

Hakikat Penelitian Pendidikan Matematika

Prof. Dr. Ipung Yuwono, M.S., M.Sc.



PENDAHULUAN

Penelitian pendidikan matematika merupakan salah satu kawasan dari penelitian dalam bidang ilmu sosial. Isi atau materi yang diteliti berupa matematika sekolah, namun paradigma penelitian yang digunakan masuk dalam kawasan penelitian ilmu sosial. Karena itu, kerangka pikir yang dikembangkan dalam penelitian pendidikan matematika juga kerangka pikir penelitian ilmu sosial. Pemahaman Anda pada Modul 1 ini akan banyak menunjang kelancaran Anda dalam *workshop* pengembangan proposal tesis.

Modul 1 ini berisi uraian tentang kontinum penelitian, dari yang “paling” kualitatif sampai dengan yang “paling” kuantitatif; perbedaan penelitian pendidikan matematika dengan penelitian matematika; keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan; usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan, dan beda penelitian kualitatif dengan penelitian kuantitatif.

Tujuan umum dalam mempelajari modul ini adalah agar Anda memahami dasar-dasar penelitian pendidikan matematika dan hakikat penelitian pendidikan matematika. Sedangkan tujuan khusus dalam mempelajari modul ini adalah diharapkan Anda dapat:

1. menjelaskan kontinum penelitian, dari yang “paling” kualitatif sampai dengan yang “paling” kuantitatif;
2. menjelaskan perbedaan penelitian pendidikan matematika dengan penelitian matematika;
3. memberi contoh penelitian matematika sederhana (matematika sekolah);
4. menjelaskan keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan;
5. menjelaskan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan;
6. merumuskan sekurang-kurangnya 5 ciri penelitian kualitatif;

7. merumuskan sekurang-kurangnya 5 ciri penelitian kuantitatif;
8. merumuskan sekurang-kurangnya 3 perbedaan antara penelitian kualitatif dengan penelitian kuantitatif.

Modul ini terdiri atas 2 kegiatan belajar. Kegiatan Belajar Pertama tentang penelitian pendidikan matematika dan Kegiatan Belajar Kedua tentang penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif.

Untuk mempelajari modul ini, perhatikan beberapa hal berikut.

1. Bacalah uraian dan contoh dengan saksama sampai Anda memahami dan menguasai materi yang dimaksud.
2. Diskusikan dan kerjakan latihan bersama teman Anda. Jangan ragu-ragu bertanya pada tutor atau dosen yang menguasai materi ini.
3. Kerjakan tes formatif secara mandiri, kemudian periksalah tingkat kemampuan Anda dengan cara mencocokkan dengan rambu-rambu jawaban. Bila Anda belum memenuhi syarat penguasaan, ulangi bacaan Anda pada modul ini.

KEGIATAN BELAJAR 1**Penelitian Pendidikan Matematika****A. SEBARAN (*CONTINUUM*) PADA PENDEKATAN PENELITIAN**

Sampai saat ini Anda telah mengenal atau sekurangnya pernah mendengar adanya dua pendekatan dalam penelitian, yakni kualitatif dan kuantitatif. Selain dua pendekatan penelitian itu sebenarnya masih ada pendekatan lain dalam penelitian. Pendekatan lain itu tempatnya terletak di antara dua pendekatan yakni di antara pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Bila digambarkan dalam garis mendatar, maka pendekatan penelitian akan membentuk sebaran (*continuum*), dengan pendekatan kualitatif berada di ujung kiri, dan pendekatan kuantitatif di ujung kanan.

Pendekatan penelitian yang berada di antara kualitatif dan kuantitatif adalah survei. Penelitian tindakan (*action research*) dapat digolongkan juga dalam pendekatan yang berada di antara kualitatif dan kuantitatif, namun lebih condong ke kualitatif. Sebaran pada pendekatan penelitian beserta penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 1.1.

B. KENDALA DALAM PENELITIAN PENDIDIKAN

Penelitian pendidikan merupakan salah satu dari penelitian dalam ilmu sosial. Penelitian pendidikan matematika merupakan salah satu dari penelitian dalam ilmu pendidikan. Dengan demikian, penelitian pendidikan matematika harus mengikuti kaidah atau norma dalam penelitian ilmu sosial. Berbeda dengan penelitian dalam ilmu pengetahuan alam, penelitian pendidikan, sebagaimana umumnya penelitian dalam ilmu sosial, dalam penelitian pendidikan memunculkan masalah yang lebih banyak dari pada penelitian dalam ilmu alamiah.

Kualitatif		Kuantitatif
Studi kasus Deskripsi (penggambaran) Penjelasan berdasar eksplorasi	Survei, Penelitian tindakan Ada deskripsi dan kadang- kadang juga validasi Eksplorasi dan kadang-kadang juga pembuktian	Eksperimen Validasi (pembuktian) Penjelasan berdasar pembuktian
Dikondisikan sealamiah mungkin	Jarang menggunakan rancangan percobaan	Dirancang dalam percobaan atau situasi laboratorium
Deskripsi secara verbal	Ada deskripsi verbal ada deskripsi numerikal dan statistik deskriptif	Deskripsi secara numerikal dan inferensial statistis
Pengumpulan data secara langsung dan tidak terstruktur. Jarang melakukan perlakuan (<i>treatment</i>)	Salah satu atau ke duanya	Pengumpulan data secara terencana dan terstruktur.
	Kadang –kadang melakukan perlakuan (<i>treatment</i>)	Selalu melakukan perlakuan (<i>treatment</i>)

Gambar 1.1.
Sebaran Penelitian Kualitatif-Kuantitatif

1. Kerumitan Masalah

Masalah dalam penelitian pendidikan jauh lebih rumit daripada masalah dalam penelitian ilmu alamiah. Hal itu disebabkan karena masalah dalam ilmu alam lebih eksak, lebih mudah diamati karena subjek penelitian tidak mempunyai emosi, melibatkan variabel yang tidak begitu besar, dan mudah mengukurnya.

Sedangkan masalah dalam ilmu pendidikan jauh lebih rumit. Hal itu disebabkan karena masalah dalam ilmu pendidikan melibatkan manusia, yang mempunyai emosi, sikap, perilaku, dan sering tidak menunjukkan perilaku yang alamiah (bersandiwara). Dengan demikian variabel yang terlibat dalam penelitian pendidikan juga menjadi lebih banyak dan rumit. Selain itu pengukuran variabel menjadi lebih sulit dan jarang mendapatkan hasil yang eksak.

Dalam ilmu alam, perilaku gas dalam kondisi tertentu akan sama di manapun gas itu berada. Dalam ilmu pendidikan, perilaku sekelompok siswa kelas X di satu sekolah tentu berbeda dengan siswa kelas X di sekolah lain.

2. Ketidaktelitian Pengukuran

Dalam ilmu alam, ketelitian pengukuran bergantung dari alat yang digunakan dalam pengukuran. Alat untuk menimbang beras tentu berbeda dengan neraca yang digunakan menimbang emas. Neraca lebih mempunyai tingkat ketelitian dari pada timbangan beras. Peneliti senantiasa dapat meningkatkan ketelitian pengukurannya dengan cara memilih alat yang lebih canggih.

Dalam ilmu pendidikan, orang sulit untuk mendapatkan alat pengukuran dengan tingkat ketelitian seperti yang diharapkan. Yang dapat dilakukan hanyalah berusaha meningkatkan ketelitian yang dilakukan. Untuk memahami perilaku siswa, banyak variabel yang berpengaruh dan cara mengukurnya pun juga tidak mudah. Perilaku siswa dapat saja dipengaruhi oleh pengalaman siswa pada masa lalu. Sedangkan pengalaman masa lalu itu sulit untuk dihadirkan lagi pada masa sekarang.

3. Ketidaktelitian Pengamatan

Dalam penelitian pendidikan, pengamatan lebih bersifat subjektif, karena dilakukan oleh individu yang mengamati perilaku individu. Pengamatan itu lebih banyak merupakan hasil interpretasi pengamat.

4. Kesulitan Pengendalian

Dalam penelitian pendidikan, pengendalian subjek yang diteliti tidak semudah dalam penelitian dalam ilmu alamiah. Untuk mengendalikan subjek, yang berupa manusia, tentu lebih sulit dari pada mengendalikan subjek yang bukan manusia.

5. Kesulitan Replikasi

Gejala dalam ilmu pendidikan adalah gejala atau kejadian unik yang tidak dapat diulang kembali pada waktu lain. Situasi pembelajaran pada jam 07.00 untuk topik persegi pada satu ruang kelas, tentu berbeda dengan situasi pada jam dan topik yang sama untuk hari yang lain, meskipun pada siswa dan ruang kelas yang sama. Dengan demikian tidak mungkin mengulang

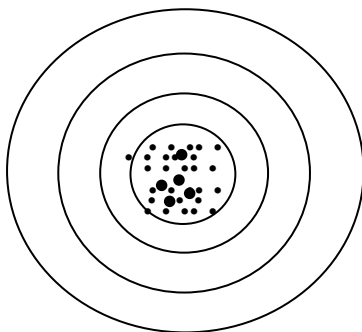
suatu kejadian atau eksperimen untuk menghaluskan hasil eksperimen yang telah dilakukan.

C. USAHA YANG DAPAT DILAKUKAN UNTUK MENGATASI KENDALA PENELITIAN

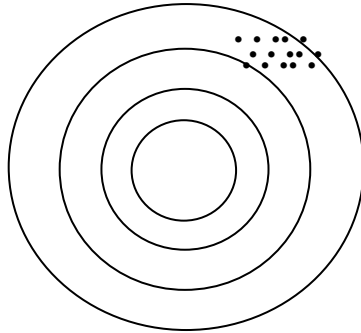
Banyaknya kendala dalam penelitian pendidikan tidak berarti hasil penelitian pendidikan menjadi tidak berarti dalam menyumbang perkembangan ilmu pengetahuan. Untuk itu diperlukan usaha-usaha untuk mengurangi keterbatasan penelitian pendidikan. Usaha-usaha itu di antaranya sebagai berikut.

1. Menggunakan Alat Ukur atau Instrumen yang Benar-benar Dapat Dipercaya (Valid) dan Terandal (Reliabel)

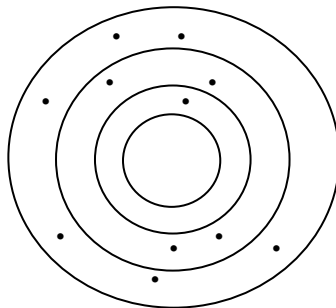
Alat ukur disebut valid bila alat ukur itu mengukur sesuatu yang hendak diukur. Tes matematika untuk siswa SD tentunya tidak valid bila digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran mahasiswa tahun pertama. Alat ukur disebut terandal bila alat ukur menghasilkan keluaran yang relatif tetap atau stabil untuk objek yang sama. Bila suatu angket menghasilkan biji rata-rata 50 pada hari ini, untuk hari lain ternyata untuk siswa yang sama menghasilkan rata-rata 70, maka angket itu dikatakan tidak terandal. Suatu instrumen yang valid dan reliabel digambarkan dalam Gambar 1.2a. Suatu instrumen dapat reliabel tetapi tidak valid. Instrumen yang demikian digambarkan dalam Gambar 1.2b. Suatu instrumen yang tidak reliabel dan tidak valid digambarkan dalam Gambar 1.2c.



Gambar 1.1a.
Instrumen yang valid dan reliabel (tepat pada sasaran)



Gambar 1.1b.
Instrumen yang reliabel tetapi tidak valid
(hasilnya tetap tetapi tidak tepat pada sasaran)



Gambar 1.1c.
Instrumen yang tidak reliabel dan tidak valid
(hasilnya tidak tetap dan tidak tepat pada sasaran)

2. Melakukan Perbandingan atau Pengecekan Data yang Diperoleh (Triangulasi)

Scheaffer (2007) membedakan empat macam triangulasi, yaitu: (a) triangulasi sumber, misalnya untuk mengecek apakah data tentang keberhasilan belajar siswa benar-benar dapat dipercaya, dapat dilihat dari beberapa sumber, misalnya siswa, wawancara dengan guru, dan wawancara dengan orang tua siswa, (b) triangulasi metode misalnya untuk mengecek apakah data tentang keberhasilan belajar siswa benar-benar dapat dipercaya, dapat dilihat dengan beberapa metode, misalnya tes, wawancara, dan angket, (c) triangulasi penyidik atau pengamat, misalnya untuk mengecek apakah data tentang keberhasilan belajar siswa benar-benar dapat dipercaya, dapat

dikonfirmasikan dari beberapa pengamat, misalnya menggunakan beberapa orang pengamat yang mereka mengamati tidak secara bersamaan, (d) triangulasi teori misalnya untuk mengecek apakah data tentang keberhasilan belajar siswa benar-benar dapat dipercaya, dapat dicocokkan dengan beberapa teori yang sudah relatif sudah mapan, misalnya hasil belajar metode A secara teoritis adalah baik, maka penelitian ini yang juga menggunakan metode A ternyata hasilnya sejalan dengan teori tersebut.

3. Melakukan kegiatan penelitian sealamiah mungkin

Semua kegiatan penelitian diusahakan sealamiah mungkin. Guru yang memfasilitasi pembelajaran sebaiknya juga guru yang sehari-hari memfasilitasi pembelajaran di kelas (bukan peneliti atau orang lain). Jika mengadakan tes, diusahakan agar siswa bekerja secara sungguh-sungguh, sehingga hasil tes itu benar-benar mencerminkan kemampuan siswa yang sesungguhnya. Hal itu dapat dilakukan dengan cara: (a) memberitahukan bahwa hasil tes itu dipertimbangkan juga untuk kenaikan siswa atau nilai rapor, (b) menjarangkan tempat duduk siswa, agar siswa tidak saling bekerja sama, dan (c) mengawasi dengan ketat pelaksanaan tes.

4. Melakukan kontrol yang ketat pada variabel yang terlibat

Dalam penelitian eksperimen pengontrolan variabel merupakan hal yang harus benar-benar diperhatikan. Siswa di kelas kontrol dan siswa di kelas eksperimen harus dijaga agar tidak saling berkomunikasi. Kondisi kejiwaan guru pada saat mengajar di kelas kontrol dan kelas eksperimen harus dijaga kenetralannya. Bila gurunya sama antara kelas kontrol dan kelas eksperimen maka harus dijaga supaya emosi dan semangat guru saat mengajar di kelas kontrol dan kelas eksperimen harus seimbang.

D. PENELITIAN MATEMATIKA

Penelitian matematika merupakan penelitian dalam kawasan penelitian ilmu dasar (sains) atau ilmu murni. Dengan demikian karakteristik penelitian matematika sangat berbeda dengan penelitian dalam ilmu sosial (ilmu terapan). Penelitian matematika berpola mengikuti pola pengembangan matematika, yakni aksiomatis deduktif.

Salah satu contoh pola pada penelitian matematika adalah ditemukannya konsep himpunan kabur (*fuzzy set*). Selama ini telah dikenal, bahwa jika

diberikan suatu himpunan A , maka untuk suatu unsur x , hanya ada 2 keputusan, yaitu salah satu dari: unsur itu menjadi anggota A atau unsur itu bukan menjadi anggota A . Suatu unsur yang menjadi anggota A dapat diberi bobot 1, sedangkan unsur yang bukan menjadi anggota A diberi bobot 0.

Dalam himpunan kabur bobot keanggotaan suatu unsur dapat bergerak dalam selang $[0, 1]$. Sebagai contoh, B =himpunan dosen yang berusia muda. Dalam konsep himpunan biasa, B bukan termasuk himpunan, karena ketidakjelasan unsur keanggotaannya. Namun dalam konsep himpunan kabur, B merupakan himpunan yang keanggotaannya bergradasi dari mulai 0 sampai dengan 1. Seorang dosen misalnya K yang berusia 26 tahun merupakan anggota B dengan bobot keanggotaan yang lebih besar dari L yang mempunyai usia 40 tahun.

Dalam matematika sekolah, penelitian matematika disajikan dalam bentuk yang lebih sederhana, dan sering disebut sebagai investigasi matematika. Investigasi matematika tidak menuntut penemuan konsep/prosedur matematika yang baru, namun hanya menuntut siswa membangun konsep yang telah ada melalui langkah penelitian matematika. Contoh investigasi matematika diberikan pada investigasi pecahan sempurna berikut ini.

Contoh 1.1. *Investigasi Matematika: Pecahan Sempurna*

1. Diberikan sepasang bilangan pecahan berikut:

$$\left(\frac{5}{2}, \frac{5}{3}\right) \text{ dan } \left(\frac{7}{5}, \frac{7}{2}\right)$$

- Tentukan jumlah bilangan pada pasangan tersebut, yakni $\frac{5}{2} + \frac{5}{3} = \dots$ dan $\frac{7}{5} + \frac{7}{2} = \dots$
- Tentukan hasil kali bilangan pada pasangan tersebut, yakni $\frac{5}{2} \times \frac{5}{3} = \dots$ dan $\frac{7}{5} \times \frac{7}{2} = \dots$
- Bagaimanakah hasil penjumlahan dan hasil perkalian pada setiap pasang bilangan?
- Tentukan pasangan bilangan berikut sehingga menjadi pasangan bilangan yang mempunyai sifat seperti pada (c)

$$\left(\frac{9}{5}, \dots\right); \left(\dots, \frac{11}{7}\right); \left(\frac{\dots}{7}, \frac{\dots}{5}\right); \dots \left(\frac{\dots}{3}, \dots\right).$$

2. Pasangan pecahan yang mempunyai sifat seperti pada 1c) disebut **Pecahan Sempurna**. Carilah pasangan pecahan sempurna yang lain.
3. Rumuskan dengan bahasa Anda, kapan pasangan pecahan menjadi sempurna?
4. Carilah pasangan bilangan sempurna, satu bilangan pecahan, lainnya bilangan Cacah!
5. Selidiki adakah pasangan bilangan bulat yang sempurna! Jika ada tunjukkan!

Salah satu bilangan sempurna dinyatakan sebagai $\frac{a}{b}$. Tulislah bilangan pasangannya. Buktikan bahwa dua bilangan tersebut pasangan sempurna.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan sekurang-kurangnya 4 keterbatasan dalam penelitian pendidikan!
- 2) Jelaskan sekurang-kurangnya 4 usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan!

Soal no. 3 dan 4 berkaitan dengan topik penelitian berikut

- a. Kajian mengenai penerapan himpunan kabur dalam statistika
 - b. Pembelajaran matematika berbasis konstruktivisme dan pengaruhnya terhadap sikap siswa SLTP terhadap matematika
 - c. Turunan tanpa limit, suatu definisi alternatif untuk turunan fungsi
 - d. Studi komparatif tentang pembelajaran matematika berbantuan komputer dengan pembelajaran matematika konvensional.
 - e. Perkembangan teori integral sampai dengan awal abad ke-21.
- 3) Manakah yang termasuk dalam penelitian matematika dan manakah yang termasuk dalam penelitian pendidikan matematika?

- 4) Pilihlah satu topik penelitian pendidikan matematika dari ke lima topik di atas, kemudian jawablah pertanyaan berikut:
 - a) Rumuskan masalah yang akan diteliti
 - b) Tentukan variabel bebas dan variabel terikatnya
 - c) Rumuskan hipotesisnya (bila ada, bila tak ada hipotesisnya jelaskan, kenapa).
- 5) Desainlah suatu investigasi pada matematika sekolah (**Petunjuk:** Anda perlu mencari sumber atau buku yang berbahasa Inggris atau dari internet).

Petunjuk Jawaban Latihan

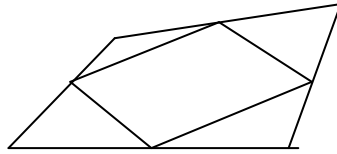
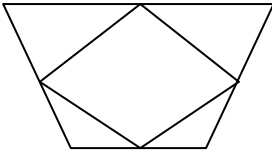
- 1) Silakan dicermati dan ditemukan dalam modul ini.
- 2) Silakan dicermati dan ditemukan dalam modul ini.
- 3) Penelitian matematika: a, c dan e. Lainnya termasuk dalam penelitian pendidikan matematika.
- 4) Misalnya telah dipilih topik b, yakni “Pembelajaran matematika berbasis konstruktivisme dan pengaruhnya terhadap sikap siswa SLTP terhadap matematika” maka salah satu rumusan masalahnya ”apakah terdapat perbedaan keberanian bertanya antara kelas yang diampu pembelajaran matematika berbasis konstruktivisme dengan kelas yang diampu melalui pembelajaran langsung”.
- 5) Jawaban dapat bervariasi, berikut disajikan 3 contoh jawaban.
 - a) Perhatikan proses “perhitungan” berikut.

$$\begin{aligned}
 x &= 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + \dots = (2 + 2) + (2 + 2) + (2 + 2) + \dots \\
 &= 4 + 4 + 4 + \dots \\
 &= 2 (2 + 2 + 2 + \dots)
 \end{aligned}$$

Didapat $x = 2x$. Jadi $x = 0$.

Selidikilah di mana letak kesalahannya? Jelaskan

- b) Gambarkan sembarang segiempat, kemudian hubungkan semua titik tengah setiap sisi pada segiempat tersebut. Beberapa gambar adalah sebagai berikut.



- c) Lanjutkan dengan beberapa gambar lagi.
- d) Berbentuk apakah bangun yang terjadi dari empat titik tengah sisi segiempat itu?
- e) Buktikan dugaan yang Anda buat pada b).



RANGKUMAN

Dalam modul ini Anda telah belajar tentang kontinum penelitian, dari yang “paling” kualitatif sampai dengan yang “paling” kuantitatif; perbedaan penelitian pendidikan matematika dengan penelitian matematika; keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan; usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian pendidikan matematika.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Penelitian tindakan kelas (PTK) termasuk dalam penelitian yang
 - A. kualitatif
 - B. kuantitatif
 - C. lebih condong pada penelitian kualitatif
 - D. lebih condong pada penelitian kuantitatif
- 2) Manakah yang merupakan judul atau tema dalam penelitian pendidikan matematika?
 - A. Pengembangan integral untuk fungsi peubah banyak.
 - B. Pembelajaran matematika berbasis konstruktivisme dan pengaruhnya terhadap sikap siswa SLTP terhadap matematika.
 - C. Turunan tanpa limit, suatu definisi alternatif untuk turunan fungsi.
 - D. Bukti alternatif untuk teorema fundamental aritmetika.

- 3) Manakah yang merupakan judul atau tema dalam penelitian matematika?
 - A. Pengembangan modul interaktif pada pokok bahasan statistika.
 - B. Pembelajaran matematika berbasis konstruktivisme dan pengaruhnya terhadap sikap siswa SLTP terhadap matematika.
 - C. Turunan tanpa limit, suatu definisi alternatif untuk turunan fungsi.
 - D. Studi komparatif tentang pembelajaran matematika berbantuan komputer dengan pembelajaran matematika konvensional.

- 4) Salah satu kelebihan penelitian kualitatif dari penelitian kuantitatif adalah
 - A. hasil analisis data pada penelitian kualitatif bersifat eksak
 - B. penelitian kualitatif dilaksanakan dalam suasana yang alami
 - C. penelitian kualitatif melakukan reduksi data
 - D. penelitian kualitatif datanya tidak harus berupa bilangan

- 5) Manakah pernyataan yang benar?
 - A. Penelitian kualitatif selalu melakukan penarikan sampel.
 - B. Penelitian kuantitatif selalu melakukan pengujian hipotesis.
 - C. Penelitian kualitatif datanya bisa terdiri atas 1 siswa.
 - D. Penelitian kuantitatif selalu melakukan uji statistika.

- 6) Berkaitan dengan penelitian kuantitatif, semua berikut ini benar, *kecuali*
 - A. melakukan generalisasi
 - B. perlu menarik sampel yang representatif
 - C. selalu ada hipotesis
 - D. melibatkan analisis data yang berupa bilangan

- 7) Berkaitan dengan penelitian kualitatif, semua berikut ini benar, *kecuali*
 - A. memerlukan adanya sampel dan populasi
 - B. tidak perlu menarik sampel yang representatif
 - C. kadang-kadang diperlukan adanya hipotesis
 - D. data yang dianalisis data yang bukan berupa bilangan

- 8) Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala dalam penelitian pendidikan adalah
 - A. memilih sampel sekolah yang dekat dengan rumah peneliti
 - B. mengembangkan instrumen yang valid
 - C. memilih sekolah yang berjauhan antara sekolah pada kelompok eksperimen dengan sekolah pada kelompok kontrol
 - D. mengembangkan instrumen yang reliabel

- 9) Manakah yang benar berkaitan dengan instrumen penelitian?
- Instrumen yang reliabel selalu valid.
 - Ada instrumen yang valid tetapi tidak reliabel.
 - Ada instrumen yang tidak valid tetapi reliabel
 - Instrumen yang valid selalu reliabel.
- 10) Pernyataan manakah yang *salah*?
- Penelitian pendidikan matematika termasuk dalam ranah penelitian ilmu eksakta.
 - Penelitian pendidikan matematika termasuk dalam ranah penelitian ilmu sosial.
 - Penelitian pendidikan matematika selalu memerlukan populasi dan sampel.
 - Penelitian matematika selalu berupa kuantitatif.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Dua Kutub Penelitian: Kualitatif dan Kuantitatif

DUA PENDEKATAN PENELITIAN YANG BERLAWANAN: KUALITATIF DENGAN KUANTITATIF

Dalam penelitian terdapat dua pendekatan yang seolah bertentangan atau berlawanan. Pendekatan pertama disebut pendekatan atau paradigma kualitatif, dan yang kedua pendekatan kuantitatif.

1. Pendekatan Kualitatif

Pendekatan kualitatif lebih menekankan bahwa penelitian harus dilaksanakan dalam situasi sealam mungkin. Sebagai ilustrasi, bila kita ingin mengetahui perilaku seseorang itu jujur atau tidak, kita harus meletakkan kamera tersembunyi pada suatu tempat. Kemudian orang yang akan kita uji kejujurannya kita usahakan mengalami kejadian “menemukan dompet berisi uang”. Selanjutnya direkam apa perilaku orang tersebut. Apakah dia berusaha mencari pemilik dompet tersebut atau menyerahkan pada pihak yang berwenang, atau mengambil uang dalam dompet untuk dimiliki. Dari pengamatan diam-diam dan kamera tersembunyi tersebut, kita dapat mengetahui tingkat kejujuran orang tersebut. Untuk mengetahui bagaimana persepsi mahasiswa terhadap perkuliahan yang disampaikan oleh seseorang dosen, maka peneliti perlu menyamar menjadi mahasiswa dan mengikuti semua kegiatan perkuliahan tersebut. Selama menyamar menjadi mahasiswa, peneliti dapat mengamati, mencatat, merekam bagaimana perilaku dan persepsi mahasiswa selama perkuliahan, baik di kelas maupun “rasan-rasan” mahasiswa terhadap perkuliahan itu ketika di luar kelas. Tentu saja peneliti tidak boleh memperlihatkan secara mencolok dia sedang mencatat atau merekam perilaku atau perkataan mahasiswa. Pengambilan data harus dilakukan agar penyamarannya sebagai mahasiswa tetap terjaga. Setelah satu semester menyamar sebagai mahasiswa, peneliti tersebut dapat melaporkan hasil penelitiannya tentang persepsi mahasiswa terhadap perkuliahan dosen tersebut. Uraian lebih rinci dari penelitian kualitatif ini dapat ditemukan pada Moleong (1988) atau Miles & Huberman (1998).

2. Pendekatan Kuantitatif

Pendekatan kuantitatif lebih menekankan bahwa penelitian harus dilaksanakan dalam situasi yang terencana dengan baik. Sebagai ilustrasi, bila kita ingin mengetahui perilaku seseorang itu jujur atau tidak, kita harus menyiapkan lebih dulu instrumen yang akan digunakan untuk mengukur kejujuran seseorang. Instrumen tersebut dapat berupa angket, pedoman wawancara atau tes kejujuran. Untuk mengetahui bagaimana persepsi mahasiswa terhadap perkuliahan yang disampaikan oleh seseorang dosen, maka peneliti perlu menyiapkan desain penelitian apa yang akan dilakukan, dan kemudian mengembangkan atau mengadopsi instrumen yang telah ada. Selanjutnya, instrumen atau desain yang telah siap diimplementasikan dan dilaporkan hasilnya. Uraian lebih rinci dari penelitian kuantitatif dalam bidang pendidikan dapat ditemukan pada buku-buku metode penelitian yang banyak beredar di pasaran, misalnya Furchan (1982).

Contoh Artikel Penelitian Kualitatif

Berikut disajikan contoh Artikel Penelitian Kualitatif. Penyajian contoh dimaksudkan agar pembaca dapat memahami secara utuh tentang pola, model, dan metode dalam penelitian kualitatif. Contoh Artikel Penelitian Kualitatif adalah sebagai berikut (Gambar 1.3).

DOMINASI POLA PIKIR ANALOGI SISWA DALAM BELAJAR MATEMATIKA

Abstract: One of the key issues we explore in this research is the relationship between mathematical and analogical reasoning. The ability to see connections and relationships among mathematical ideas and to apply this understanding to the solution of new problems is a basic component of mathematical reasoning. The study reported here investigated the ability of middle grade students to see connections and relationships among mathematical ideas and to apply this understanding to the solution of new problems. Majority of the students have low ability on seeing the analogical reasoning of mathematics statements. We found that the students have wrong understanding about analogical reasoning. They presume that all of the analogical reasoning has same application in order to solve the problem. We suggest that students should be given a cognitive conflict to minimize the domination of analogical reasoning of students.

Keywords: analogical reasoning, linear operator, mathematics statement

Salah satu aspek yang perlu mendapat penekanan dalam pembelajaran matematika sebagaimana direkomendasikan dalam *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000) adalah guru harus berusaha membantu siswa dalam membangun ide matematika yang baru berpijak pada pengalaman yang telah dipunyai siswa. Untuk membangun ide baru, siswa perlu menelaah keterkaitan antara ide matematika sebelumnya, untuk dialihkan pada ide baru yang hendak dibangun.

Kemampuan menelaah keterkaitan antar ide sebelumnya untuk dibawa ke ide baru merupakan salah satu komponen mendasar dari penalaran matematika. Hiebert & Carpenter (1992) menyatakan bahwa salah satu komponen dari penalaran matematika adalah kemampuan melihat keterkaitan antara ide matematika dan menerapkannya dalam pemahaman lanjutan atau penyelesaian masalah. Kemampuan melihat keterkaitan antara ide matematika yang serupa, kemudian dialihkan dalam situasi baru inilah yang disebut sebagai pola pikir analogi.

Arends (2001) menyatakan bahwa berpikir analogi merupakan salah satu strategi belajar dengan cara menelaah keserupaan di antara gejala atau ide yang sebenarnya berbeda. Sedangkan English (2004) mendefinisikan pola pikir analogi sebagai kemampuan siswa untuk menelaah pola atau aturan yang sejenis dan berkaitan.

Dalam penelitian ini pola pikir analogi didefinisikan sebagai kemampuan siswa melihat keterkaitan antara ide matematika berupa pola atau aturan, kemudian dialihkan dalam situasi lain yang serupa dalam bentuk pola atau aturan yang baru. Dengan kata lain, pola pikir analogi dapat dideskripsikan sebagai memperlakukan suatu sifat atau gejala senantiasa sama dengan sifat atau gejala yang telah diperoleh sebelumnya. Pola pikir analogi merupakan salah satu unsur pada berpikir induktif. Dengan beberapa contoh yang telah dialami siswa, sifat atau gejala lain selalu dirampatkan sejalan dengan contoh yang telah ada sebelumnya.

Pola pikir analogi merupakan unsur penting dalam belajar matematika, baik dalam pembangunan konsep baru maupun pemecahan masalah (English, 2004). Munculnya pola pikir analogi pada siswa banyak dipengaruhi oleh pengalaman siswa sebelumnya dan kesan personal siswa pada pengalaman tersebut (Deal & Hardy, 2004). Namun demikian, pola pikir analogi yang terlalu dominan dapat menimbulkan kesesatan siswa dalam bernalar. Siegler (dalam Kilpatrick, 2003) melaporkan munculnya pola pikir analogi siswa

yang salah dalam sifat distributif perkalian terhadap penjumlahan. Analogi yang salah itu adalah: berdasar sifat distributif:

$$a \times (b + c) = a \times b + a \times c$$

siswa menyatakan bahwa

$$a + (b \times c) = a + b \times a + c$$

juga benar.

Analogi lain yang sering dilakukan siswa secara salah adalah siswa menganggap bahwa cara induktif merupakan syarat cukup untuk pembuktian. Dengan beberapa contoh, siswa langsung menarik kesimpulan tentang suatu analogi.

Saat diajukan fungsi F yang seakan-akan menyatakan rumus bilangan prima, yaitu $F(n) = n(n + 1) + 41$, siswa dapat menentukan nilai F untuk $n = 0, 1, 2, 3$ yaitu masing-masing 41, 43, 47, dan 53. Ternyata untuk 4 bilangan cacah pertama, rumus $F(n) = n(n + 1) + 41$ memang menghasilkan bilangan prima. Dengan fakta semacam itu, seluruh siswa langsung setuju bahwa rumus $F(n) = n(n + 1) + 41$ menyatakan rumus bilangan prima untuk setiap n bilangan cacah. Kesesatan dalam penarikan kesimpulan siswa tersebut, diduga kuat karena siswa memang tidak pernah diberi pengalaman bahwa penarikan kesimpulan yang dilakukan secara induktif tidak selalu menghasilkan kesimpulan yang benar.

Pengalaman peneliti ketika memberikan kuliah, sering ketika mahasiswa diminta membuktikan berlakunya suatu teorema, dia hanya memberikan contoh keberlakuan teorema tersebut. Hal itu menambah kuatnya dugaan bahwa siswa memang menganggap berpikir induktif merupakan syarat cukup dalam pembuktian teorema. Matematika merupakan ilmu deduktif yang banyak berbeda dengan sains. Walaupun pemikiran induktif juga sering diperlukan untuk jembatan mendapatkan bukti suatu teorema, namun pemikiran deduktiflah akhirnya yang harus digunakan sebagai acuan dalam pembuktian.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah siswa Kelas II B SMPN 4 Malang. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, yakni mendeskripsikan jawaban siswa pada soal kuis yang melibatkan unsur analogi.

Penelitian dilakukan dengan memberi kuis (tes kecil) kepada para siswa dan melakukan wawancara mendalam kepada beberapa siswa yang terpilih berdasarkan hasil kuis mereka. Soal kuis telah divalidasi dan mempunyai reliabilitas yang memadai. Instrumen lainnya, yaitu pedoman wawancara tak terstruktur cukup divalidasi, tanpa dilakukan uji reliabilitas.

Data hasil kuis dikoreksi dengan mengacu pada rubrik yang telah ditetapkan. Sedangkan data hasil wawancara dianalisis dengan teknik *cut and paste*, yakni menyeleksi, memilih dan menggunting hasil wawancara yang sejenis pemikirannya, kemudian “menempelkannya” dalam laporan penelitian. Data hasil wawancara digunakan sebagai pembanding (triangulasi) data hasil kuis.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya petunjuk awal yang mengarah terbuktinya dugaan dominannya pola pikir analogi pada siswa. Salah satu bukti awal itu terlihat dari anggapan siswa pada saat kuis di kelas IIB. Soal kuis tersebut ditunjukkan oleh Gambar 1.

Siswa yang menjawab benar soal pada Gambar 1 tersebut, hanya 14% (6 siswa dari 43 siswa). Sedangkan 53% siswa (23 siswa dari 43 siswa) menjawab “a”. Dengan demikian lebih dari separuh siswa terpengaruh oleh berlakunya semacam operator linier yang telah dikenal siswa. Selain operator linier di dalam matematika juga dikenal adanya operator yang tidak linier, misalnya operator akar, sinus, dan kosinus.

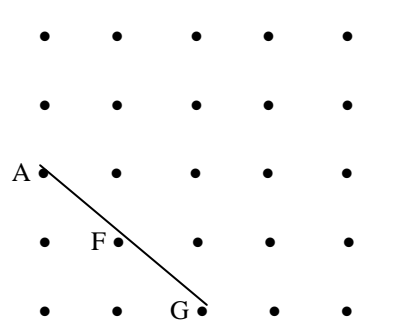
<p>Pernyataan berikut, yang benar adalah...</p> <p>a. $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{4}$</p> <p>b. $\sqrt{5} - \sqrt{2} = \sqrt{3}$</p> <p>c. $\sqrt{2} \times \sqrt{3} = 6$</p> <p>d. $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{8}$</p>

Gambar 1.1.
Cuplikan salah satu soal kuis.

Hal itu memunculkan dugaan bahwa perampatan yang dilakukan siswa dipengaruhi secara dominan oleh adanya kesamaan sifat (analogi). Lebih dari

separoh siswa berpendapat bahwa penyimpulan secara analogi itu senantiasa benar.

Data lain yang memperkuat dugaan dominannya pola pikir analogi pada siswa adalah soal kuis lainnya seperti ditunjukkan oleh Gambar 2. Soal pada Gambar 2 adalah soal yang menggiring siswa, bahwa untuk menentukan panjang AF siswa perlu membuat persegi dengan sisi AF, kemudian menghitung luas persegi tersebut. Panjang AF diperoleh dengan cara menarik akar kuadrat luas persegi yang didapat. Hal yang sama juga dilakukan untuk mendapatkan panjang FG dan AG. Siswa justru terkejut dan tidak percaya, pada saat mereka mendapatkan fakta bahwa $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{8}$, sebagai hasil penelusuran yang telah dilakukan. Ketidakpercayaan siswa dan dominannya pola pikir analogi tersebut dibuktikan oleh hasil wawancara dengan salah satu siswa, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 8

Perhatikan Gambar 8.

1. Tentukan panjang ruas garis AF.
2. Tentukan panjang ruas garis FG.
3. Tentukan panjang ruas garis AG dengan cara menghitung persegi yang salah satu sisinya adalah AG (gambarlah persegi tersebut).
4. Berdasarkan jawaban soal 12a, 12b dan 12c, didapat $AF + FG = AG$. Jadi

$$\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{\dots}$$

Gambar 1.2.
Kutipan soal kuis

Dari soal tersebut, ternyata siswa tetap memperlakukan “akar” sebagai operator linier. Pemahaman siswa yang menganggap akar sebagai operator linier ternyata dipengaruhi oleh pengalaman siswa di SD yang memperlakukan satuan sebagai operator linier. Pada saat siswa di SD, siswa sering mendapatkan soal semacam:

$$2 \text{ cm} + 3 \text{ cm} = 5 \text{ cm},$$

$$2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2 \text{ dan}$$

$$\text{Rp } 100,00 + \text{Rp } 100,00 = \text{Rp } 200,00.$$

- S: Pak, kok saya mendapatkan ini, $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{8}$. Apakah ini betul Pak?
- P: Coba kamu telusuri lagi langkah-langkah kamu dalam menyelesaikan soal pada Gambar 2.
- S: [siswa mengecek lagi pekerjaannya, pada soal Gambar 2]
- P: Apakah kamu yakin, bahwa kamu tidak membuat kesalahan?
- S: Saya yakin, saya tidak membuat kesalahan, dan panjang AF dan FG ini telah dicari pada soal sebelumnya [siswa membuka halaman sebelumnya, yakni halaman yang memuat soal yang serupa dengan menentukan panjang AF, yakni soal nomor 9].
- P: Bagaimana dengan panjang AG?
- S: Ini Pak saya telah mengerjakan, dan saya mendapatkan panjang AG sama dengan $\sqrt{8}$.
- P: Terus....!
- S: Kok ternyata saya mendapat ini, $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{8}$, apakah benar?
- P: Kenapa kamu meragukan hasil itu?
- S: Karena rasanya [siswa berpikir sejenak] yang benar adalah $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{4}$
- P: Dari mana kamu dapat bilangan $\sqrt{4}$
- S: Ya dengan menambahkan 2 dengan 2.
- P: Lha itu kan ada akarnya...!
- S: Seperti pada jumlah lainnya, itu, $2 \text{ cm} + 2 \text{ cm}$ juga 4 cm , $2 \text{ kg} + 2 \text{ kg}$ juga 4 kg .
- P: Itu cm-nyakan di belakang bilangan 2, sedangkan akarkan di depan bilangan 2..!
- S: [berpikir....], Na...kalau rupiah, kan di depan Pak, misalnya [sambil menulis, kemudian menunjukkan pada peneliti] ini $\text{Rp } 100 + \text{Rp } 100$ kan $\text{Rp } 200$.
- P: [bingung juga..., bagaimana menggiring pikiran siswa]
- S: [siswa juga kelihatan ragu....]
- P: Sekarang, ambil atau pinjamlah kalkulator dan ceklah, benarkah $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{4}$?
- S: [setelah mengecek dengan kalkulator] salah...pak!
- P: Kalau $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{8}$?

S: [setelah mengecek] Benar pak!

P: Baiklah, cm, kg dan Rp itu mempunyai kelakuan yang berbeda dengan akar. Nanti di kelas tiga atau di SMU kamu akan mendapatkan kawan akar itu, artinya yang mempunyai kelakuan yang tidak sama dengan cm, kg, dan Rp.

Gambar 1.3.

Wawancara mendalam: siswa meragukan hasil yang mereka temukan secara mandiri

Begitu menghadapi operator akar siswa memperlakukan hal yang sama, sehingga siswa menganggap pernyataan " $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{4}$ " adalah pernyataan yang benar. Siswa malah meragukan hasil yang mereka temukan secara mandiri, yakni " $\sqrt{2} + \sqrt{2} = \sqrt{8}$ " (Gambar 1.3, petikan wawancara dengan siswa).

Karena anggapan sebagian besar siswa yang salah, yaitu setiap operator senantiasa linier, maka pada saat membahas operator yang tidak linier, perlu dilakukan secara hati-hati dan diberi penekanan secukupnya.

Data lain yang memperlihatkan bahwa siswa terlalu banyak dipengaruhi cara berpikir analogi terlihat pada saat memecahkan masalah yang berkaitan dengan pemerolehan dalil Pythagoras. Begitu tahu satu atau dua contoh yang mengarah pada berlakunya suatu pola, siswa langsung merampatkannya.

Mudahnya siswa mengambil kesimpulan secara analogi juga ditemukan pada saat siswa memecahkan masalah yang berkaitan dengan penelusuran ke arah berlakunya dalil Pythagoras. Masalah yang diberikan, ditunjukkan oleh Gambar 1.4.

Pada umumnya siswa dapat mengisi baris ke-3 kolom ke-5 (luas persegi pada kaki II, segitiga pada no. 2) dengan jawaban yang benar. Pada saat mengisi baris ke-3 kolom ke-6, siswa langsung memperoleh jawaban, yakni dengan menambahkan hasil pada baris ke-3 kolom ke-4 dengan hasil pada baris ke-3 kolom ke-5.

Dengan kata lain, siswa tidak menghitung lebih dulu luas persegi pada hipotenusa. Ketika ditelusuri, latar belakang siswa melakukan hal yang demikian, ternyata siswa mengikuti pola yang ada pada baris ke-2. Demikian pula untuk mengisi kolom ke-6 lainnya, mereka tidak menghitung luas persegi pada hipotenusa, namun langsung menambahkan hasil pada kolom ke-4 dengan kolom ke-5 pada masing-masing baris.

Diketahui tabel berikut:

No.	Panjang kaki I	Panjang kaki II	Luas persegi pada kaki I	Luas persegi pada kaki II	Luas persegi pada hipotenusa
1	1	1	1	1	2
2	1	2	1		
3	2	2	4		
4	1	3			
5	2	3			

- Untuk setiap baris, gambarlah pada kertas bertitik suatu segitiga siku-siku dengan panjang kaki sebagaimana diberikan pada setiap baris. Kemudian gambarlah suatu persegi pada sisi segitiga itu dengan sisi persegi sama dengan panjang kaki.
- Tentukan luas persegi pada masing-masing kaki segitiga, kemudian tuliskan pada tabel.
- Dugalah suatu pola yang mungkin yang mengaitkan luas ke tiga persegi pada masing-masing baris.

Gambar 1.4.
Penelusuran ke arah berlakunya dalil Pythagoras

Mudahnya siswa mengambil perampatan dari suatu masalah diduga disebabkan oleh karena contoh-contoh yang diperoleh siswa selama ini semuanya mengarahkan siswa berpikir secara analogi. Sedangkan matematika adalah pengetahuan deduktif, yang sangat berbeda dengan pengetahuan pada umumnya. Walaupun berpikir analogi dalam matematika tidak dilarang, namun penekanan bahwa berpikir analogi dalam matematika adakalanya menghasilkan kesesatan, juga harus pernah dialami siswa.

Pada saat itu peneliti, melalui guru, mengajukan kuis berikut ke pada siswa.

n	$F(n) = n(n + 1) + 41$	$F(n)$ bilangan prima/bukan
0	$F(0) = 0(0 + 1) + 41 = 41$	41 bilangan prima
1	$F(1) = 1(1 + 1) + 41 = 43$	43 bilangan prima

2	$F(2) = 2(2 + 1) + 41 = 47$	47 bilangan prima
3	$F(3) =$	
4		
5		

Selanjutnya, setujukah kamu dengan pernyataan: “ $F(n)$ adalah rumus suatu bilangan prima untuk semua n bilangan cacah”

Ternyata semua siswa menjawab “setuju” terhadap pertanyaan tersebut. Pada kasus ini diperlihatkan dan ditekankan kepada siswa bahwa berpikir induktif itu tidak selalu menghasilkan kesimpulan yang benar. Di samping itu, siswa juga memperoleh contoh kasus yang memperlihatkan bahwa suara mayoritas belum tentu benar.

PEMBAHASAN

Memperlakukan satuan sebagai operator linier adalah tidak tepat, karena di sana terdapat pencampuradukan antara bilangan dengan satuan. Dalam matematika, yang dapat ditambahkan atau dikalikan adalah bilangan, atau variabel yang mewakili bilangan, sedangkan satuan tidak dapat ditambahkan atau dikalikan.

Data lain yang memperlihatkan bahwa siswa banyak dipengaruhi cara berpikir analogi terlihat pada saat memecahkan masalah yang berkaitan dengan pemerolehan dalil Pythagoras (Gambar 1.4.). Begitu tahu satu atau dua contoh yang mengarah pada berlakunya suatu pola, siswa langsung merampatkannya.

Siswa sering kali melakukan analogi secara salah misalnya siswa menganggap bahwa cara induktif merupakan syarat cukup untuk pembuktian. Dengan beberapa contoh, siswa langsung menarik kesimpulan tentang suatu analogi.

Hal itu terbukti saat diajukan fungsi F yang seakan-akan menyatakan rumus bilangan prima, yaitu $F(n) = n(n + 1) + 41$, siswa dapat menentukan nilai F untuk $n = 0, 1, 2, 3$ yaitu masing-masing 41, 43, 47, dan 53. Ternyata untuk 4 bilangan cacah pertama, rumus $F(n) = n(n + 1) + 41$ memang menghasilkan bilangan prima. Dengan fakta semacam itu, seluruh siswa

langsung setuju bahwa rumus $F(n) = n(n + 1) + 41$ selalu menghasilkan bilangan prima untuk setiap n bilangan cacah.

Kesesatan dalam penarikan kesimpulan siswa tersebut, diduga kuat karena siswa memang tidak pernah diberi pengalaman bahwa penarikan kesimpulan yang dilakukan secara induktif tidak selalu menghasilkan kesimpulan yang benar.

Kesesatan dalam penalaran yang mirip juga terjadi pada mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Tahun pertama. Budiono (2005) melaporkan bahwa lebih dari 90% mahasiswa tersebut menyatakan bahwa untuk membuktikan suatu pernyataan matematika cukup memberikan contoh (Misalnya: “Jumlah dua bilangan genap adalah genap” buktinya cukup dengan memberi contoh bahwa $2 + 4 = 6$, $4 + 6 = 10$, dan $8 + 2 = 10$, dst).

Penelitian ini memberikan implikasi bahwa dalam pembelajaran guru harus sering memberikan konflik kognitif kepada siswanya. Konflik kognitif dapat berupa masalah yang tidak dapat ditarik kesimpulannya bila hanya dipandang secara induktif. Selain itu, pada saat memasuki topik tentang operator yang tidak linier, misalnya \log dan fungsi trigonometri, guru perlu sangat hati-hati dalam memperkenalkan konsep tersebut.

PENUTUP

Simpulan

Ada indikasi kuat bahwa dalam belajar matematika, siswa SMP sangat dominan menggunakan pola pikir analogi.

Saran

1. Perlu penelitian lanjutan untuk membuktikan adanya indikasi bahwa siswa SMP sangat dominan menggunakan pola pikir analogi.
2. Dalam pembelajaran guru harus sering memberikan konflik kognitif kepada siswanya.
3. Saat memasuki topik tentang operator yang tidak linier, misalnya \log dan fungsi trigonometri, guru perlu sangat hati-hati dalam memperkenalkan konsep tersebut, karena \log dan fungsi trigonometri adalah operator yang tidak linier.

PUSTAKA ACUAN

- Arends, R.I. 2001. *Learning to Teach*. Boston: McGraw. Hill.
- Budiono, E & Yuwono, I. 2005. *Pembelajaran Kalkulus berbasis Konstruktivisme dan Pengaruhnya pada Kemampuan Bernalar Mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika*. Malang: Lembaga Penelitian UM.
- Deal, D, & Hardy, S. 2004. Portraying Mathematical and Analogical Reasoning in the Young: Three Case Studies. Dalam Lyn D English (Ed). *Mathematical and Analogical Reasoning of Young Learners*. London: Lawrence Erlbaum.
- English, L.D. 2004. Promoting the Development of Young Children's Mathematical and Analogical Reasoning. Dalam Lyn D English (Ed). *Mathematical and Analogical Reasoning of Young Learners*. London: Lawrence Erlbaum.
- Hiebert J & Carpenter T.P. 1992. Learning and Teaching with Understanding. Dalam Douglas A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (49-64)*. New York: Macmillan
- Kilpatrick, J. 2003. Understanding Mathematical Literacy: The Contribution of Research. *Educational Studies in Mathematics* 47: 101-116.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston VA: NCTM.
-

Gambar 1.5.
Contoh artikel penelitian kualitatif

Contoh Artikel Hasil Penelitian Kuantitatif

Berikut disajikan contoh artikel hasil Penelitian Kuantitatif. Penyajian contoh dimaksudkan agar pembaca dapat memahami secara utuh tentang pola, model, dan metode dalam penelitian kuantitatif. Contoh artikel hasil Penelitian Kuantitatif adalah sebagai berikut (Gambar 1.4).

Pengaruh Pembelajaran Realistik
Terhadap Kemampuan Bernalar Mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika

Abstract: This research investigated the impact of mathematics instruction based on KBK on the process and learning result of Junior Secondary Schools' Students. On the first stage, the one topic student book was developed qualitatively. For quantitative stage, we use experimental design with pretest-posttest randomized. Sources of qualitative data are students' interview, classroom teacher' discussions, questionnaires, class observation and document sources. Based on quantitative data, there are not significantly differences between KBK class and conventional class on students' achievement in procedural aspect. There are significantly differences between KBK class and conventional class on students' achievement in problem solving aspect. KBK students approached such tasks conceptually by building on their constructed mental image of mathematics, whereas conventional students relied more often on standard, often rote, procedures when solving mathematics tasks. We suggest for the teachers to develop the student book that based on KBK in the MGMP forum and try implementing on real class.

Keywords: KBK, Kurikulum 2004, procedural aspect, problem solving aspect.

Pengalaman peneliti memberikan tengara, pada umumnya mahasiswa kurang peduli pada aspek bernalar, yang sering dipedulikan adalah mendapatkan hasil akhir. Hal itu diduga kuat sebagai akibat dari metode pembelajaran matematika yang diperoleh mahasiswa ketika mereka masih menjadi siswa. Lemahnya mahasiswa pada kemampuan bernalar, karena ketika mahasiswa duduk di bangku sekolah dasar atau sekolah lanjutan, kepada mereka banyak diarahkan untuk dapat menjawab soal bentuk obyektif, yang lebih mementingkan jawaban akhir daripada bernalar.

Lemahnya kemampuan bernalar pada mahasiswa disebabkan karena pada saat di SMA mahasiswa mendapatkan pembelajaran yang terlalu didominasi oleh ceramah dari guru dan guru banyak mengarahkan pada kemampuan prosedural belaka (Suprianto 2004). Beberapa ahli, misalnya Szydlik, (2000) ; Pichat & Ricco, (2001); dan Budiono & Yuwono, (2005), juga melaporkan bahwa dalam pembelajaran kalkulus, banyak ditemui mahasiswa yang terampil dalam kemampuan prosedural atau kemampuan komputasi, namun lemah dalam kemampuan bernalar dan pembuktian.

Menurut Selden & Selden (2003), kebanyakan mahasiswa belum dapat memvalidasi kesahihan suatu pembuktian yang diajukan.

Kemampuan bernalar dan pembuktian merupakan bagian yang utama dari kemampuan berpikir matematika (Peressini & Webb, 1999), selain kemampuan prosedural, komunikasi dan pemahaman konsep. Dalam bernalar, siswa dituntut untuk memahami ide, menemukan hubungan di antara konsep dan ide matematika, dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan ide/konsep tersebut. Dalam mengembangkan kemampuan bernalar tidak lepas dari pemikiran untuk mengamati gejala matematika, membuat dugaan, menguji generalisasi, dan memberikan alasan logis dalam pengambilan kesimpulan.

Davison, Landau, McCracken & Thomson (2001) merumuskan 8 komponen kemampuan bernalar dalam pembelajaran matematika. Komponen itu adalah sebagai berikut: (a) bernalar deduktif, yang berupa pemberian alasan logis dalam pembuktian atau manipulasi bentuk aljabar, (b) bernalar induktif, yakni pembuatan dugaan atau *conjecture* berdasarkan data atau gejala yang teramati, (c) pengujian apakah langkah-langkah dalam perhitungan atau pembuktian masuk akal atau tidak, (d) kemampuan interpolasi atau ekstrapolasi dalam pembacaan grafik, (e) menemukan contoh penyangkal, (f) membuat dugaan atau *conjecture* atas data atau pola yang ada, (g) mengembangkan prosedur atau algoritma berdasarkan data yang ada, dan (h) menganalisis kekeliruan dalam bukti atau langkah pembuktian matematika. Untuk menilai pencapaian mahasiswa dalam perkuliahan, penelitian ini menggunakan 8 komponen tersebut sebagai indikator keberhasilan perkuliahan.

Kemampuan pembuktian sebenarnya tidak dapat dipisahkan dengan kemampuan bernalar dan kemampuan pemecahan masalah. Suatu masalah pembuktian harus berupa masalah yang tidak rutin bagi mahasiswa. Karena jika masalah pembuktian itu telah dibahas atau dikerjakan oleh mahasiswa, maka masalah pembuktian itu hanyalah menjadi masalah yang berkaitan dengan hafalan saja. Untuk menilai kemampuan pembuktian mahasiswa, sebagai instrumen, penelitian ini mengadaptasi “angket pembuktian” dan wawancara berbasis pembuktian yang dikembangkan oleh Healy & Hoyles (2000).

Model perkuliahan yang mencerminkan inovasi dalam pembelajaran matematika, diperlukan mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika, karena beberapa penelitian mengindikasikan perlunya latihan dan pengalaman

tersebut. Bright (1999) dan Schoen, Cebulla, Finn & Fi (2003) melaporkan bahwa pengalaman dan latihan dalam implementasi pembelajaran inovatif yang diperoleh guru, memberikan sumbangan yang berarti dalam peningkatan kualitas belajar siswa. Menurut Hill dan Ball (2004), pengetahuan dan keyakinan guru akan perlunya inovasi dalam pembelajaran matematika memberikan pengaruh yang berarti dalam peningkatan motivasi siswa dalam belajar.

Sebagai suatu model pembelajaran RME (*Realistic Mathematics Education*), banyak sejalan dengan kehendak Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK 2006) dalam pengimplementasian pembelajaran matematika di sekolah (Hadi & Fauzan, 2003; Soedjadi & Hadi, 2004).

RME telah terbukti dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran matematika, khususnya dalam peningkatan pemahaman konsep dan bernalar (Treffers, 1993; Gravemeijer & Doorman, 1999). Menurut Wubbels, Korthagen & Broekman (1997) dan Bright (1999), perkuliahan yang menggunakan pendekatan kontekstual atau RME dapat meningkatkan kemampuan bernalar dan kemampuan pembuktian mahasiswa. Selain itu, banyak penelitian yang menyatakan bahwa penerapan RME memberikan dampak positif pada pembelajaran matematika, khususnya dalam peningkatan kualitas pembelajaran matematika.

Dalam kuliah kalkulus, Gravemeijer & Doorman (1999), melaporkan bahwa mahasiswa yang mendapatkan kuliah kalkulus dengan berbasis pada masalah kontekstual, yang merupakan inti dari RME, memperoleh hasil yang positif dalam pemecahan masalah dan bernalar. Sedangkan Kwon (2002), yang menerapkan RME dalam kuliah Persamaan Diferensial Biasa, melaporkan terjadinya peningkatan kemampuan bernalar pada mahasiswanya. Dalam kemampuan pembuktian, Wijers (2005) yang mengimplementasikan model RME untuk Aljabar, mengindikasikan adanya peningkatan siswa dalam kemampuan memberikan alasan atau argumen dalam pembuktian sederhana. Sedangkan kelas yang di-*setting* dalam bentuk inkuiri, seperti *setting* kelas RME, memberikan dampak yang positif dalam kemampuan bernalar siswa (Goos, 2004). Menurut Healy & Hoyles (2000), kebanyakan siswa lebih mudah mengontruksi pembuktian, jika mereka memformulasikan konsep atau teorema sebelumnya dalam ungkapan verbal atau bahasa sehari-hari siswa, bukan dalam bentuk bahasa formal aljabar.

Mengacu pada uraian di atas, implementasi model pembelajaran realistik dalam perkuliahan kalkulus diduga dapat meningkatkan kemampuan

mahasiswa dalam bernalar. Implementasi model pembelajaran realistik dalam perkuliahan kalkulus juga dapat dijadikan sebagai pengenalan kepada mahasiswa calon guru, pada model pembelajaran yang selaras dengan KBK.

Tujuan penelitian ini adalah: (a) mendeskripsikan peningkatan kemampuan bernalar mahasiswa setelah mereka mendapatkan pembelajaran realistik, (b) mendeskripsikan bentuk kesilapan mahasiswa dalam berpikir yang menggunakan bernalar matematika, (c) menguji ada tidaknya perbedaan kemampuan bernalar antara mahasiswa di kelas dengan model pembelajaran realistik dengan mahasiswa pada model perkuliahan konvensional.

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang tahun pertama angkatan 2005. Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika angkatan 2005 banyaknya sekitar 60 orang. BAAK telah membagi 60 mahasiswa tersebut secara acak menjadi dua kelas, masing-masing terdiri atas sekitar 30 mahasiswa, sebut kelas A dan kelas B. Mahasiswa lainnya (yang mengulang, atau dari jurusan non matematika) tetap ikut dalam eksperimen, namun tidak diikutkan dalam analisis data. Kelas A diperlakukan sebagai kelas eksperimen sedangkan kelas B sebagai kelas kontrol. Bertindak sebagai dosen adalah salah satu dari tim peneliti, sedangkan dosen lainnya bertindak sebagai pengamat. Lima mahasiswa tahun terakhir juga dilibatkan sebagai pengamat. Ke lima mahasiswa tersebut akan mengambil topik skripsi berasal dari bagian-bagian penelitian ini.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model perkuliahan, yakni model RME dan pendekatan konvensional. Variabel terganggunya adalah perolehan belajar. Variabel perolehan belajar ini dipilah menjadi 2 komponen, yakni kemampuan bernalar dan kemampuan pembelajaran. Variabel kendali, yakni variabel yang tidak dimanipulasi tetapi diduga ikut mempengaruhi kesahihan internal penelitian ini, diupayakan konstan. Variabel yang diidentifikasi masuk variabel kendali adalah kemampuan awal mahasiswa, dosen, waktu penyampaian kuliah dan cakupan isi bidang studi matematika.

Variabel dosen dikendalikan, yakni dosen di kelas eksperimen sama kualifikasinya dengan dosen di kelas kontrol. Waktu penyampaian di usahakan sama, yakni pada pagi hari (antara jam ke 1 – jam ke 6). Cakupan isi materi juga sama, yakni materi Pra Kalkulus dan Limit Fungsi.

Rancangan Eksperimental

Rancangan eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1.1.
Rancangan Eksperimen

	Pretest	Perlakuan	Posttest
Kelas eksperimen (A)	T1	RME	T2
Kelas kontrol (B)	T1	Konvensional	T2

HASIL PENELITIAN

Tes kemampuan penalaran

Tes kemampuan bernalar diadopsi dari tes kemampuan bernalar yang dikembangkan oleh Healy & Hoyles (2000), ditunjukkan oleh Gambar 1.1.

Hasil validasi ahli pada tes kemampuan penalaran dan pembuktian ditunjukkan oleh Tabel 2. Kriteria untuk pengambilan keputusan valid tidaknya butir adalah kriteria mayoritas. Apabila separuh atau lebih ahli menjawab valid atau sangat valid maka butir itu dikatakan valid. Dalam hal lainnya, soal perlu direvisi. Dalam hal kemudahan bahasa butir juga digunakan kriteria mayoritas.

Bila mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan, maka semua butir soal telah valid. Namun untuk butir no. 2 ada 1 orang pemvalidasi yang menyatakan bahwa bahasa butir “sukar dipahami”. Karena itu perlu revisi pada butir tersebut.

Revisi tersebut adalah menuliskan dengan huruf *italic* pada pernyataan p dan q .

-
1. Adi, Benny, Cecil, Dian dan Eric diminta membuktikan pernyataan berikut. “*Jumlah dua bilangan genap selalu genap.*”

Jawaban Adi:

Misalkan a dan b bilangan bulat. $2a$ dan $2b$ tentu dua bilangan genap. Jadi $2a + 2b = 2(a + b)$ merupakan bilangan genap.

Jawaban Benny:

$$2 + 2 = 4, \quad 2 + 4 = 6, \quad 2 + 6 = 8, \quad 2 + 8 = 10,$$

$$4 + 6 = 10, \quad 12 + 16 = 28.$$

Jadi jumlah dua bilangan genap selalu genap.

Jawaban Cecil:

Bilangan genap adalah bilangan yang habis dibagi 2. Jika kita menjumlahkan dua bilangan yang mempunyai faktor persekutuan, yaitu 2, maka hasilnya tentu mempunyai faktor persekutuan yang sama. Jadi jumlah dua bilangan genap selalu genap.

Jawaban Dian:

Bilangan genap berakhir dengan angka 0, 2, 4, 6, atau 8. Jika dua bilangan genap dijumlahkan, angka akhirnya tetap 0, 2, 4, 6, atau 8. Jadi jumlah dua bilangan genap selalu genap.

Jawaban Eric:

Misalkan x dan y menyatakan bilangan bulat. Amati $x + y = z$, $z - x = y$, $z - y = x$. Didapat $x + x - (x + y) = x + y = 2z$. Jadi jumlah dua bilangan genap selalu genap.

Jika Anda diminta membuktikan pernyataan yang sama, jawaban siapakah yang paling dekat dengan jawaban Anda?

2. Berkaitan dengan jawaban Benny pada soal no. 1, silanglah yang sesuai dengan pendapat Anda pada pernyataan berikut.

	Pernyataan	Setuju	Tidak setuju	Tidak tahu
a.	Benny membuat kesalahan dalam menjawab.			
b.	Menunjukkan bahwa jawaban Benny selalu benar			
c.	Benny hanya menunjukkan beberapa kasus saja			
d.	Jawaban Benny dapat menjelaskan kepada seorang yang tidak yakin akan pernyataan: "Jumlah dua bilangan genap selalu genap."			

3. Selidikilah apakah pernyataan berikut benar! Jika salah berilah contoh penyangkal.
Pernyataan: “Jumlah tiga bilangan asli berurutan selalu habis dibagi 2”
4. Misalkan pernyataan $p = \text{Jumlah dua bilangan genap selalu genap}$, telah terbukti. Sandi diminta membuktikan pernyataan: $q = \text{jumlah dua bilangan kuadrat sempurna } (4, 16, 36, \dots) \text{ genap selalu genap}$. Pilihlah salah satu pernyataan berikut yang sesuai dengan pendapat Anda.
 - a. Sandi tidak perlu membuktikan pernyataan q , karena pernyataan q merupakan akibat dari pernyataan p .
 - b. Sandi harus membuktikan pernyataan q .
5. Buktikan: jika a dan b bilangan real dan $a < b$, maka $a < \frac{1}{2}(a + b) < b$.
6. Buktikan: Jika x dan y dua bilangan ganjil, maka $(x + y)(x - y)$ adalah bilangan kelipatan empat.
7. Buktikan: Jika x^2 bilangan genap, maka x adalah bilangan genap.

Gambar 1.6.
Tes Penalaran

Tabel 1. 2
Frekuensi sebaran jawaban ahli pada butir TPM

No. Butir	Kevalidan isi				Bahasa butir				Ket.
	SV	V	KV	TV	SMD	MD	SD	SSD	
1	3	0	0	0	3	0	0	0	Valid
2	1	2	0	0	1	1	1	0	revisi
3	3	0	0	0	3	0	0	0	Valid
4	3	0	0	0	2	1	0	0	Valid
5	2	1	0	0	3	0	0	0	Valid
6	2	1	0	0	2	1	0	0	Valid
7	2	1	0	0	2	1	0	0	Valid

Keterangan:

- | | |
|------------------|----------------------------|
| SV: sangat valid | SMD: sangat mudah dipahami |
| V: valid | MD: mudah dipahami |
| KV: kurang valid | SD: sukar dipahami |
| TV: tidak valid | SSD: sangat sukar dipahami |

Hasil *pretest* memperlihatkan bahwa semua mahasiswa dapat menjawab benar soal nomor 3 dan 4. Karena itu, soal tersebut tidak diujikan lagi pada saat *posttest*. Dengan demikian soal *posttest* terdiri atas 5 soal dengan soal

nomor 1 dan 2 sama dengan soal *pretest*. Sedangkan soal nomor 3, 4, dan 5 adalah soal nomor 5, 6, dan 7 soal *pretest*. Hasil *pretest* dan *posttest* dari soal nomor 1 persentasenya ditunjukkan oleh Tabel 1.2. Soal nomor 1 jawaban mahasiswa langsung dapat dihitung frekuensinya, kemudian dipersentase.

Merujuk pada Tabel 1.2, terlihat bahwa terjadi peningkatan yang berarti pada pemahaman mahasiswa akan penalaran tentang pembuktian. Hal itu nampak dari mahasiswa yang menjawab benar (jawaban Adi) meningkat dari 31 % menjadi 90% pada kelas eksperimen. Sedangkan pada kelas kontrol mahasiswa yang menjawab benar (jawaban Adi) meningkat dari 20 % menjadi 84%.

Tabel 1.3.
Persentase Hasil *Pretest* dan *Posttest* Soal Nomor 1

Kelas	Pretest					Posttest				
	J.Adi	J Beny	J Cec	J Dia	J Eri	J.Adi	JBen	JCec	J Dia	J Eri
Eksp	31	31	18	20	0	90	0	6	4	0
Kont	20	11	34	20	16	83	0	9	4	4

Hasil *pretest* dan *posttest* dari soal nomor 2 persentasenya ditunjukkan oleh Tabel 1.3. Soal nomor 2 jawaban mahasiswa langsung dapat dihitung frekuensinya, kemudian dipersentase.

Merujuk pada Tabel 5, terlihat bahwa terjadi peningkatan yang berarti pada pemahaman mahasiswa akan penalaran tentang pembuktian. Hal itu nampak dari mahasiswa yang menjawab setuju pada butir a, meningkat dari 7% menjadi 84% pada kelas eksperimen. Sedangkan pada kelas kontrol meningkat dari 9 % menjadi 57%. Dari data itu, terlihat bahwa mahasiswa di kelas eksperimen terlihat lebih memahami tentang penalaran dibanding dengan mahasiswa di kelas kontrol (Tabel 1.4).

Tabel 1.4.
Persentase Hasil *Pretest* dan *Posttest* Soal Nomor 2 di Kelas Eksperimen

No	Pretest			Posttest		
	Setuju	Tidak Setuju	Tidak tahu	Setuju	Tidak Setuju	Tidak tahu
a	7	88	5	84	12	4
b	85	10	5	48	52	0
c	90	7	3	100	0	0
d	67	30	3	20	80	0

Tabel 1.5. memperlihatkan persentase jawaban *pretest* dan *posttest* untuk soal nomor 2 di kelas Kontrol.

Tabel 1.5.
Persentase Hasil *Pretest* dan *Posttest* Soal Nomor 2 di Kelas Kontrol

No	<i>Pretest</i>			<i>Posttest</i>		
	Setuju	Tidak Setuju	Tidak Tahu	Setuju	Tidak Setuju	Tidak Tahu
a	9	88	3	57	43	0
b	70	24	6	30	70	0
c	91	9	0	100	0	0
d	67	33	0	7	93	0

Jawaban mahasiswa pada Tabel 1.4 dan Tabel 1.5 terlihat konsisten. Itu dapat diamati dari butir yang diajukan. Butir a sebenarnya sama dengan butir d, sedangkan butir b dan c sebenarnya adalah sama.

Biji *pretest* mahasiswa pada tes kemampuan penalaran dan pembuktian untuk soal nomor 3-5 ditunjukkan pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6.
Biji *pretest* mahasiswa pada tes kemampuan penalaran dan pembuktian di Kelas Eksperimen

Biji yang didapat mahasiswa	Soal no. 3		Soal no. 4		Soal no. 5	
	n	%	n	%	n	%
0	2	7	0	0	2	7
1	8	26	4	13	7	21
2	16	52	18	67	20	69
3	2	7	4	13	1	3
4	2	7	2	7	0	0

Hasil *posttest* di Kelas Eksperimen pada soal penalaran dan pembuktian ditunjukkan oleh Tabel 1.7. Merujuk pada hasil *posttest*, terlihat peningkatan kemampuan mahasiswa dalam penalaran dan pembuktian bila dibandingkan dengan hasil *pretest* (Tabel 1.7).

Tabel 1.7.
Biji *posttest* mahasiswa pada tes kemampuan penalaran dan pembuktian di Kelas Eksperimen

Biji yang didapat mahasiswa	Soal no. 3		Soal no. 4		Soal no. 5	
	n	%	n	%	n	%
0	0	0	0	0	0	0
1	7	24	0	0	6	22
2	0	0	4	14	5	19
3	8	28	14	48	17	55
4	14	48	11	38	1	4

Perbedaan yang pertama dilihat antara hasil *posttest* secara keseluruhan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Hasil itu diperlihatkan oleh Tabel 1.8. Mengacu pada tabel tersebut, terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

Tabel 1.8.
Uji Perbedaan hasil *Posttest* di Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	Mean		SD		<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.
	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol			
	69,17	69,31	12,74	12,08	0,04	57	0,96

Perbedaan lainnya, dilihat antara hasil *pretest* di kelas eksperimen dengan hasil *posttest* juga di kelas eksperimen. Perbedaan itu diuji dengan menggunakan uji-*t*. Hasil perhitungan uji *t* dengan bantuan SPSS for Window 11 terdapat di lampiran dan ditunjukkan oleh Tabel 1.9. Berdasar Tabel 1.9, terlihat bahwa terdapat perbedaan kemampuan penalaran dan pembuktian yang signifikan antara *pretest* dan *posttest*.

Tabel 1.9.
Uji Perbedaan hasil *Pretest* dan *Posttest* di Kelas Eksperimen

Soal nomor	Mean		SD		<i>t</i>	<i>df</i>	Sig.
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>			
3	1,62	2,86	0,73	1,33	8,05	28	0,000
4	2,14	3,24	0,74	0,69	12,16	28	0,000
5	1,62	2,45	0,62	0,87	9,52	28	0,000

PEMBAHASAN

1. Kekuatan dan Kelemahan Penelitian

Untuk mengembangkan model RME diperlukan beberapa instrumen penelitian. Pengembangan instrumen itu seharusnya dilakukan sebelum pengembangan model. Namun dalam penelitian ini model dan instrumen dikembangkan secara bersamaan. Hal itu harus diakui sebagai kelemahan dari penelitian ini.

Untuk mengurangi kelemahan penelitian itu, setiap instrumen senantiasa diselaraskan dengan model yang telah dikembangkan. Setiap terjadi revisi pada instrumen, maka revisi itu harus diselaraskan dengan model yang telah dikembangkan dalam penelitian ini.

Penelitian ini memiliki kelebihan, salah satu kelebihan itu adalah instrumen yang digunakan, yakni soal *pretest* yang sama dengan *posttest*, tidak sama dengan topik pembelajaran selama 2 bulan berlangsung. Topik pembelajaran adalah dua bab pertama dari kuliah Kalkulus I, yakni Bab 1: Pra Kalkulus, yang berisi topik Bilangan real dan Fungsi. Sedangkan Bab 2 berisi topik Limit. Soal pada instrumen lebih dekat ke pembahasan pada Teori Bilangan yang sederhana. Mata kuliah Teori Bilangan baru disajikan pada tahun ke dua. Mahasiswa yang mengulang pada mata kuliah Kalkulus 1 ini tidak diikutkan dalam analisis. Sehingga mahasiswa yang hasil tesnya dianalisis hanya mahasiswa tahun pertama saja.

Selain itu, ada kemungkinan mahasiswa tahun pertama juga mendapat pengetahuan tentang penalaran dan pembuktian dari dosen lain pada mata kuliah lain.

2. Pengabaian Kemampuan Bernalar dalam Matematika Sekolah

Berdasarkan hasil *pretest* yang telah dilakukan, ternyata semua mahasiswa dapat menjawab dengan benar soal nomor 3 dan 4 soal *pretest* (Gambar 4.1). Soal tersebut merupakan soal penalaran yang materinya sangat nyata/akrab bagi mahasiswa (Gambar 5.1). Materi bilangan bulat positif telah dikenal mahasiswa secara akrab sejak mahasiswa di SD.

1. Selidikilah apakah pernyataan berikut benar! Jika salah berilah contoh penyangkal.
Pernyataan: “Jumlah tiga bilangan asli berurutan selalu habis dibagi 2”

2. Misalkan pernyataan $p = \text{Jumlah dua bilangan genap selalu genap}$, telah terbukti. Sandi diminta membuktikan pernyataan: $q = \text{jumlah dua bilangan kuadrat sempurna } (4, 16, 36, \dots) \text{ genap selalu genap}$. Pilihlah salah satu pernyataan berikut yang sesuai tepat.
- A. Sandi tidak perlu membuktikan pernyataan q , karena pernyataan q merupakan akibat dari pernyataan p .
- B. Sandi harus membuktikan pernyataan q .

Gambar 1.7.

Soal Penalaran yang Nyata/Akrab bagi Mahasiswa

Soal nomor 5-7 merupakan soal pembuktian yang materinya kurang dikenal mahasiswa (Gambar 5.2). Soal nomor 5 melibatkan bilangan real, yang kurang akrab untuk mahasiswa tahun pertama. Walaupun materi bilangan real telah ada di SMA, namun penekanan pembelajaran yang dilakukan di SMA lebih banyak pada aspek prosedural belaka. Demikian juga dengan soal nomor 6, walaupun *sense of variable* telah diterima mahasiswa sejak mereka di SMP, dan materinya berupa bilangan asli, yang telah diaktabi mahasiswa sejak dari SD, namun penekanan pembelajaran yang dilakukan di SMP banyak hanya pada aspek prosedural belaka. Soal nomor 7 menuntut pembuktian tak langsung atau menggunakan kontra posisi. Materi kontra posisi telah diperoleh siswa di SMA, yaitu pada topik Logika.

1. Buktikan: jika a dan b bilangan real dan $a < b$, maka $a < \frac{1}{2}(a+b) < b$.
2. Buktikan: Jika x dan y dua bilangan ganjil, maka $(x+y)(x-y)$ adalah bilangan kelipatan empat.
3. Buktikan: Jika x^2 bilangan genap, maka x adalah bilangan genap.

Gambar 1.8

Soal pembuktian yang kurang diaktabi mahasiswa.

Pembahasan materi logika di SMA lebih banyak hanya pada aspek prosedural dan penerapannya hanya pada masalah verbal di lingkungan sehari-hari. Itu kurang memenuhi tuntutan kompetensi yang diinginkan sebagaimana tertuang dalam Kurikulum 2004.

Pembahasan materi logika di SMA seharusnya juga melibatkan penalaran matematika yang telah dikenal siswa. Misalnya membuat ingkaran dari kalimat matematika, membuat kontra posisi dari kalimat matematika dan sekaligus berlatih untuk membuktikan implikasi-implikasi yang sederhana.

Berdasar pembahasan di atas, memperkuat dugaan yang selama ini ada, bahwa pembelajaran matematika di SD sampai SMA selama ini hanya terfokus pada aspek prosedural (keterampilan berhitung), mengabaikan aspek pemahaman konsep dan penalaran, memang benar adanya. Hal itu harus menjadi perhatian semua pihak, seiring dengan pelaksanaan Kurikulum 2004.

Pengabaian aspek penalaran dan pembuktian dalam pembelajaran matematika juga terjadi di AS. Ball & Bass (2003) melaporkan bahwa penalaran siswa SD kurang mendapat penekanan pada saat mereka belajar pecahan. Siswa dapat menjumlahkan pecahan dengan penyebut yang berlainan, namun ketika mereka ditanya alasan yang mendasarinya, siswa tidak dapat menjelaskannya. Selden & Selden (2003) melaporkan bahwa mahasiswa tahun pertama mempunyai kemampuan yang sangat terbatas dalam pembuktian dan memberikan alasan suatu pembuktian. Hal itu oleh Selden & Selden diduga sebagai akibat dari lemahnya penekanan aspek penalaran dan pembuktian ketika siswa di sekolah.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Sintaks dan alur perkuliahan Kalkulus I yang sesuai dengan pembelajaran realistik telah dirumuskan dalam Bab IV, yaitu pada Tabel 4.10. Sintaks dan alur tersebut terdiri atas: tahap awal, tahap inti, dan tahap penutup.
2. Model pembelajaran realistik pada perkuliahan Kalkulus I meningkatkan kemampuan penalaran dan pembuktian matematika mahasiswa.
3. Terdapat berbagai kesilapan mahasiswa dalam berpikir matematis. Bentuk kesilapan mahasiswa dalam berpikir yang menggunakan penalaran matematika adalah: (a) mahasiswa tidak memahami apa yang diketahui dan apa yang akan dibuktikan, (b) mahasiswa hanya memberi

contoh ketika diminta membuktikan suatu pernyataan, (c) mahasiswa tidak dapat menggunakan pengetahuan logika yang telah mereka dapat di SMA, dan (d) mahasiswa melewati alasan atau argumen suatu langkah dalam pembuktian.

Selain hasil utama, penelitian ini juga memperoleh hasil ikutan atau fakta sebagai berikut: (a) lemahnya penekanan penalaran dan pembuktian dalam pembelajaran matematika sekolah, (b) pembelajaran matematika sekolah lebih banyak memberi penekanan pada aspek keterampilan prosedural, dan (c) mahasiswa masih lemah dalam berpikir pada operasi formal.

Saran

1. Perlu penelitian lanjutan untuk mengimplementasikan model yang telah didapat. Penelitian itu lebih difokuskan pada pengembangan perangkat ajar dan instrumen. Hal itu untuk mengurangi kelemahan dalam penelitian ini, yaitu adanya keserentakan dalam pengembangan model dan pengembangan perangkat ajar dan instrumen.
2. Perlu adanya triangulasi dalam rangka memantapkan hasil penelitian yang diperoleh. Selain tes uraian, perlu ada tes pilihan dan wawancara dengan mahasiswa untuk mengungkap kemampuan penalaran dan pembuktian mahasiswa.
3. Perlu perluasan sasaran subjek penelitiannya, artinya perlu juga penelitian mengenai implementasi model RME untuk *offering* lainnya, sehingga didapat subjek penelitian yang lebih besar.
4. Dalam pembelajaran logika di SMA, perlu ditambahkan penerapan logika pada matematika, selain penerapan logika pada keseharian yang telah banyak dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.R; Reder, L.M & Simon, H.A; 2001. *Applications and Misapplications of Cognitive Psychology to Mathematics Education*. Tersedia pada <http://w.w.w.act.psy.cmu.edu/personal/ja/misapplied/.html> diakses 25 September 2001.
- Bright, G.W. 1999. Helping Elementary and Middle Grades Preservice Teachers Understand and Develop Mathematical Reasoning. Dalam Lee

- V Stiff (ed): *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Reston Va: NCTM.
- Davison, D.M. ; Landau, M.S, McCracken, L; & Thomson, L. 2001. *Pre Algebra, Tools for a Changing World*. Needham: Prentice Hall.
- Depdiknas. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi: Ketentuan Umum, dan Standar Kompetensi Mata Pelajaran*. Jakarta: Depdiknas.
- Goos, M. 2004. Learning Mathematics in Classroom Community of Inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education* . Vol. 35 No. 4: 258-291.
- Gravemeijer, K. 1994. *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K & Doorman, M. 1999. Context Problems in Realistic Mathematics Education: A calculus Course as an Example. *Educational Studies in Mathematics* 39: 112-129.
- Hadi, S & Fauzan, A. 2003. Mengapa PMRI (Pendidikan Matematika Realistik di Indonesia)? *Buletin PMRI* Edisi Juni 2003: 2
- Hadi, S, Plomp, Tj & Suryanto. 2002. *Introducing RME to junior high school mathematics teachers in Indonesia*. Proceeding of the second International Conference on the Teaching of Mathematics (ICTM2). John Wiley & Sons.
- Huntley, M.A, Rassmusen, C. L, Vilaruby, S, Sangtong, J. & Fey, J.T. 2000. Effects of Standards-Based Mathematics Education: A Study of the Core-Plus Mathematics Project Algebra and Functions Strand. *Journal for Research in Mathematics Education* . 31: 328-361.
- Hadi, S & Fauzan, A. 2003. Mengapa PMRI (Pendidikan Matematika Realistik di Indonesia)? *Buletin PMRI* Edisi Juni 2003: 2
- Healy, L. & Hoyles, C. 2000. A Study of proof Conceptions in Algebra. *Journal for Research in Mathematics Education* . Vol. 31 No. 4: 396-427.
- Hill, H.C, & Ball, D.L. 2004. Learning Mathematics for Teaching: Result from California's Mathematics Professional Development Institutes. *Journal for Research in Mathematics Education* . Vol. 35 No. 5: 330-351.
- Kwon, O.N. 2002. *Using the RME in Teaching and Learning of Ordinary Differential Equation*. Proceeding of the second International Conference on the Teaching of Mathematics (ICTM2). John Wiley & Sons.

- Lappan, G., Fey, J.T., Fitzgerald, W.M., Friel, S.N., & Phillips, E.D., 1996. *Getting to Know Connected Mathematics*. Palo Alto: Dale Seymour.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston Va: NCTM.
- Peressini, D; & Webb, N. 1999. Analyzing Mathematical Reasoning in Students' Responses. Dalam Lee V Stiff (ed): *Developing Mathematical reasoning in Grades K-12*. Reston Va: NCTM.
- Pichat, M & Ricco, G. 2001. Mathematical Problem Solving in Didactic Institutions as a Complex System, the Case of Elementary Calculus. *Journal of Mathematical Behavior*. 20: 43-56.
- Schoen, H.L; Cebulla, K.J.; Finn, K.F & Fi, C. 2003. Teacher Variables that Relate to Student Achievement When Using a Standards-Based Curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education* . Vol. 34 No. 3: 228-259.
- Selden, A. & Selden, J. 2003. Validations of Proofs Considered as Texts: Can Undergraduates Tell Whether an Argument Proves a Theorem?. *Journal for Research in Mathematics Education* . Vol. 34 No. 1: 4-36.
- Soedjadi, R & Hadi, S. 2004. PMRI dan KBK dalam Era Otonomi Pendidikan. *Buletin PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia)*. Edisi III, Januari 2004.
- SPSS Inc. 1999. *SPSS Base 11.0 Applications Guide*. Chicago: SPSS Inc.
- Supriyanto, T. 2004 *Pembelajaran Matematika Realistik sebagai Implementasi Kurikulum 2004 di SMA*. Makalah disampaikan dalam Seminar Experience Exchange JICA IMSTEP, Malang 28-1-2004.
- Tejo, E dkk. 2002. *Pembelajaran Kalkulus Berbasis Konstruktivisme dan Pengaruhnya pada Perolehan Belajar Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika*. Malang: Due-Like Jur. Matematika.
- Tessmer, M. 1998. *Planning and conducting formative evaluation*. London: Kogan Page.
- Treffers, A. 1993. Wiskobas and Freudenthal Realistics Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics* 25: 89-108.
- Ward, C.D. 2001. Under Construction: on Becoming a Constructivist in View of the Standard. *Journal for Mathematics Teacher*, 94(2): 94-101.
- Wijers, M.M. 2005. *How to Deal with Algebraic Skills in Realistic Mathematics Education*. On Line pada www.fi.uu.nl. Diakses 10 Maret 2005.

- Wubbels, T; Korthagen, F & Broekman, H. 1997. Preparing Teachers for Realistic Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*. 32: 1-25
- Van den Heuvel-Panhuizen, M,. (1998). *Assessment and Realistics Mathematics Education* Disertasi, diterbitkan oleh Utrecht University CD-b Press.
-

Gambar 1.9.
Contoh artikel hasil penelitian kuantitatif



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Rumuskan sekurang-kurangnya 3 ciri penelitian kualitatif!
- 2) Rumuskan sekurang-kurangnya 3 ciri penelitian kuantitatif!
- 3) Berdasarkan artikel hasil penelitian kualitatif dan artikel hasil penelitian kuantitatif rumuskan sekurang-kurangnya 3 perbedaan antara penelitian kualitatif dengan penelitian kuantitatif!
- 4) Buatlah satu tema/judul penelitian pendidikan matematika dengan pendekatan kualitatif!
- 5) Buatlah satu tema/judul penelitian pendidikan matematika dengan pendekatan kuantitatif!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Tiga ciri penelitian kualitatif di antaranya (a) datanya tidak harus berupa bilangan, (b) tidak melakukan pengondisian atau perlakuan pada subjek penelitian, (c) tidak melakukan generalisasi.
- 2) Tiga ciri penelitian kuantitatif di antaranya (a) datanya harus berupa bilangan, (b) melakukan pengondisian atau perlakuan pada subjek penelitian, (c) melakukan generalisasi.
- 3) Jawaban dapat dikembangkan dari jawaban soal nomor 1 dan 2.
- 4) Jawaban dapat bervariasi, misalnya Trayektori pemahaman siswa SMA pada konsep limit.

- 5) Jawaban dapat bervariasi, misalnya: Pengaruh pembelajaran berbasis masalah pada perolehan belajar aljabar.



RANGKUMAN

Dalam modul ini Anda telah belajar tentang: contoh penelitian kualitatif dan contoh penelitian kuantitatif; penulisan artikel yang diterbitkan dalam jurnal, serta gaya selingkung penulisannya.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Salah satu kelebihan penelitian kuantitatif dari penelitian kualitatif adalah
 - A. hasil analisis data pada penelitian kualitatif bersifat eksak
 - B. penelitian kualitatif dilaksanakan dalam suasana yang alami
 - C. penelitian kualitatif melakukan reduksi data
 - D. penelitian kuantitatif datanya tidak harus berupa bilangan
- 2) Manakah pernyataan yang salah?
 - A. Penelitian kuantitatif selalu melakukan penarikan sampel.
 - B. Penelitian kuantitatif selalu melakukan pengujian hipotesis.
 - C. Penelitian kualitatif datanya bisa terdiri atas 1 siswa.
 - D. Penelitian kuantitatif selalu melakukan uji statistika.
- 3) Berkaitan dengan penelitian kuantitatif, semua berikut ini benar, *kecuali*
 - A. melakukan generalisasi
 - B. harus menarik sampel yang representatif
 - C. selalu ada hipotesis
 - D. selalu melibatkan analisis data yang berupa bilangan
- 4) Berkaitan dengan penelitian kualitatif, semua berikut ini benar, *kecuali*
 - A. memerlukan adanya sampel dan populasi
 - B. tidak perlu menarik sampel yang representatif
 - C. kadang-kadang diperlukan adanya hipotesis
 - D. data yang dianalisis data yang bukan berupa bilangan

- 5) Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala dalam penelitian pendidikan adalah
- memilih sampel sekolah yang dekat dengan rumah peneliti
 - mengembangkan instrumen yang valid
 - memilih sekolah yang berjauhan antara sekolah pada kelompok eksperimen dengan sekolah pada kelompok kontrol
 - mengembangkan instrumen yang reliabel
- 6) Manakah penulisan daftar pustaka yang benar berdasar standar APA (*Association Psychology of America*)?
- Tessmer, M. 1998. *Planning and conducting formative evaluation*. London: Kogan Page.
 - Treffers, A. Wiskobas and Freudenthal Realistics Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics* 25: 89-108.
 - Ward, C.D. 2001. Under Construction: on Becoming a Constructivist in View of the Standard. *Journal for Mathematics Teacher*, 94(2): 94-101.
 - Wijers, M.M. How to Deal with Algebraic Skills in Realistic Mathematics Education. On Line pada www.fi.uu.nl. Diakses 10 Maret 2005.
- 7) Semua penulisan daftar pustaka yang berikut benar berdasar standar APA (*Association Psychology of America*), kecuali
- Bright, G.W. 1999. Helping Elementary and Middle Grades Preservice Teachers Understand and Develop Mathematical Reasoning. Dalam Lee V Stiff (ed): *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Reston Va: NCTM.
 - Davison, D.M. ; Landau, M.S, McCracken, L; & Thomson, L. 2001. *Pre Algebra, Tools for a Changing World*. Needham: Prentice Hall.
 - Depdiknas. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi: Ketentuan Umum, dan Standar Kompetensi Mata Pelajaran*. Jakarta: Depdiknas.
 - Goos, M. 2004. *Learning Mathematics in Classroom Community of Inquiry*. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 35 No. 4: 258-291.
- 8) Pernyataan manakah yang **salah**?
- Kajian pustaka cukup ditulis secara tersirat dalam artikel penelitian.
 - Metode penelitian harus ditulis secara tersurat dalam artikel penelitian.

- C. Kajian pustaka harus ditulis secara tersurat dalam artikel penelitian
 D. Penulisan daftar pustaka harus ajek.
- 9) Urutan sajian dalam artikel ilmiah yang baku adalah
 A. metode penelitian—hasil penelitian—kesimpulan
 B. metode penelitian—hasil penelitian—pembahasan
 C. kajian pustaka--metode penelitian—hasil penelitian
 D. metode penelitian—pembahasan—kesimpulan
- 10) Manakah yang lebih cenderung pada penelitian kualitatif?
 A. Survei.
 B. Eksperimen.
 C. PTK
 D. Evaluasi.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) C. Berdasar sebaran penelitian, PTK lebih condong pada penelitian kualitatif.
- 2) B. Yang lainnya berupa penelitian matematika.
- 3) C. Topik lainnya berupa penelitian pendidikan.
- 4) B. Penelitian kualitatif berlatar alami, tidak dilakukan pengondisian.
- 5) C. Lihat di uraian
- 6) C. Penelitian kuantitatif tidak selalu ada hipotesis, misalnya pada survei.
- 7) A. Penelitian kualitatif tidak memerlukan sampel.
- 8) B. Lihat lagi kriteria instrumen yang valid.
- 9) D. Jika instrumen valid maka instrumen itu pasti reliabel.
- 10) B. Instrumen yang valid pasti reliable.

Tes Formatif 2

- 1) A. Lihat kembali di uraian.
- 2) B. Pada survei tidak selalu ada hipotesis.
- 3) C. Pada survei tidak selalu ada hipotesis
- 4) A. Penelitian kualitatif tidak memerlukan sampel
- 5) D. Instrumen harus valid dan reliabel.
- 6) A. Lihat di contoh artikel penelitian.
- 7) D. Lihat di contoh artikel penelitian
- 8) A. Lihat di contoh artikel penelitian
- 9) D. Lihat di contoh artikel penelitian
- 10) C. Lihat pada sebaran penelitian.

Daftar Pustaka

- Anderson, J.R; Reder, L.M & Simon, H.A; (2001). *Applications and Misapplications of Cognitive Psychology to Mathematics Education*. Tersedia pada <http://w.w.w.act.psy.cmu.edu/personal/ja/misapplied/.html> diakses 25 September 2001.
- Bright, G.W. (1999). "Helping Elementary and Middle Grades Preservice Teachers Understand and Develop Mathematical Reasoning". Dalam Lee V Stiff (ed). *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Reston Va: NCTM.
- Davison, D.M. ; Landau, M.S, McCracken, L; & Thomson, L. (2001). *Pre Algebra, Tools for a Changing World*. Needham: Prentice Hall.
- Depdiknas. (2003). *Kurikulum Berbasis Kompetensi: Ketentuan Umum, dan Standar Kompetensi Mata Pelajaran*. Jakarta: Depdiknas.
- Goos, M. (2004). "Learning Mathematics in Classroom Community of Inquiry". *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 35 No. 4: 258-291.
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K & Doorman, M. (1999). "Context Problems in Realistic Mathematics Education: A Calculus Course as an Example." *Educational Studies in Mathematics* 39: 112-129.
- Hadi, S & Fauzan, A. (2003). "Mengapa PMRI (Pendidikan Matematika Realistik di Indonesia)?" *Buletin PMRI* Edisi Juni 2003: 2.
- Hadi, S, Plomp, Tj & Suryanto. (2002). *Introducing RME to Junior High School Mathematics Teachers in Indonesia*. Proceeding of the second International Conference on the Teaching of Mathematics (ICTM2). John Wiley & Sons.
- Healy, L. & Hoyles, C. (2000). "A Study of proof Conceptions in Algebra". *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 31 No. 4: 396-427.

- Hill, H.C. & Ball, D.L. (2004). "Learning Mathematics for Teaching: Result from California's Mathematics Professional Development Institutes." *Journal for Research in Mathematics Education* . Vol. 35 No. 5: 330-351.
- Huntley, M.A.Rassmusen, C. L. Vilaruby, S, Sangtong, J. & Fey, J.T. (2000). "Effects of Standarsds-Based Mathematics Education: A Study of the Core-Plus Mathematics Project Algebra and Functions Strand." *Journal for Research in Mathematics Education*. 31: 328-361.
- Kwon, O.N. (2002). *Using the RME in Teaching and Learning of Ordinary Differential Equation*. Proceeding of the Second International Conference on the Teaching of Mathematics (ICTM2). John Wiley & Sons.
- Lappan, G. Fey. J.T. Fitzgerald, W.M. Friel, S.N. & Phillips, E.D. (1996). *Getting to Know Connected Mathematics*. Palo Alto: Dale Seymour.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston Va: NCTM.
- Peressini, D; & Webb, N. (1999). "Analyzing Mathematical Reasoning in Students' Responses" dalam Lee V Stiff (ed): *Developing Mathematical reasoning in Grades K-12*. Reston Va: NCTM.
- Pichat, M & Ricco, G. (2001). "Mathematical Problem Solving in Didactic Institutions as a Complex System, the Case of Elementary Calculus." *Journal of Mathematical Behavior*. 20: 43-56.
- Schoen, H.L; Cebulla, K.J.; Finn, K.F & Fi, C. (2003). "Teacher Variables that Relate to Student Achievement when Using a Standards-Based Curriculum." *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 34 No. 3: 228-259.
- Selden, A. & Selden, J. (2003). "Validations of Proofs Considered as Texts: Can Undergraduates Tell Whether an Argument Proves a Theorem?." *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 34 No. 1: 4-36.
- Soedjadi, R & Hadi, S. (2004). "PMRI dan KBK dalam Era Otonomi Pendidikan." *Buletin PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia)*. Edisi III, Januari 2004.

- SPSS Inc. (1999). *SPSS Base 11.0 Applications Guide*. Chicago: SPSS Inc.
- Supriyanto, T. (2004). *Pembelajaran Matematika Realistik sebagai Implementasi Kurikulum 2004 di SMA*. Makalah disampaikan dalam Seminar Experience Exchange JICA IMSTEP, Malang 28-1-2004.
- Tejo, E dkk. (2002). *Pembelajaran Kalkulus Berbasis Konstruktivisme dan Pengaruhnya pada Perolehan Belajar Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika*. Malang: Due-Like Jur. Matematika.
- Tessmer, M. (1998). *Planning and Conducting Formative Evaluation*. London: Kogan Page.
- Treffers, A. (1993). "Wiskobas and Freudenthal Realistics Mathematics Education." *Educational Studies in Mathematics* 25: 89-108.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (1998). *Assessment and Realistics Mathematics Education*. Disertasi. Diterbitkan oleh Utrecht University CD-b Press.
- Ward, C.D. (2001). "Under Construction: on Becoming a Constructivist in View of the Standard." *Journal for Mathematics Teacher*, 94(2): 94-101.
- Wijers, M.M. (2005). *How to Deal with Algebraic Skills in Realistic Mathematics Education*. On Line pada www.fi.uu.nl. Diakses 10 Maret 2005.
- Wubbels, T; Korthagen, F & Broekman, H. (1997). "Preparing Teachers for Realistic Mathematics Education." *Educational Studies in Mathematics*. 32: 1-25.