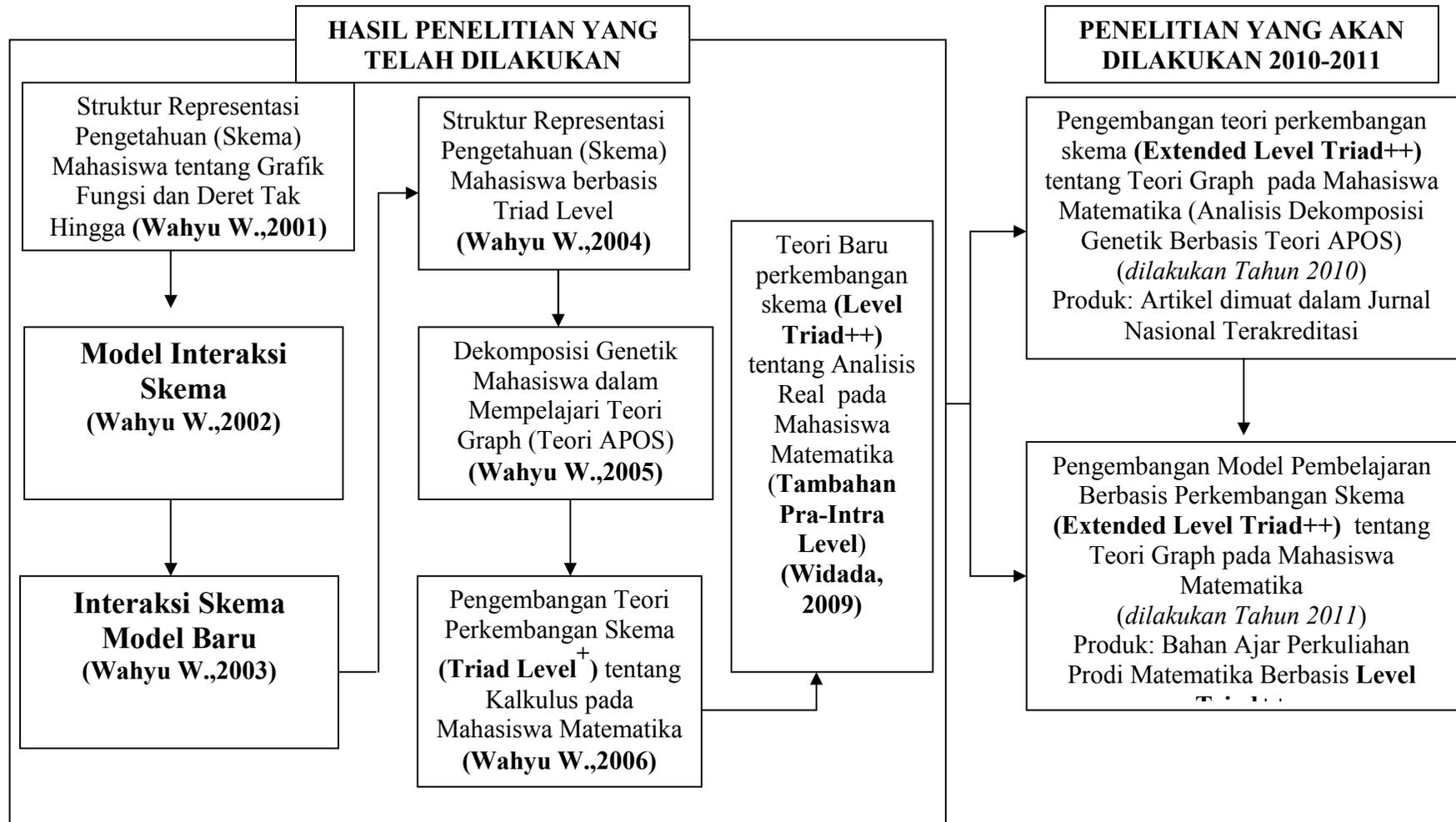
Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka kebaruan dari penelitian ini adalah sebagai berikut. **Pertama**, teori tentang perkembangan skema (**Level Triad++**) tentang Teori Graph pada Mahasiswa Matematika yang dianalisis dengan menggunakan Analisis Dekomposisi Genetik Berbasis Teori APOS. **Kedua**, karakterisasi setiap level perkembangan skema triad++. **Ketiga**, dihasilkan Model pembelajaran baru pada Teori Graph yang berbasis perkembangan skema (Level Triad++) mahasiswa. **Keempat**, dihasilkan prototipe bahan ajar baru untuk perkuliahan Teori Graph yang Berbasis Perkembangan Skema (Level Triad++) Mahasiswa.

Untuk memperoleh teori tentang *Extended Level Triad++*, pada bab ini akan dibahas tentang hasil-hasil penelitian ini yang dikonfirmasi dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan. Hal ini merupakan implementasi dari *analisis perbandingan tetap* dalam Gambar 3.4 (Diagram Alur Penyusunan Teori tentang Karakterisasi Setiap Level dari *Extended Level Triad++* (Metode-Perbandingan-Tetap). *Analisis perbandingan tetap* ini merupakan *proses teoretisasi* tentang karakteristik level-level TRIAD++. Selain itu, disajikan beberapa temuan lain yang akan memperkaya deskripsi penelitian ini. Alur proses teoretisasi pada bagian ini adalah sebagai berikut.

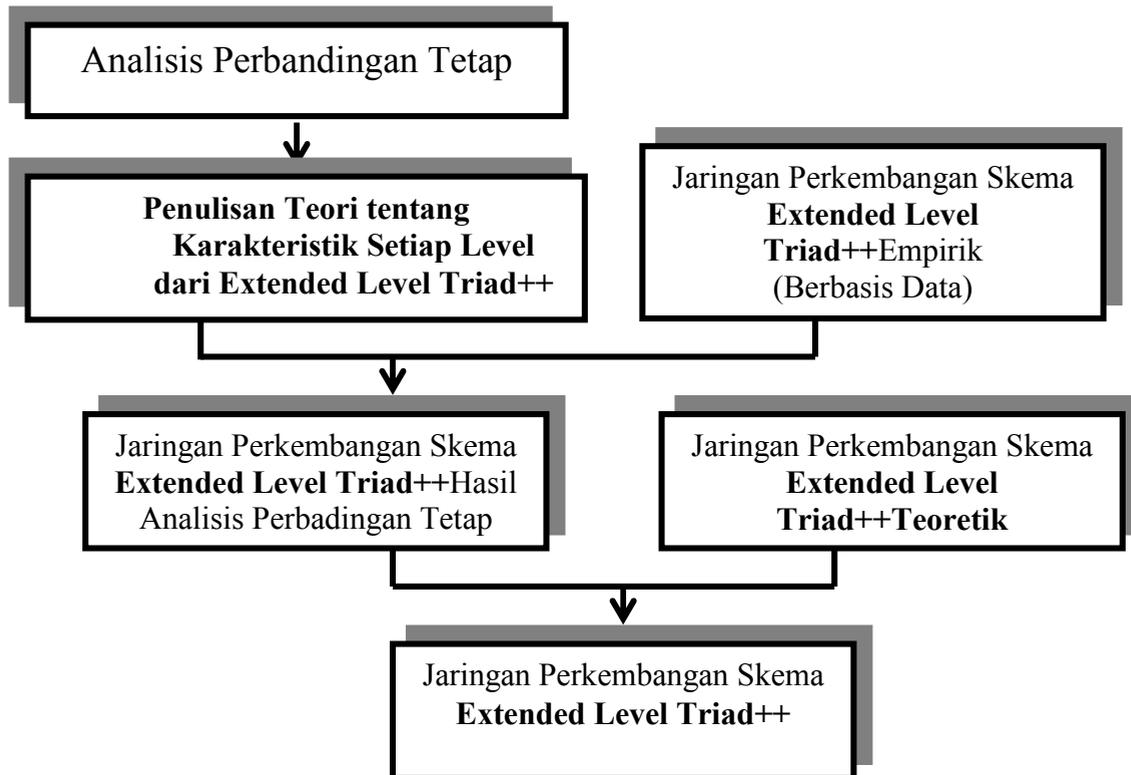
Proses Teoretisasi tentang Karakter Level-level *Extended Level Triad++*

Berdasarkan karakter level-level ISMB dari perkembangan skema sketsa grafik fungsi nonrutin, dan kekonvergenan barisan dan deret takhingga, maka pada bagian ini dibahas *proses teoretisasi* berikutnya (Gambar 3.2). Sebelumnya telah dilakukan perbandingan-perbandingan sebelumnya. *Proses teoretisasi* ini merupakan tahapan-tahapan dari analisis komparatif tetap (Glaser & Strauss). Bagian awal dari tahap pertama. Kemudian dari hasil itu dikonfirmasi dengan level *triad* (Piaget & Garcia, 1889), level *triad* berbasis APOS tentang aturan rantai (Clark, et al., 1997), level *triad* berbasis APOS tentang barisan (McDonald, et al., 2000), level *triad* berbasis APOS tentang matematika (DeVries, 2000), dan *double triad* berbasis APOS tentang sketsa grafik fungsi nonrutin dari Baker, et al. (2000). Berdasarkan integrasi dan pembatasan teori, ditulis suatu teori tentang karakter masing-masing ***Extended Level Triad++***. Dengan mendasarkan karakteristik setiap level TRIAD++ dan jaringan perkembangan skema ***Extended Level Triad++*** empirik (berbasis data), akan diperoleh jaringan perkembangan skema ***Extended Level Triad++*** hasil analisis perbandingan tetap. Dan jaringan perkembangan skema ***Extended Level Triad++*** hasil analisis perbandingan tetap akan memvalidasi jaringan perkembangan skema ***Extended Level Triad++*** teoretik, sehingga diperoleh jaringan perkembangan skema ***Extended Level Triad++***. Konfirmasi tersebut dibuat secara berturut-turut sesuai dengan level (kategori) ***Extended Level Triad++***, sebagai berikut.

ROADMAP PENELITIAN HIBAH KOMPETENSI



Gambar 3.1 Roadmap Penelitian Perkembangan Skema Mahasiswa Matematika



Gambar 3.2 Diagram Alur Proses Teoretisasi

Dengan menggunakan proses teoretisasi (lihat Gambar 5.1), maka dihasilkan suatu teori yang lebih formal. Teori yang diperoleh dari hasil proses ini tidak hanya bersifat substantif untuk masalah lintasan terpendek, namun lebih formal untuk teori pada Teori Graph. Bila dipandang dari Permasalahan 1 (tentang **Konsep Graph**) dan Permasalahan 2 (tentang **Lintasan Terpendek**), maka kedua permasalahan ini bertumpu pada konsep fungsi. Konsep fungsi merupakan konsep dasar dari Teori Graph. Dengan demikian dari proses teoretisasi maupun ciri Permasalahan 1 dan Permasalahan 2, maka teori tentang **Extended Level Triad++** yang terbangun adalah formal untuk teori pada Teori Graph.

Dengan menggunakan proses teoretisasi, maka dihasilkan suatu teori yang lebih formal. Teori yang diperoleh dari hasil proses ini tidak hanya bersifat substantif untuk masalah pegawai pos, namun lebih formal untuk teori pada Teori Graph.

Level Pra-Intra (Pra-Level 0)

Pada penelitian-penelitian sebelumnya tidak ditemukan secara eksplisit, namun Wahyu Widada (2009) melalui penelitian Hibah Kompetensi menemukan level pra-intra (pra-level nol). Selanjutnya secara konsisten ditemukan pula oleh Wahyu Widada (2010) melalui Skim Penelitian yang sama yaitu Hibah Kompetensi. Dari dua penelitian tersebut, maka mahasiswa yang berada pada level pra-intra hanya dapat melakukan aksi-aksi dan aksi secara terpisah dan tidak mampu mencapai proses maupun objek.

Level Intra (Level 0)

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piaget & Garcia, 1989 | |
| Mahasiswa hanya melakukan respon terhadap sifat-sifat dari objek/peristiwa khusus secara terpisah. | |
| Clark, et al., 1997 | McDonald, et al., 2000 |
| Mahasiswa mengumpulkan aturan-aturan dari turunan, meliputi beberapa kasus khusus tentang aturan rantai, tetapi tidak mengetahui hubungan dari aturan-aturan tersebut | Mahasiswa tidak mengaitkan secara khusus antara SEQLIST dan SEQFUNC dalam mengonstruksi suatu barisan |
| DeVries, 2000 | |
| Seorang individu melakukan aktivitas secara terpisah dari <i>aksi</i> , <i>proses</i> , dan <i>objek</i> dari suatu sifat yang sama. Dia tidak mengonstruksi keterkaitan di antara <i>aksi</i> , <i>proses</i> maupun <i>objek</i> tersebut. | |
| <u>Baker, et.al., 2000</u> (khusus untuk sketsa grafik fungsi dengan <i>double-triad</i>) | |
| Mahasiswa dapat melakukan <i>aksi-aksi</i> secara terpisah dari sifat-sifat fungsi yang diberikan; hasil <i>aksi</i> adalah suatu grafik yang hanya mengaitkan satu sifat untuk interval secara terpisah. | |
| Hasil dari Penelitian ini | |
| Lintasan Terpendek | |
| Mahasiswa hanya dapat melakukan aksi-proses secara terpisah tentang sifat-sifat titik (vertex), dan aksi-proses tersebut dideskripsikan pada sisi (edge)-demi sisi (edge) secara terpisah juga. Hal ini memperlihatkan dirinya tidak paham secara konseptual. | |
| Simpulan Hasil dari Penelitian ini | |
| Mahasiswa hanya dapat melakukan aksi-proses secara terpisah. Dia tidak dapat membangun hubungan aksi dan proses tersebut. Dia juga tidak memiliki pemahaman secara konseptual. | |

Berdasarkan perbandingan dan proses pengintegrasian pada Level 0 di atas, semua penelitian mengarah pada hasil yang sama, yaitu seorang individu pada level ini hanya melakukan aksi-aksi, proses-proses, atau objek-objek secara terpisah. Selain itu dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa individu tersebut tidak memiliki pemahaman secara konseptual, sebagai pelengkap dari deskripsi sebelumnya.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seorang individu terletak pada **Level Intra (Level 0)**, bila dia hanya dapat melakukan aksi-proses atau objek secara terpisah, dan tidak dapat membangun hubungan aksi, proses atau objek tersebut. Dan tidak memiliki pemahaman secara konseptual.

Level Inter (Level 1)

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piaget & Garcia, 1989 | |
| Seseorang sadar tentang hubungan-hubungan yang terjadi pada suatu objek/peristiwa dan dapat menyimpulkan berdasarkan suatu operasi awal dengan beberapa pemahaman, dan operasi lain sebagai akibatnya; atau hanya dapat mengoordinasikan dengan operasi-operasi yang sama. | |
| Clark, et al., 1997 | McDonald, et al., 2000 |
| Mahasiswa mulai mengumpulkan kasus-kasus khusus tentang aturan rantai dan menyatakan keterkaitannya, tetapi belumsadar terhadap generalisasinya | Dapat mendemonstrasikan adanya hubungan antara barisan sebagai fungsi (SEQFUNC) dan barisan sebagai daftar (SEQLIST) untuk membantu menentukan pola dalam suatu daftar dan menuliskannya dalam ekspresi aljabar |
| DeVries, 2000 | |
| Seorang individu mengonstruksi keterkaitan antara <i>aksi</i> , <i>proses</i> , dan <i>objek</i> , namun belum dapat membentuk suatu skema yang matang. Skema pada level ini, merupakan suatu pre-skema. Misal seseorang mulai melihat beberapa contoh sebagai kasus khusus dari suatu konsep umum. Pada level ini seseorang mulai mengelompokkan item-item bersama-sama berdasarkan kesamaan sifat dan menyebutnya sebagai nama tertentu. | |
| Baker, et.al., 2000 (khusus untuk sketsa grafik fungsi dengan <i>double-triad</i>) | |
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan hanya satu sifat secara konsisten pada seluruh interval dari domain; <u>atau</u> Mahasiswa dapat mengoordinasikan dua atau lebih sifat fungsi) (tetapi tidak semua sifat yang ada) dengan sedikitnya dua interval berdekatan dari domain; | |
| Hasil dari Penelitian ini | |
| Lintasan Terpendek | |
| Mahasiswa dapat mengenkapsulasi aksi-proses untuk dua atau lebih sifat titik (vertex) yang berbeda, tetapi tidak semua sifat titik (vertex) yang diberikan, dan koordinasi tersebut dideskripsikan pada dua atau lebih (tetapi tidak semua) sisi (edge) yang berdekatan maupun <i>overlap</i> domain, sehingga terbentuk suatu objek tentang konsep lintasan terpendek. | |
| Simpulan Hasil dari Penelitian ini | |
| Mahasiswa dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek beberapa sifat yang terkait, tetapi tidak menggunakan skema sebelumnya (tidak melakukan <i>retrieval of the previous schema</i>). | |

Keterangan: atau berarti konjungsi eksklusif (salah satu bernilai benar, dan tidak keduanya benar)

Berdasarkan perbandingan dan proses pengintegrasian pada Level 1 di atas, semua penelitian mengarah pada hasil yang sama, yaitu seorang individu pada level ini dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek beberapa sifat yang terkait. Selain itu dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa masih ada sifat yang tidak diikuti dalam pengonstruksian tersebut. Sedangkan DeVries mendeskripsikan bahwa, pada level ini seseorang mulai mengelompokkan item-item bersama-sama berdasarkan kesamaan sifat

dan menyebutnya sebagai nama tertentu, ini berarti bahwa nama tertentu tersebut sebagai nama suatu objek dari hasil pengonstruksian.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seorang individu terletak pada **Level linter (Level 1)**, bila dia dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek beberapa sifat yang terkait, tetapi tidak menggunakan skema sebelumnya (tidak melakukan *retrieval of the previous schema*).

Level Trans (Level 2)

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piaget & Garcia, 1989 Mahasiswa dapat mencapai sifat-sifat global baru yang tidak dapat diakses pada level-level yang lain (intra & inter). | |
| <p style="text-align: center;"><u>Clark, et al., 1997</u></p> Mahasiswa mampu mengonstruksi struktur secara mendasar dari aturan rantai dan dapat menentukan keterpakaianya. | <p style="text-align: center;">McDonald, et al., 2000</p> Mahasiswa secara sadar dapat mengonstruksi keterkaitan yang kuat antara barisan sebagai suatu fungsi (SEQFUNC) dan sebagai suatu daftar (SEQLIST). Mahasiswa dapat menggunakan kerangka kerja ini sebagai suatu skema barisan untuk menemukan konsep-konsep baru yang terkait atau menghadapi suatu situasi baru lainnya. |
| DeVries, 2000 Seorang individu mengonstruksi seluruh struktur yang ditemukan saling terkait dalam level inter adalah dipahami dan terbentuk suatu skema yang matang. Fungsi dan karakteristik penting dari kematangan, adalah digunakan untuk memutuskan suatu <i>objek</i> masuk dalam <i>scope</i> skema atau tidak. Pada level trans, mengubah pemahaman dari <i>mendaftar</i> menuju suatu <i>aturan</i> . Pada level ini, koleksi yang terbentuk dapat dirujuk sebagai suatu skema yang matang dan mungkin ditematisasi. | |
| <p><u>Baker, et.al., 2000</u> (khusus untuk sketsa grafik fungsi dengan <i>double-triad</i>)</p> Mahasiswa dapat mengoordinasikan semua kondisi antar interval pada domain dari grafik. Pada level ini mahasiswa dapat menemukan koordinasi dari sifat-sifat dan interval yang berdekatan, sehingga secara efisien dapat mengonstruksi suatu grafik yang akurat. | |
| Hasil dari Penelitian ini | |
| Lintasan Terpendek | |
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan <i>aksi-proses-objek</i> dari seluruh sifat titik (vertex) yang diberikan, dengan semua sisi (edge) yang berdekatan maupun yang <i>overlap</i> pada domain sehingga terbentuk suatu skema yang matang tentang konsep lintasan terpendek. Dia dapat menerapkan skema tersebut untuk memecahkan masalah konsep lintasan terpendek. | |

Simpulan Hasil dari Penelitian ini

Mahasiswa dapat membangun keterkaitan antara aksi-aksi, proses-proses, objek-objek, dan skema lain (*previous schema*), sehingga terbentuk skema yang matang. Skema tersebut dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terkait dengan skema tersebut.

Berdasarkan perbandingan dan proses pengintegrasian pada Level 4 di atas, semua penelitian mengarah pada hasil yang sama, yaitu seorang individu pada level ini dapat membangun keterkaitan antara aksi-aksi, proses-proses, objek-objek, dan skema lain sehingga terbentuk skema yang matang. Dan, dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa skema tersebut dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terkait dengan skema tersebut. Selain itu, DeVries mendeskripsikan bahwa fungsi dan karakteristik penting dari kematangan dari skema, adalah digunakan untuk memutuskan suatu *objek* masuk dalam *scope* skema atau tidak.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seorang individu terletak pada **Level Trans (Level 2)**, bila dapat membangun keterkaitan antara aksi-aksi, proses-proses, objek-objek, dan skema lain (*previous schema*), sehingga terbentuk skema yang matang. Skema tersebut dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terkait dengan skema tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian ini, ternyata ditemukan dekomposisi genetik mahasiswa yang tidak termasuk dalam salah satu level triad. Setelah dikarakterisasi ternyata ada dua dekomposisi genetik mahasiswa tersebut, pertama yang terletak diantara level intra dan level inter, level ini kemudian disebut dengan level semiinter, dan kedua yang terletak diantara level inter dan level trans, level ini selanjutnya disebut level semitrans. **Hasil analisis ini merupakan langkah awal menghaluskan level triad, dengan bertambahnya dua level baru (semiinter dan semitrans) dan selanjutnya disebut TRIAD Plus.** Hasil analisis diperoleh sebagai berikut.

Level Semiinter

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Piaget & Garcia, 1989 | |
| Tidak ada deskripsi pada level ini. | |
| Clark, et al., 1997 | McDonald, et al., 2000 |
| Tidak ada deskripsi pada level ini. | Tidak ada deskripsi pada level ini. |
| DeVries, 2000 | |
| Tidak ada deskripsi pada level ini. | |
| <u>Baker, et.al., 2000</u> (khusus untuk sketsa grafik fungsi dengan <i>double-triad</i>) | |
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan dua atau lebih interval yang berdekatan, tetapi tidak semua interval pada domain fungsi dengan menggunakan satu sifat fungsi pada interval terserbut; <i>atau</i> Mahasiswa dapat mengoordinasikan dua atau lebih sifat fungsi tetapi tidak semua sifat yang ada pada satu atau lebih interval yang disjoint. Namun tidak dapat menghubungkan interval yang berdekatan pada domain. | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hasil dari Penelitian ini |
| Lintasan Terpendek |
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan aksi-proses untuk dua atau lebih sifat titik (vertex), tetapi tidak semua sifat titik (vertex) yang diberikan. Namun koordinasi tersebut dideskripsikan pada sisi (edge)-demi-sisi (edge) secara terpisah. Dan berdasarkan konsepsi proses yang dilakukan, dapat membentuk suatu konsepsi objek. |
| Simpulan Hasil dari Penelitian ini |
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan aksi-proses pada sifat yang sama, dan secara terpisah ada kemungkinan mendeskripsikan sifat lain yang telah diberikan. |

Keterangan: atau berarti konjungsi eksklusif (salah satu bernilai benar, dan tidak keduanya benar)

Berdasarkan perbandingan dan proses pengintegrasian pada Level semiinter di atas, sebenarnya Piaget & Garcia, Clark, et al., McDonald, et al., dan DeVries, bukan tidak ada deskripsi, namun deskripsi pada level ini *termuat* dalam Level Inter. Seperti, DeVries mendeskripsikan bahwa pada level inter individu dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek, ini berarti memuat pengoordinasian aksi dan proses. Sedangkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, seorang individu pada level **Semiinter** dapat mengoordinasikan aksi-proses pada sifat yang sama, dan secara terpisah ada kemungkinan mendeskripsikan sifat lain yang telah diberikan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seorang individu terletak pada **Level Semiinter**, bila dapat mengoordinasikan aksi-proses pada sifat yang sama, dan secara terpisah mendeskripsikan sifat lain yang telah diberikan.

Level Semitrans

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Piaget & Garcia, 1989 | |
| Tidak ada deskripsi pada level ini. | |
| Clark, et al., 1997 | McDonald, et al., 2000 |
| Tidak ada deskripsi pada level ini. | Tidak ada deskripsi pada level ini. |
| DeVries, 2000 | |
| Tidak ada deskripsi pada level ini. | |
| Baker, et.al., 2000 (khusus untuk sketsa grafik fungsi dengan <i>double-triad</i>) | |
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan paling sedikit dua sifat fungsi, tetapi tidak semua sifat-sifat yang ada dengan antar interval pada seluruh domain; <u>atau</u> Mahasiswa dapat mengoordinasikan semua sifat antar interval pada domain, tetapi tidak semua interval dari domain (mengaitkan beberapa interval) yang berdekatan dari domain, tetapi ada bagian-bagian tertentu yang salah bila dia harus mengoordinasikan dengan sifat-sifat fungsi tertentu. | |

| Lintasan Terpendek |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mahasiswa dapat mengoordinasikan <i>aksi-proses</i> atau suatu <i>objek</i> dari dua atau lebih sifat-sifat titik (vertex) sehingga terbangun suatu <i>objek</i> tentang konsep lintasan terpendek. Dan dapat membangun suatu skema sisi (edge), namun <i>belum dapat membentuk skema yang matang</i> tentang konsep lintasan terpendek. |
| Simpulan Hasil dari Penelitian ini |
| Mahasiswa dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek sehingga terbentuk skema bagian dari skema yang matang (<i>premature schema</i>), dan dapat mengoordinasikannya dengan sifat lain sehingga terbentuk objek, namun belum terbentuk skema yang matang. |

Keterangan: *atau* berarti konjungsi eksklusif

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seorang individu terletak pada **Level Semitrans**, bila dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek sehingga terbentuk skema bagian dari skema yang matang (*premature schema*), dan dapat mengoordinasikannya dengan sifat lain sehingga terbentuk objek, namun belum terbentuk skema yang matang.

Level Extended Trans

Pada penelitian-penelitian sebelumnya tidak ditemukan level ini, namun pada Penelitian Wahyu Widada (2010) ditemukan Level *Extended Trans*, selain berada dalam Level *Trans*, yang memiliki karakter bahwa berada pada level ini selain memiliki sifat *trans level*, maka individu tersebut dapat membangun struktur baru berdasarkan skema-skema matang yang telah dimilikinya.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian di atas, maka terdapat tujuh *extended level triad plus plus* (yang terdiri dari lima level *triad+* dan ditambah dua level baru) dan karakter setiap level *triad plus* dideskripsikan sebagai berikut.

Level Pra-Intra

Seorang individu berada pada level *pra-intra* hanya dapat melakukan aksi-aksi dan aksi secara terpisah dan tidak mampu mencapai proses maupun objek.

Level Intra

Seorang individu yang masuk pada Level *Intra*, hanya dapat melakukan aksi-proses atau objek secara terpisah, dan tidak dapat membangun hubungan aksi, proses atau objek tersebut.

Level Semiinter

Seorang individu yang masuk pada Level **Semiinter**, dapat melakukan aksi, proses, objek, tetapi mereka hanya mengoordinasikan aksi dan proses pada sifat yang sama.

Level Inter

Seorang individu yang masuk pada Level *Inter*, dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek beberapa sifat yang terkait, untuk membentuk suatu *premature schema*.

Namun, dalam pembentukan *premature schema* tersebut tidak menggunakan skema awal yang telah dimiliki sebelumnya (tidak dilakukan *retrieval of the previous schema*).

Level Semitrans

Seorang individu yang masuk pada Level **Semitrans**, dapat mengonstruksi keterkaitan aksi-proses-objek sehingga terbentuk skema bagian dari skema yang matang (*premature schema*). Dalam pembentukan *premature schema* tersebut ada kemungkinan seseorang tersebut menggunakan skema awal (melakukan *retrieval of the previous schema*).

Level Trans

Seorang individu yang masuk pada Level Trans, dapat membangun keterkaitan antara aksi-aksi, proses-proses, objek-objek, dan skema lain (melakukan *retrieval of the previous schema*), sehingga terbentuk suatu *skema yang matang (mature schema)*. Skema tersebut dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terkait dengan skema tersebut. Titik (vertex) dan karakteristik penting dari kematangan dari skema adalah digunakan untuk memutuskan suatu *objek* masuk dalam *scope* skema atau tidak.

Level Extended Trans

Seorang individu yang masuk pada Level *Extended Trans*, selain berada dalam Level Trans, individu tersebut dapat membangun struktur baru berdasarkan skema-skema matang yang telah dimilikinya.

Extended Level Triad ++ sebagai Perbaikan dari Level Triad++

Berdasarkan karakteristik setiap level dari TRIAD++, dan Jaringan Perkembangan Skema **Extended Level Triad ++** Empirik, maka diperoleh jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** hasil analisis perbandingan tetap yang strukturnya sama dengan Jaringan Perkembangan Skema **Extended Level Triad ++** Empirik.

Kemudian dengan melihat struktur jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** hasil perbandingan tetap, maka dapat digunakan untuk memvalidasi jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** teoretik. Berdasarkan hasil validasi dua jaringan tersebut, diperoleh jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** teoretik secara berturut-turut memiliki karakter yang sama dengan, Pra-Level 0, Level 0, Level 1, Level 2, Level 3, Level 4, dan Level 5 untuk jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** hasil analisis perbandingan tetap.

Bila dibandingkan antar jaringan perkembangan skema pada uraian di atas, maka jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** memiliki struktur pelevelan yang *lebih halus (dari lima level, menjadi tujuh level)*. Sebab pelevelan ISBM hanya memiliki urutan yang dapat dilabel dengan Level 0 (untuk Level **Intra**), Level 1 (untuk Level **Semiinter**), Level 2 (untuk Level **Inter**), Level 3 (untuk Level **Semitrans**), dan Level 4 (untuk Level **Trans**). Sedangkan interaksi skema *double triad* Baker, et al. tidak dapat dilabel seperti halnya pada pelevelan ISBM.

Berdasarkan jaringan perkembangan **Extended Level Triad ++**, terlihat bahwa **Extended Level Triad ++** bersifat hierarkis sama dengan sifat yang dimiliki *triad*, sebab Pra-level 0 termuat dalam Level 0, Level 0 termuat dalam Level 1, Level 1 termuat dalam Level 2, dan seterusnya, yaitu Level k pasti termuat dalam Level $(k+1)$, untuk $k=0,1,2,3$. Selain itu

Extended Level Triad ++ juga bersifat **fungsional** sama dengan sifat yang dimiliki *triad*, sebab perkembangan skema seseorang hanya akan dipetakan pada tepat satu level. Seseorang tersebut memiliki karakter yang unik (karena bila dipetakan ke level yang lain akan memiliki kekurangan karakter atau level yang lainnya lagi kelebihan karakter). Walaupun sesuai dengan sifat hierarkis dalam **Extended Level Triad ++**, level tersebut memuat level sebelumnya, namun tidak selalu perkembangan skema individu tersebut harus dimulai dari level terendah. Sehingga individu tersebut harus dipetakan pada tepat satu level pada **Extended Level Triad ++** (yaitu Level i , dengan $i = -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$), bukan level di bawahnya (Level $i-1$) dan bukan level di atasnya (Level $i+1$). Berarti *interaksi skema double triad* Baker, et al., dapat diperbaiki menjadi jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** yang memiliki sifat hierarkis dan fungsional.

Dengan demikian ditemukan suatu jaringan perkembangan skema **Extended Level Triad ++** sebagai *perbaikan* dari interaksi skema *double triad* Baker, et al. Yaitu, jaringan perkembangan skema TRIAD++ memiliki struktur pelevelan yang *lebih halus*, dan memiliki sifat yang *hierarkis dan fungsional*.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Bernadette; Cooley, Laurel; & Trigueros, Maria. (2000). *A Calculus Graphing Schema*. Journal for Research in Mathematical Education. Vol. 31, No. 5
- Baddely, Alan. 1998. *Your Memory A User's Guide*. London: Prion
- Bartle, Robert G. dan Donald R. Sherbert. (1982). *Introduction to Real Analysis*. New York: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Bogdan, Robert C. and Biklen, Sari Knopp. (1982). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. Boston: Allyn and Bacon.
- Clark, F.; Cordero, J.; Cottrill, B.; Czarnocha, D.J.; DeVries, D.DSt.; John, G. Tolia and D. Vidakovic. (1997). *Costructing a Schema: The Case of Chain Rule*. Journal Mathematical Behavior. Vol. 16 No. 4 <http://www.sciencedirect/science/journal/>
- Davis, Gary E. & Tall, David O. 1999. *What is a scheme?* <http://www.cs.gsu.edu/~rumec/schemes.htm>
- DeVries, David J. (2000). *RUMEC/APOS Theory*. <http://www.cs.gsu.edu/~rumec/>
- Dubinsky, E. 2000. *Using a Theory of Learning in College Mathematics Course*. Newsletter No. 12 <http://www.bham.ac.uk/ctimath/talum12.htm> or <http://www.telri.ac.uk/>
- Dubinsky, E. & McDonald, Michael A. (2000). *APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research*. <http://www.telri.ac.uk/CM/Paper.pdf>
- Dubinsky, E; & Yiparaki, Olga. (2001). *Predicate Calculus and the Mathematical Thinking of Student*. <http://www.cs.cornell.edu/info/people/gies/symposium/dubinsky.htm>
- Dubinsky, E. (1995). *ISELT: A Programming Language for Learning Mathematics*. Communications on Pure and Applied Mathematics. Vol. XLVIII

- Dubinsky, E. (1987). *Teaching Mathematical Induction*. Journal Mathematical Behavior. Vol. 6 No. 1 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/>
- Dubinsky, E. & Lewin, P. (1986). *Reflective abstraction and Mathematical Induction: The Decomposition of Induction and Compactness*. Journal Mathematical Behavior. Vol. 5 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/>
- Dubinsky, E. (1989). *On Teaching Mathematical Induction II*. Journal Mathematical Behavior. Vol. 8 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/>
- Eggen, Paul D. & Kauchak, Donald. (1996). *Strategies for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills*. Third Edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Ferrini-Mundy, J. & Graham K. (1994). *Research in Calculus Learning: Understanding limit, derivative, & integral*. In E. Dubinsky & J. Kaput. Research Issues in Undergraduate Mathematics Learning. <http://www.Sciencedirect.com/science/>
- Goldin, G.A. (1998). *Observing Mathematical Problem Solving Through Task-based Interviews*. In: A. Teppo (Ed.) Qualitative Research Methods in Mathematics Education. Monograph No. 9 Journal for Research in Mathematical Education (JRME).
- Hunt, R. Reed & Ellis, Henry C. (1999). *Fundamental of Cognitive Psychology*. Sixth Edition. Boston: McGraw-Hill College.
- <http://www.edfac.unimelb.edu.au/DSME/>. (2002). Mathematics Education Research Interests.
- McDonald, M.A; Mathew, D; & Strobel, K. (2000). *Understanding Sequences: A Tale of Two Objects*. In Dubinsky, et al. Research in Collegiate Mathematics Educations IV. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/>
- Miles, B. Matthew & Huberman, A Michael. (1994). *Qualitative Data Analysis*. A Sourcebook of New Methodes. Beverly Hills: Sage Publications.
- Moleong, Lexy J. (2001). *Metodologi Penelitian kualitatif*. Penerbit PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Norman, D.A. & Rumelhart, D.E. (1975). *Explorations in Cognition*. San Francisco: W.P. Freeman and Company.
- Piaget, J, & Garcia, R. (1989). *Psychologies and the History of Science* <http://www.piaget.org/>
- Selden, J.; Selden, A; & Mason, A. (1994). *Even Calculus Student Can't Solve Non-routine Problem*. In E. Dubinsky, & J. Kaput, Research issues in undergraduate mathematics learning. <http://www.simcalc.umassd.edu/website/docs/simcalclibrary.html>
- Solso, R.L. (1995). *Cognitive Psychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Strauss, A. & Corbin, J. (2003). *Dasar-dasar Penelitian kualitatif*. (Translate: M. Shodiq & Corbin J.) Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Thomas, Noel D; Mulligan, Joanne T.; & Goldin, Garall. (2002). *Children's Representasion and Structural Development of Counting Sequence 1-100*. In The Journal of Mathematical Behavior. Vol. 21, Issue 1 <http://www.sciencedirect.com/Science/Journal/07323123>

- Tsamir, Pessia & Dreyfus, Tommy. (2002). *Comparing Infinite Sets - a process of abstraction. TheCase of Ben*. In The Journal of Mathematical Behavior. Vol. 21, Issue 1 <http://www.sciencedirect.com/Science/Journal/07323123>
- Wahyu Widada. (2010). Pengembangan Lanjutan Teori dan Model Pembelajaran Matematika Berbasis **Extended Level Triad++** untuk Mahasiswa Teori Graph. **Laporan Awal** Penelitian Hibah Kompetensi Tahun 2010 didanai DP2M Ditjen Dikti.
- Wahyu Widada. (2009). Pengembangan Teori dan Model Pembelajaran Matematika Berbasis **Level Triad++** untuk Mahasiswa Analisis Real (**Studi di FKIP Universitas Bengkulu**). Laporan Penelitian Hibah Kompetensi Tahun 2009 didanai DP2M Ditjen Dikti.
- Wahyu Widada. (2006a). *Pengembangan teori perkembangan skema (triad level) tentang Kalkulus pada mahasiswa matematika FKIP UMB*. Laporan penelitian Fundamental 2006, diterbitkan dalam Jurnal Inspirasi V I tahun 2007.
- Wahyu Widada. (2006b). *Dekomposisi Genetik Mahasiswa dalam Mempelajari Teori Graph*. Artikel dimuat dalam Jurnal Ilmiah Multi Science Inspirasi. Monograph II tahun 2006
- Wahyu Widada dan Dewi Herawaty, (2005). *Studi tentang Dekomposisi Genetik Mahasiswa dalam Mempelajari Teori Graph (berbasis Triad Level)*. Laporan Penelitian Fundamental 2005.
- Wahyu Widada. (2006c). *Pendekatan Pembelajaran Matematika Terpadu untuk Madrasah Tsanawiyah*. Artikel dimuat dalam Jurnal Madrasatuna. Oktober 2006
- Wahyu Widada. (2006d). *Kiat Meningkatkan Kompetensi Matematika melalui Pengembangan Skema Matematis*. Artikel dimuat dalam Jurnal Ilmiah Multi Science Inspirasi. Monograph I tahun 2006
- Wahyu Widada. (2002a). *Skema mahasiswa tentang Sketsa Grafik Fungsi*. Artikel dimuat dalam Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains (JPMS) tahun VII No. 3, dan disajikan pada Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA yang Diselenggarakan oleh FMIPA UNY di Hotel Ambarukmo 28 Oktober 2002.
- Wahyu Widada. (2002b). *Teori APOS sebagai Suatu Alat Analisis Dekomposisi Genetik terhadap Perkembangan Konsep Matematika Seseorang*. Artikel dimuat dalam *Journal of Indonesian Mathematical Society (MIHMI)* Vol. 8 No. 3, setelah disajikan dalam pertemuan ilmiah mahasiswa S3 Matematika dan Pendidikan Matematika se Indonesia & *The Indonesian Applied Mathematical Society in The netherlands (IAMS-N)* di P4M ITB 4-5 Juli 2002.
- Wahyu Widada. (2002c). *Model Interaksi Skema mahasiswa tentang Permasalahan Grafik Fungsi pada Kalkulus*. Artikel dimuat dalam Jurnal Matematika atau Pembelajarannya UM Malang Tahun VIII Juli 2002, dan disajikan pada Konferensi Nasional Matematika XI di UM Malang, 22-25 Juli 2002
- Wahyu Widada. (2002d). *Sikel Pengajaran ACE: Membantu mahasiswa dalam proses mengkonstruksi matematika*. Artikel disajikan dalam Seminar Nasional MIPA UM Malang berkerjasama dengan Japan International Cooperation Agency (IMSTEP-JICA) 5 Agustus 2002.

Wahyu Widada. (2002e). *Model Interaksi dari Beberapa Objek Matematika*. Artikel dimuat dalam Jurnal Pendidikan Dasar dan Menengah Gentengkali. Vol. 4 No.1.2

Wahyu Widada. (2001). *Struktur Representasi Pengetahuan mahasiswa tentang Grafik Fungsi dan Deret Tak hingga*. Artikel disajikan dalam Seminar Nasional Matematika II FMIPA UNNES Semarang 27 Agustus 2001.

Wahyu Widada. (2003). *Interaksi Skema Mahasiswa Model Baru tentang Permasalahan Grafik Fungsi pada Kalkulus*. Laporan Penelitian Mandiri: Tidak dipublikasikan

Wahyu Widada. (2004). *Struktur Representasi Pengetahuan Mahasiswa tentang Deret Tak hingga (berbasis **Triad Level**)*. Laporan Penelitian Mandiri: Tidak dipublikasikan

