

EFEK INVESTIGASI MATEMATIKA TERHADAP PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL MAHASISWA PGSD

Nana Sumarna dan Yoo Ekayana Kansil

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A. Mokodompit No. 1 Anduonohu, Kendari

Email: nanafkipunhalu@gmail.com

ABSTRAK

Pemahaman konseptual sangat penting bagi seorang calon guru karena pemahaman konseptual merupakan sekumpulan ukuran kualitas dan kuantitas pada konsep-konsep matematika yang direpresentasikan dalam bentuk jaringan pengetahuan tertentu dan keterampilan yang terdapat didalamnya. Unsur-unsur dari jaringan ini dapat berupa konsep, aturan (algoritma, prosedur, dan lain sebagainya), dan pemecahan masalah. Penelitian ini berusaha mencari solusi alternatif dengan memusatkan perhatian pada kondisi pembelajaran matematika yang selama ini berlangsung di ruang perkuliahan, melalui penelitian eksperimentasi pembelajaran dengan pendekatan investigasi matematika. Subyek penelitian ini adalah 111 mahasiswa PGSD di salah satu perguruan tinggi negeri di wilayah Sulawesi Tenggara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pemahaman konseptual yang signifikan pada mahasiswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan investigasi matematika dibandingkan dengan pendekatan eskpositori ($p=0,000$; $p<0,005$) dan tidak terdapat pengaruh interaksi antara kemampuan awal matematika dan pendekatan pembelajaran terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konseptual mahasiswa. Oleh karena itu, pendekatan investigasi dapat diberlakukan pada seluruh level kemampuan awal karena telah terbukti dapat meningkatkan pemahaman konseptual.

Kata kunci: Investigasi Matematika, Pemahaman Konseptual, Mahasiswa PGSD

ABSTRACT

Conceptual understanding is very important for pre-service teacher because conceptual understanding is a set of mathematical concepts' quantity and quality measure that are represented in the form of knowledge and skills network contained therein. The elements of this network can be concepts, rules (algorithms, procedures, etc.), and problem-solving. This study attempted to found alternative solution focusing on mathematics learning conditions in the classroom, through learning experimentation study using mathematical investigation approach. Subjects were 111 PGSD pre-service teachers in one of state university in Southeast Sulawesi. Results suggested that there was a significant conceptual understanding difference between pre-service teacher receiving mathematics investigation approach compared to those receiving expository approach ($p=0,000$; $p<0,005$) and there was no interaction between prior knowledge with learning approach to pre-service teachers' conceptual understanding increment. Therefore, investigation approach can be implemented for all prior knowledge level because this approach proved to improve conceptual understanding.

Keywords: *Mathematical Investigation, Conceptual Understanding, PGSD Students*

PENDAHULUAN

Konteks pemahaman konseptual selalu menjadi kajian para peneliti karena adanya variabilitas pemahaman konseptual pada setiap (mahasiswa), khususnya pada pemahaman konseptual matematika. Salah satu bentuk variabilitas adalah adanya calon guru yang memberikan respon yang kurang optimal terhadap pemahaman konseptual tersebut. Beberapa temuan hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru (*pre-service teacher*) tidak selalu memiliki pemahaman konseptual matematika yang diperlu-

kan untuk mengajar (Ma, 1999; Vaiyavutjamai *et al.*, 2005; Morris, 2001; Chick, 2002; Amarto dan Watson, 2003). Selain itu, banyak dari mereka mengabaikan kekurangan dalam pemahaman konten matematika dan berkonsentrasi pada apa yang mereka anggap sebagai proses yang diperlukan dalam kelas berbasis konstruktivis (Southwell dan Penglase, 2005). Brown *et al.* (1999) melaporkan bahwa mahasiswa calon guru menganggap matematika sebagai hal yang sulit. Selanjutnya, McAllister dan Beaver (2012) menyatakan bahwa mahasiswa calon guru sekolah dasar banyak melakukan kesalahan dalam mem-

cahkan konsep pecahan, seperti tidak mampu memunculkan masalah (*problem posing*) yang terkait dengan kehidupan nyata, tidak bisa menuliskan bilangan pecahan dengan benar dan akurat, maupun mengaitkan pengertian bilangan asli terhadap pecahan. Khusus di bidang geometri, Zevenbergen (2005) menemukan bahwa mahasiswa calon guru SD tidak memiliki kemampuan berpikir fundamental dalam matematika yaitu *number sense, measurement sense, and spatial sense*, padahal hal-hal tersebut merupakan hal yang sangat berguna pada saat mengajar. Murphy (2012) juga menemukan bahwa topik yang masih menjadi masalah krusial bagi mahasiswa calon guru SD adalah luas dan volume (Murphy, 2012). Penelitian Zevenbergen, (2005) bahkan menemukan bahkan guru SD lebih memusatkan perhatian pada pengukuran yang bersifat linier, daripada berpikir tentang volume tiga dimensi. Baturo dan Nason (1996) mengatakan bahwa terlihat adanya kegagalan bagi calon guru SD dalam melihat hubungan antara pengukuran yang dilakukan di ruang kelas dengan “dunia nyata”.

Killpatrick *et al.*, (2001) menyatakan bahwa pemahaman konseptual dalam matematika adalah pemahaman konsep matematika, operasi, dan hubungannya. Pemahaman konseptual mengacu pada pemahaman ide-ide matematika yang terintegrasi dan fungsional. Haapasalo dan Kadijevich (2000) menambahkan bahwa pemahaman konseptual menunjukkan pengetahuan tentang jaringan tertentu dan keterampilan yang terdapat didalamnya. Unsur-unsur dari jaringan ini dapat berupa konsep, aturan (algoritma, prosedur, dll), dan bahkan masalah (suatu pemecahan masalah dapat memperkenalkan sebuah konsep baru atau aturan) yang diberikan dalam berbagai bentuk representasi. Peran pemahaman konseptual bagi seorang mahasiswa calon guru SD (mahasiswa PGSD) akan memberikan dampak terhadap pemahaman mengenai pentingnya ide matematika dan menggunakan ide tersebut sesuai dengan konteksnya. Mahasiswa dapat mengorganisir pengetahuan mereka ke dalam satu kesatuan yang utuh dan memungkinkan mereka untuk mempelajari ide-ide baru dengan menghubungkan ide-ide untuk apa yang telah mereka ketahui.

Alur pemikiran peneliti yang didasarkan adanya variabilitas kemampuan pemahaman konseptual pada mahasiswa PGSD, mengarahkan penelitian ini kedalam suatu proses mencari solusi

alternatif dalam menyelesaikan masalah yang terkait dengan pemahaman konseptual. Solusi alternatif dalam alur pemikiran ini adalah memusatkan perhatian pada kondisi pembelajaran matematika yang selama ini berlangsung di ruang perkuliahan. Penerapan strategi pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman dan minat terhadap matematika. Dosen perlu untuk membantu meningkatkan pemahaman matematika dengan menggunakan strategi yang dapat memberikan kesempatan untuk pengembangan kemampuan matematika mahasiswa sekaligus juga mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi bahkan keyakinan terhadap kemampuan mereka.

Grouws (2004) menyatakan bahwa hasil penelitian menunjukkan tidak perlu bagi guru untuk fokus dulu pada pengembangan keterampilan dan kemudian beralih ke pemecahan masalah. Keduanya bisa dilakukan bersama-sama. Keterampilan dapat dikembangkan pada dasar yang dibutuhkan, atau perkembangan mereka dapat dilengkapi melalui penggunaan teknologi sehingga kerangka pengajaran yang efektif untuk mendukung pemahaman konseptual dan prosedur matematika mahasiswa perlu ditekankan pada tugas-tugas yang secara matematis menantang dan melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi mereka. Konstruksi solusi alternatif ini adalah suatu pendekatan pembelajaran yang diasumsikan dapat memberikan peningkatan kemampuan pemahaman matematika sekaligus dapat mengembangkan kemampuan berpikir mahasiswa misalnya melalui suatu pendekatan Investigasi Matematika.

Copes (2008) menyatakan bahwa Investigasi Matematika dapat dipandang sebagai sebuah pendekatan pembelajaran dibanding hanya sebagai aktivitas mahasiswa semata. Melalui pembelajaran matematika dengan pendekatan investigasi, mahasiswa belajar dan mengembangkan pengetahuan serta kemampuan proses matematikanya melalui kegiatan investigasi yang terintegrasi dalam pembelajaran matematika. Pembelajaran matematika seperti ini akan memuat *investigation activity, investigation task, investigation work* atau *investigation process* serta meliputi juga aspek-aspek pemecahan masalah, pengajuan masalah, penalaran induktif dan heuristik atau proses berpikir matematis.

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi apakah terdapat perbedaan peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa PGSD yang memperoleh pembelajaran dengan

pendekatan investigasi matematika dibandingkan dengan pendekatan eskpositori, dan apakah ada pengaruh interaksi antara kemampuan awal matematika dan faktor pembelajaran (investigasi matematika dan ekspositori) terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konseptual mahasiswa PGSD.

METODE

Subyek penelitian adalah 111 mahasiswa PGSD di salah satu universitas di Sulawesi Tenggara. Mahasiswa dibagi menjadi kelas kontrol (55 orang mahasiswa) dan kelas eksperimen (56 orang mahasiswa). Instrumen penelitian terdiri dari pretes awal dan postes. Seluruh butir soal terdistribusi pada konsep panjang, luas, volume dan sudut. Sebelum digunakan dalam pretes maupun postes, soal-soal telah dinyatakan valid dan re-liabel.

Prosedur penelitian dimulai dengan penentuan nilai Kemampuan Awal Matematika (KAM) melalui mata kuliah Pendidikan Matematika I. Peneliti berkoordinasi dengan dosen pembina mata kuliah untuk menjadi dosen pengganti mata kuliah tersebut. Hasil UAS mata kuliah ini menjadi nilai KAM yang digunakan untuk mengelompokkan kemampuan awal mahasiswa menjadi kelompok tinggi, sedang, dan rendah.

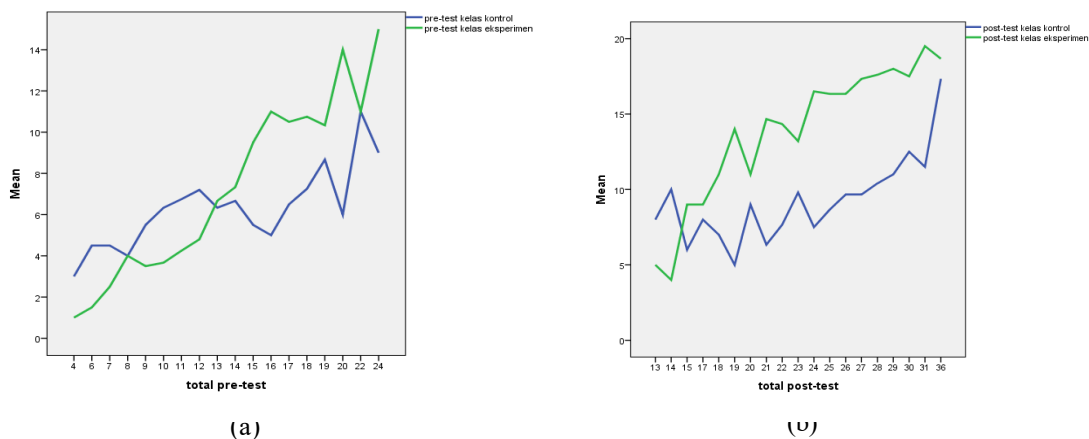
Pada semester berikutnya, dilakukan proses penelitian dengan menerapkan pendekatan pembelajaran Investigasi Matematika di kelas eksperimen dan Pendekatan Eskpositori di kelas kontrol pada mata kuliah Pendidikan Matematika II. Proses investigasi matematika menekankan pada fitur-fitur yang melekat dalam investigasi matematika yaitu *investigation activity*, *investi-*

gation task, *investigation work* atau *investigation process* melalui suatu permasalahan geometri. Data kemampuan pemahaman konseptual kemudian dianalisis dengan menggunakan metode statistik deskriptif dan inferensial menggunakan Program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan rerata skor pretes kedua kelas penelitian menunjukkan suatu perbedaan yang tidak cukup bermakna, walaupun kelas eksperimen memperoleh nilai lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yaitu 6,25 dan 6,54. Namun jika ditinjau dari pergerakan perolehan skor pretes di kedua kelas tampak adanya pencapaian nilai yang berbeda. Nilai tertinggi skor pretes diperoleh mahasiswa di kelas eksperimen yakni 14, sedangkan nilai tertinggi di kelas kontrol adalah 11. Meskipun begitu, terdapat mahasiswa di kelas kontrol yang memiliki nilai di bawah 2 sedangkan nilai terendah di kelas eksperimen adalah 3. Gambaran fluktuasi nilai pretes dapat dilihat dalam gambar 1a, sedangkan fluktuasi nilai postes dari kedua kelas dapat dilihat pada gambar 1b.

Memperhatikan nilai postes tampak jelas adanya rentang yang cukup lebar antara kedua kelas. Indikasi ini menunjukkan adanya perbedaan pencapaian mahasiswa yang ada di kelas kontrol dan di kelas eksperimen. Perbedaan rerata skor yakni 15,21 dan 9,36 menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konseptual di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain nilai rerata postes yang lebih tinggi, nilai postes tertinggi juga diperoleh mahasiswa di kelas eksperimen (nilai 20).



Gambar 1. Fluktuasi perolehan skor pretes (a) dan postes (b) antara kelas kontrol (garis biru) dan eksperimen (garis hijau)

Hasil uji anova menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman konseptual yang signifikan akibat penerapan pendekatan investigasi matematika dibandingkan dengan pendekatan ekspository ($p= 0,000$ $p < 0,05$). *Effect size* peningkatan ini adalah 12,6% dan hasil uji interaksi antara KAM dan pembelajaran juga menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi. Hasil-hasil tersebut menegaskan bahwa pembelajaran investigasi dapat meningkatkan kemampuan konseptual matematis mahasiswa.

Melalui investigasi matematika, mahasiswa terlibat langsung dengan beberapa aktifitas investigasi, misalnya investigasi besar sudut, menentukan rumus volume, mengukur besaran volume, dan lain sebagainya dalam bentuk *masalah non rutin*. Keterlibatan mahasiswa secara fisik meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual, termasuk melihat luas sebagai “cakupan daerah”, memahami hakikat volume dengan konteks “mengisi”, dan memahami bahwa unit yang berbeda menyebabkan pengukuran yang berbeda, dan belajar bagaimana untuk membandingkan daerah dan volume tanpa alat ukur standar. Di samping itu, terjadinya peningkatan kemampuan konseptual di kelas eksperimen terjadi karena pada proses pembelajaran investigasi, pengajar hanya memberikan pokok-pokok materi yang menjadi poin penting dalam menyelesaikan masalah untuk kemudian memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terus merenungkan (berpikir) dan membuat kesimpulan dari rumus matematika yang sedang dihadapi. Tuntutan ini menjadikan mahasiswa melakukan proses investigasi dan proses berpikir untuk memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan materi yang diajarkan.

Selain dapat terlihat dari nilai rerata postes, jawaban mahasiswa dalam beberapa pertanyaan menunjukkan bahwa terdapat kemampuan pemahaman konseptual yang berbeda antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Soal postes No. 2 misalnya. Soal No. 2 merupakan salah satu soal yang mengukur kemampuan pemahaman konseptual mengenai konsep luas. Penguasaan konsep luas bangun datar menjadi dasar yang harus dikuasai oleh mahasiswa agar mampu menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan konsep geometri.



“Berdasarkan gambar tersebut, nyatakan cara anda menghitung luas dari daerah yang: (a) Diarsir warna merah dan nyatakan model formula (rumus) dengan menggunakan ukuran r (jari-jari) lingkaran dalam gambar, (b) Diarsir warna biru melalui model formula (rumus) dengan menggunakan ukuran r (jari-jari) lingkaran dalam gambar tersebut.”

Gambar 2. Contoh Soal Postes (Soal No.2)

Beberapa hasil jawaban mahasiswa dari kelas kontrol dan kelas eksperimen yang memiliki Kemampuan Awal Matematika (KAM) sedang disajikan pada Gambar 3 dan 4.

2. a. warna merah

$$L_{\square} - L_{\bigcirc}$$

$$= 5 \times 5 - \pi r^2$$

$$= 25 - \pi r^2$$

$$= 4\pi r^2 - \pi r^2$$

b) $L_{\bigcirc} - L_{\square}$

$$\pi r^2 - L_{\square}$$

untuk sisi merah diameter $\Rightarrow 2r$, maka untuk s.s Persegi menggantikan dengan rumus Pythagoras

$$L_{\square} - L_{\bigcirc}$$

$$= 5 \times 5 - \pi r^2$$

$$= 25 - \pi r^2$$

$$= 25 - \pi r^2$$

$$= 25 - \pi r^2$$

untuk sisi merah diameter $\Rightarrow 2r$, maka untuk s.s Persegi menggantikan dengan rumus Pythagoras

$$L_{\square} - L_{\bigcirc}$$

$$= 5 \times 5 - \pi r^2$$

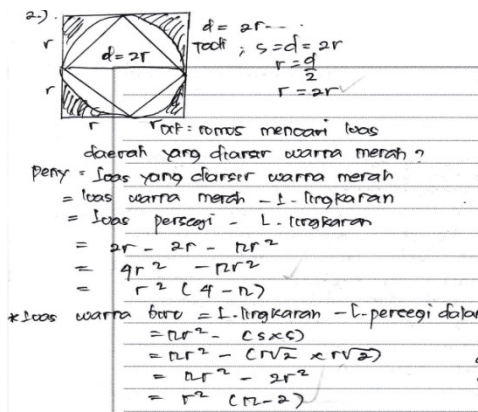
$$= 25 - \pi r^2$$

$$= 25 - \pi r^2$$

$$= 25 - \pi r^2$$

Gambar 3. Contoh Jawaban Mahasiswa Kelas Kontrol dengan KAM Sedang (WA056)

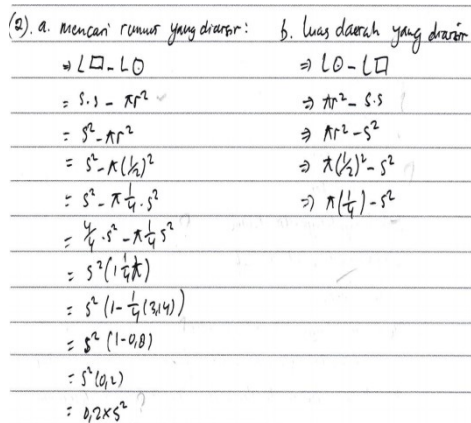
Jika dilihat dari jawaban yang diberikan, terlihat jelas bahwa jawaban WA056 menunjukkan suatu konstruksi jawaban yang tidak dilengkapi dengan argumen yang jelas. Proses mengidentifikasi dan menerapkan prinsip-prinsip, menafsirkan asumsi-asumsi dan hubungan yang melibatkan konsep-konsep matematik, bahkan menafsirkan sekaligus menerapkan simbol dan istilah-istilah yang digunakan untuk mewakili konsep tidak memberikan suatu alur pikir yang jelas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa terjadi kelemahan dalam memahami konsep yang diterjemahkan menjadi bentuk formula. Hal berbeda ditemukan pada jawaban mahasiswa kelas eksperimen (ER100, Gambar 4).



Gambar 3. Contoh Jawaban Mahasiswa Kelas Eksperimen dengan KAM Sedang (ER100)

Jawaban yang diberikan ER100 terkonsentrasi dengan benar sesuai alur jawaban soal. Pemahaman bahwa “luas daerah yang diarsir warna merah adalah selisih dari luas daerah persegi dengan luas daerah lingkaran dan luas daerah yang diarsir warna merah adalah selisih dari luas daerah lingkaran dengan luas daerah persegi bagian dalam” menunjukkan adanya pemahaman konsep luas yang baik. Selain pemahaman konsep yang luas, simbol-simbol yang dituliskan oleh ER100 juga digunakan dengan tepat.

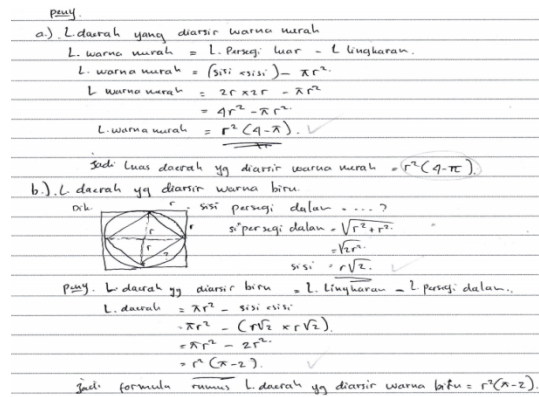
Jawaban lain dapat dilihat dari jawaban mahasiswa dengan level KAM tinggi baik kelas kontrol (Gambar 5) maupun kelas eksperimen (Gambar 6).



Gambar 5. Contoh Jawaban Mahasiswa Kelas Kontrol dengan KAM Tinggi (HM010)

Jawaban HM010 (mahasiswa di kelas kontrol) menunjukkan arah yang tidak jelas. Pemahaman terhadap masalah untuk langkah awal sudah tepat, tetapi penguraian jawabannya sangat

jauh dari solusi yang diharapkan. Penempatan simbol-simbol yang digunakan juga menunjukkan bahwa HM101 kurang memahami konsep luas yang ditampilkan oleh gambar dalam soal No. 2 tersebut. Jawaban mahasiswa kelas eksperimen (JM094) disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Jawaban Mahasiswa Kelas Eksperimen dengan KAM Tinggi (JM094)

Hasil pekerjaan JM094 (Gambar 6) memberikan informasi yang jelas dengan solusi yang benar. Kemampuan melakukan proses identifikasi dan menerapkan prinsip-prinsip, menerapkan fakta dan definisi; menafsirkan dan menerapkan simbol; dan menafsirkan asumsi-asumsi dan hubungan yang melibatkan konsep-konsep luas bangun geometri dalam gambar; semuanya dilakukan secara tepat sehingga menuntun JM094 dalam mendapatkan solusi yang diharapkan untuk soal ini.

Berdasarkan lembar jawaban yang ditampilkan dalam gambar di atas, memberikan referensi dan memberikan penguatan terhadap hasil uji statistik yakni bahwa terdapat peningkatan kemampuan pemahaman konseptual terhadap mahasiswa melalui pendekatan investigasi matematika.

Selain dari lembar jawaban, hasil wawancara memberikan gambaran bahwa penerapan investigasi matematika membuat mahasiswa pada penelitian ini harus “mampu mengembangkan” kemampuan pemahaman konseptual. Misalnya seperti yang dapat terlihat dari kutipan-kutipan wawancara berikut.

“... ada soal mencari kenaikan air... setelah bola dimasukkan kenaikan air adalah 2/3 dari volume awalnya..., kita disuruh menganalisis bagaimana rumusnya, disitulah dituntut untuk berpikir keras dan tidak terkecoh dengan soal itu”

“ ... lebih berpikir luas karena kita harus menginvestigasi masalah-masalah yang diberikan, jadi perlu pemikiran yang lebih lagi”

“ ... cara berpikir lebih meningkat, biasanya masalah-masalah ringan yang diselesaikan, tetapi dalam pembelajaran ini kita menyelesaikan masalah-masalah yang lebih sulit lagi” (wawancara, Nlh120).

“ ... membuat saya memahami rumus segi-tiga yang kita bentuk melalui aktifitas memahami luas segitiga dengan menggunting kertas bentuk segi empat” (wawancara, RS124).

“ melalui investigasi...tentukan sendiri rumusnya, uraikan segala sesuatu dalam gambar..., identifikasi segala macam yang ada disitu dan menyelesaikannya” (wawancara, JM094).

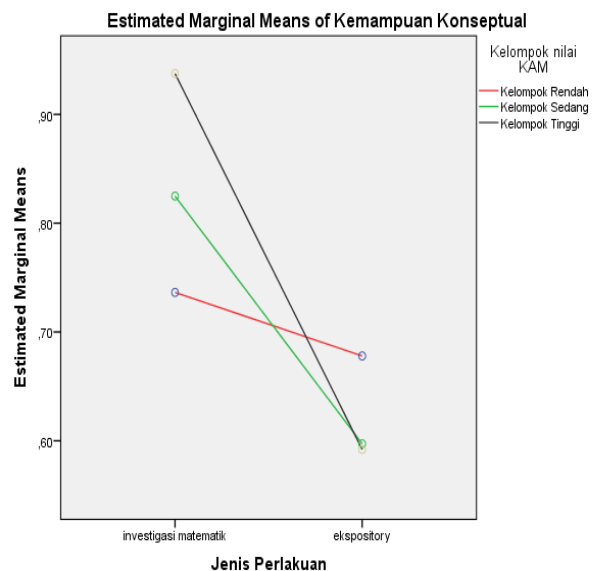
Salah satu penelitian yang mengeksplorasi makna pemahaman dalam belajar matematika, Skemp (1978) menjelaskan bahwa pemahaman konseptual atau *relational* dapat dicapai jika siswa memahami prinsip-prinsip yang mendasari formula atau teorema tertentu dan hubungannya dengan formula atau teorema lainnya. Peningkatan pemahaman konseptual ini didorong dengan adanya proses berlatih dalam mengerjakan soal-soal latihan investigasi di kelas eksperimen. Mahasiswa hanya diberikan pokok-pokok masalah dan selanjutnya mereka sendiri yang menyelesaikan masalah tersebut. Proses ini merupakan salah satu peranan investigasi matematika sebagai *suatu proses berpikir*.

Hal ini sejalan dengan Yager (1991), yang melihat bahwa peningkatan pemahaman konseptual siswa dapat muncul dengan mengajarkan mereka cara menggunakan pemecahan masalah konteks. Pembentukan konteks konseptual juga dapat dilakukan dengan menerapkan konsep matematika yang dipelajari kedalam konteks yang berbeda, sehingga investigasi matematika menjadi suatu pendekatan yang mampu meningkatkan kemampuan konseptual mahasiswa. Jika peserta didik mampu menerapkan konsep-konsep matematika dalam sebanyak mungkin konteks, pemahaman konseptual mereka tentang matematika akan terlihat (Hiebert dan Carpenter, 1992).

Dalam proses peningkatan kemampuan pemahaman konseptual, penerapan investigasi matematika sejalan dengan tantangan yang dihadapi oleh calon guru sekolah dasar. Guru saat ini dan dimasa depan, harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang penguasaan materi dalam pembelajaran, selain pemahaman tentang

penguasaan kelas. Beberapa penelitian merekomendasikan pembelajaran matematika bagi calon guru SD dengan cara yang menggunakan lebih sedikit kuliah/ceramah, fokus pada interaksi dan diskusi, menggabungkan manipulasi dan teknologi yang tepat, dan mengembangkan budaya pembelajaran berbasis inkuiri (misalnya, Lester *et al.*, 1992; Libeskind, 2011; McLeod dan Huinker, 2007; NCMST, 2000).

Hasil lain yang diperoleh dalam penelitian ini adalah tidak adanya pengaruh interaksi antara kemampuan awal matematika dan faktor pembelajaran (investigasi matematika dan ekspositori) terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konseptual mahasiswa. *Profile plot* tidak adanya interaksi tersebut disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. **Interaksi antara Kemampuan Awal Matematika (KAM) dan Faktor Pembelajaran Terhadap Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konseptual Mahasiswa**

Profile plot pada Gambar 7 menunjukkan bahwa pada seluruh mahasiswa dengan kemampuan awal yang berbeda, kemiringan garis berada pada pola yang sama, hanya besar kemiringannya yang berbeda. Tiga buah garis yang melambangkan tiga kelompok KAM, selalu menunjukkan kondisi titik ujung tertinggi di wilayah investigasi matematika dan titik ujung terendah di wilayah ekspositori. *Profile plot* juga menunjukkan bahwa tidak ada respon yang “berkebalikan” pada setiap KAM. Ketiga garis yang melambangkan kemampuan awal dengan kategori rendah, sedang, dan tinggi tetap menunjukkan bahwa sisi

investigasi matematis selalu lebih tinggi dari ekspositori. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai kemampuan konseptual selalu lebih tinggi di kelas eksperimen (pembelajaran investigasi matematis) dibandingkan dengan di kelas kontrol (pembelajaran ekspositori). Tidak terjadi suatu proses yang berkebalikan misalnya nilai yang tinggi pada kelas kontrol. Oleh karena itu, pembelajaran investigasi matematis dapat dilakukan pada seluruh subyek (siswa atau mahasiswa) tanpa harus memberikan perbedaan perlakuan terhadap setiap level kemampuan awal yang dimiliki di kelas tersebut. Artinya, investigasi matematis dapat diberlakukan pada seluruh level kelompok awal matematika karena memberikan dampak bagi peningkatan pemahaman konseptual.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan peningkatan pemahaman konseptual pada mahasiswa PGSD yang memperoleh pembelajaran investigasi dengan yang mendapat pembelajaran ekspositori. Interaksi antara Kemampuan Awal Matematis (KAM) dengan faktor pembelajaran terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konseptual mahasiswa sehingga pembelajaran investigasi matematis dapat diberlakukan pada seluruh level KAM.

DAFTAR PUSTAKA

Amarto, S. A. and Watson, A. (2003). Improving student teachers' understanding of multiplication by two digit numbers. In N. A. Pateman, B.J. Dougherty, & J. Zilliox (Eds.). *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 25th Conference of PME-NA*. Honolulu, HI: PME.

Baturo, A., & Nason, R. (1996). Student Teachers Subject Matter Knowledge Within the Domain of Area Measurement. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 31 No. 3, hlm. 235-268

Brown, T., McNamara, O.; Hanley, U.; & Jones, L. (1999). Primary Student Teachers' Understanding of Mathematics and Its Teaching. *British Educational Research Journal*, Vol. 25, No. 3, hlm. 299-322.

Chick, H. L. (2002). Pre-service Primary Teachers' Assessment of and Performance on Multiplicative Numeracy Items. In A. D. Cockburn, & E. Nardi (Eds.). *Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics*. Norwich, UK: PME.

Copes, L. (2008). *Discovering Geometry : An Investigative Approach*. Emeryville : Key Curriculum Press.

Grouws, D. A. (2004). Chapter 7. Mathematics. In *Handbook of Research on Improving Student Achievement*, 3rd ed., edited by G. Cawelti. Arlington, Va.: Educational Research Service.

Haapasalo & Kadjevich. (2000). *Simultaneous Activation of Conceptual and Procedural Mathematical Knowledge by Means of ClassPad*. [online] <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00001347/document>.

Hiebert, J., & Carpenter, T. (1992). Learning and Teaching with Understanding. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Research and Teaching* (hlm.65-100). New York, NY: MacMillan.

Killpatrick, J; Swafford, J; & Findell, B. (2001). *Adding It Up. Helping Children Learn Mathematics*. Washington DC: National Academy Press.

Lester, F.K., Maki, D.P., LeBlanc, J.F., & Kroll, D.L. (1992). *Preparing elementary teachers to teach mathematics: a problem-solving approach*. Final report Vol. II, content component. Bloomington: Indiana University, Mathematics Education Development Center.

Libeskind, S. (2011). Teaching Mathematics for Prospective Elementary School Teachers: What Textbooks Don't Tell. *Primus: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, Vol. 21, No. 5, hlm. 473-484.

Ma, L. (1999). *Knowing and Teaching Elementary Mathematics: Teachers Understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

McAllister, C. J., & Beaver, C. (2012). Identification of Error Types in Preservice Teachers Attempts to Create Fraction Story Problems for Specified Operations.

- School Science and Mathematics*, Vol. 112, No. 2, hlm. 88-98.
- McLeod, K., & Huinker, D. (2007). Mathematics Focus Courses: Mathematics Content for Elementary and Middle Grades Teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 38, No. 7, hlm. 949-962.
- Morris, H. (2001). Issues Raised by Testing Trainee Primary Teachers' Mathematical Knowledge. *Mathematics Teacher Education and Development*, Vol. 3, hlm. 37-47.
- Murphy, C. (2012). The Role of Subject Knowledge in Primary Prospective Teacher Approaches to Teaching The Topic of Area. *Journal of Mathematics Teacher Education*, Vol. 15, No. 3, hlm. 187- 206.
- National Commission on Mathematics and Science Teaching for the Twenty-First Century. (2000). Before it's too late: A report to the nation. [online]. <http://www.nationalmathandscience.org/sites/default/files/resource/>.
- Skemp, R. R. (1978). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Arithmetic Teacher*, Vol. 26, No. 3, hlm. 9-15.
- Southwell, Beth & Penglase, Marina (2005). Mathematical Knowledge Of Pre-service Primary Teachers. In Chick, H. L. & Vincent, J. L. (Eds.). *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 4, hlm. 209-216.
- Vaiyavutjamia, P., Ellerton, N. F. and Clements, M. A. (2005). *Students' Attempts to Solve Two Elementary Quadratic Equations: A Study in Three Nations*. In P. Clarkson, A. Downton, D. Gronn, M. Horne, A. McDonagh, R. Pierce & A. Roche (Eds.), *Building connections: Research, theory and practice*. Sydney, Australia: Mathematics Education Research Group of Australia.
- Yager, R. (1991). The Constructivist Learning Model, Towards Real Reform in Science Education. *The Science Teacher*, Vol. 58, No. 6, hlm. 52-57.
- Zevenbergen, R. (2005). Primary Pre-Service Teachers' Understandings of Volume: The Impact of Course and Practicum Experiences. *Mathematics Education Research Journal*, Vol. 17, No. 1, hlm. 3-23.