

PENINGKATAN *PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE* GURU MATEMATIKA DAN PRAKTIKNYA DALAM PEMBELAJARAN MELALUI MODEL PELATIHAN TEQIP

Subanji

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang
e-mail: subanji.fmipa@um.ac.id

Abstract: The Improvement of the Pedagogical Content Knowledge of Mathematics Teachers and Their Teaching Practices Using TEQIP Model. This study was carried out to improve the pedagogical content knowledge of mathematics teachers and their teaching practices in mathematics class in reference to Teachers Quality Improvement Program (TEQIP) Model. TEQIP is an in-service training model with meaningful learning and integrated lesson study. The study was conducted for four years (2010-2014) on 1000 mathematics teachers sprawling in 14 provinces across Indonesia. TEQIP activities were focused on pedagogic and content knowledge improvement with five kinds of activities and teaching practice improvement in mathematics classes. The results suggest (1) the improvement of mathematics content knowledge (39.45 points) and problem solving competence (47.48 points); (2) the improvement of pedagogic knowledge—teaching and learning model (25 points), assesment (32.5 points), learning media (42.25 points), and mathematical error case study (27.5 points); and (3) the improvement of teaching and learning practices—motivating the students (1.45 points), using learning media (2.05 points), meaningful learning (1.87 points), having learning interaction (1.65 points), and giving due responses to learning problems (1.23 points).

Keywords: pedagogical content knowledge, mathematics teachers, TEQIP

Abstrak: Peningkatan *Pedagogical Content Knowledge* Guru Matematika dan Praktiknya dalam Pembelajaran Melalui Model Pelatihan TEQIP. Penelitian ini bertujuan meningkatkan *pedagogical content knowledge* guru matematika dan praktiknya di dalam kelas melalui model pelatihan Teqip (*Teachers Quality Improvement Program*). Teqip merupakan model pelatihan guru melalui “pembelajaran bermakna” dan terintegrasi dengan *lesson study*. Penelitian dilakukan selama 4 tahun (2010 – 2013), melibatkan 1.000 guru matematika sekolah dasar di 14 provinsi di Indonesia. Kegiatan Teqip dilakukan dalam 5 tahap penguatan pengetahuan pedagogik & konten dan 5 tahap penguatan praktik pembelajaran di kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan penguasaan materi matematika 39,45 poin dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah 47,48. Ada peningkatan kemampuan pedagogik mencakup penguasaan: pembelajaran 25 poin, assesmen pembelajaran 32,5 poin, media pembelajaran 42,25 poin, menindaklanjuti kasus kesalahan konsep matematika 27,5 poin. Ada peningkatan skor rata-rata praktik pembelajaran: memotivasi siswa 1,45; memanfaatkan media 2,05; melaksanakan pembelajaran bermakna 1,87; membangun interaksi 1,65; dan mengatasi masalah 1,23.

Kata kunci: pedagogical content knowledge, guru matematika, TEQIP

Berbagai masalah masih terjadi dalam pendidikan matematika. Masih banyak siswa yang menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang sulit, menganggap pelajaran matematika harus banyak menghafal rumus, menganggap matematika sebagai matapelajaran yang hanya bisa dijangkau oleh siswa yang berkemampuan tinggi saja, dan belajar matematika membosankan. Masalah pendidikan matematika juga

terungkap dari hasil PISA (*Programme for International Student Assesment*) tahun 2012 yang diselenggarakan oleh *the Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD). Hasil PISA menunjukkan bahwa kemampuan matematika dan sains siswa Indonesia masih rendah, yakni di urutan ke-64 dari 65 negara.

Lebih jauh ditemukan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mengonstruksi konsep dan pemecahan masalah matematika (Brodie, 2010; Shein, 2012; Gal & Linchevski, 2010; Bingolbali, dkk, 2010; Bray, 2011; Subanji & Toto, 2013). Brodie (2010) menjelaskan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesalahan dalam membangun penalaran matematika. Subanji & Nusantara (2013) menemukan bahwa kesalahan berpikir siswa dalam mengonstruksi konsep matematika mencakup kesalahan berpikir pseudo benar & pseudo salah, kesalahan dalam berpikir analogi, kesalahan menempatkan konsep, dan kesalahan dalam berpikir logis.

Kesalahan siswa dalam mengonstruksi konsep matematika sering menjadi sumber utama lemahnya siswa dalam menguasai materi matematika. Kesalahan konstruksi konsep menimbulkan kesulitan dalam proses koneksi matematika. Padahal koneksi matematika diperlukan untuk membangun jaringan konsep, “pengetahuan baru” (termasuk prinsip dan prosedur) dalam matematika. Koneksi matematika juga sangat diperlukan dalam proses pemecahan masalah. Kemampuan koneksi matematika siswa yang baik dapat membantu dalam proses pemecahan masalah matematika dan sebaliknya lemahnya dalam koneksi matematika dapat menyebabkan kesulitan dalam proses pemecahan masalah (*problem solving*).

Pemecahan masalah merupakan inti dari belajar matematika. Menurut Subanji (2012), kemampuan *problem solving* dapat ditransfer untuk memecahkan masalah-masalah lain dalam kehidupan. Semakin baik kemampuan *problem solving* siswa, maka semakin besar pula peluangnya untuk mampu menghadapi tantangan kehidupan yang selalu berubah. Pentingnya *problem solving* dalam pembelajaran matematika juga diungkapkan oleh beberapa ahli (Goos, M, 2004; Pape, 2004; Sandt, 2007; Lesh & Zawojewski, 2007; Skots, 2009; Magiera & Zawojewski, 2011). Bahkan di NCTM (2000) dinyatakan bahwa “*solving problems is not only a goal of learning mathematics but also a major means of doing so...By learning problem solving in mathematics, student should acquire ways of thinking, habits of persistence and curiosity, and confidence in unfamiliar situation*”.

Kesulitan siswa dalam belajar matematika tidak lepas dari peran guru dalam pembelajaran matematika. Menurut Subanji & Isnandar (2010) guru memiliki peranan sentral dalam proses pembelajaran di sekolah. Guru sebagai motivator dan mediator bagi siswa untuk dapat belajar secara efektif dan efisien. Karena itu guru harus berperan mendorong siswa untuk belajar. Dalam hal ini guru dituntut menguasai materi (*content*) dan pembelajaran (*peda-*

gogic). Namun kenyataannya dalam proses belajar mengajar masih banyak guru yang menekankan pada prosedur “pokoknya” dan belum mengajak siswa untuk berpikir dengan menekankan pada “mengapa” dan “bagaimana” bisa terjadi. Sehingga siswa beranggapan bahwa dalam menyelesaikan masalah, cukup memilih prosedur meskipun tidak tahu *mengapa* prosedur tersebut yang digunakan. Pembelajaran tersebut menjadi tidak bermakna bagi siswa. Akibatnya, banyak siswa yang kurang berkembang penalarannya.

Perlunya penguasaan guru terhadap materi (*content*) dan pembelajaran (*pedagogical*) telah diungkap oleh beberapa ahli (Niess, 2005; Turnuklu & Yesildere, 2007; Lannin dkk, 2013; Hill, Ball, & Schilling, 2008). Para ahli tersebut menggunakan istilah *pedagogical content knowledge* (PCK) untuk menyatakan pemahaman guru terhadap materi dan pedagogi. Neiss (2005) membahas penyiapan guru pemula untuk menguasai *pedagogical content knowledge* dengan menggunakan teknologi. Turnuklu & Yesildere (2007) menemukan bahwa *pedagogical content knowledge* calon guru sekolah dasar belum cukup untuk membelajarkan matematika. Lannin dkk (2013) menjelaskan bahwa pengetahuan matematika dan pembelajaran sangat penting dikuasai oleh guru pemula, karena akan sangat membantu proses pembelajaran. Hill, Ball & Schilling (2008) mengeksplorasi *pedagogic content knowledge* guru pada topik-topik matematika tertentu.

Dari berbagai penelitian dapat disimpulkan bahwa *pedagogical content knowledge* (PCK) guru matematika perlu senantiasa ditingkatkan. Salah satu strategi meningkatkan PCK guru adalah dengan melakukan *in-service training* (pelatihan). Teqip (*Teachers Quality Improvement Program*) merupakan suatu model pelatihan guru yang diarahkan untuk meningkatkan PCK guru melalui “pembelajaran bermakna” dan terintegrasi dengan lesson study. Selain meningkatkan PCK guru, Teqip juga diarahkan untuk meningkatkan implementasi PCK dalam pembelajaran matematika di kelas.

Menurut Subanji (2013) PCK merupakan suatu proses sistematis dan terencana yang dirancang oleh pembelajar (guru) untuk membelajarkan siswa sehingga siswa mampu (1) mengonstruksi pengetahuan (materi) baru melalui pengaitan dengan pengetahuan lama, (2) memahami materi lebih dari sekedar tahu, (3) mampu menjawab apa, mengapa, dan bagaimana; (4) menginternalisasi pengetahuan ke dalam diri sedemikian hingga membentuk perilaku, dan (5) mengolah perilaku menjadi karakter diri. Dalam hal ini peranan guru adalah (1) mengaitkan materi yang diajarkan dengan pengetahuan lama yang dimiliki oleh siswa, (2) menjadi pembangkit belajar, (3) mem-

berikan *scaffolding* ketika dibutuhkan oleh siswa, dan (4) menjadi pemicu berpikir bagi siswa.

Pembelajaran bermakna dilandasi oleh adanya perkembangan paradigma pendidikan, dari behaviorisme ke konstruktivisme. Bahwa perlu perubahan peran guru dari “memindahkan pengetahuan dalam proses pembelajaran” ke arah “pemberian pengalaman, dan pengembangan berpikir (kognisi) siswa”. Peran guru berubah dari “memberi/mengajar” menjadi “fasilitator/membelajarkan” yang memfasilitasi siswa agar mampu belajar secara mandiri.

Perubahan perilaku guru dari penyampai atau pemberi pengetahuan menjadi pembangkit proses belajar merupakan rekomendasi dari berbagai hasil penelitian (Spilkova, 2001; Sandt, 2007; Skot, 2009). Peran guru akan bisa berubah jika PCK guru baik dan mampu mengimplementasikannya dalam pembelajaran. Karena itu sangat penting untuk meningkatkan PCK guru matematika agar terjadi peningkatan kualitas pendidikan matematika.

Selain memiliki PCK, guru harus mampu mengimplementasikan dalam pembelajaran di kelas. Kegiatan implementasi perlu dilakukan secara bersiklus agar senantiasa ada peningkatan praktik pembelajaran. Dalam penelitian ini, kegiatan implementasi pembelajaran dilakukan dengan menggunakan pola *lesson study*. Menurut Marsigit (2007) *lesson study* bermanfaat (1) *to develop instrument and equipment for teaching learning process*, (2) *to develop teaching method and model for teaching learning process*, (3) *to develop teaching material for teaching learning process*, and (4) *to develop teaching evaluation for teaching learning process*.

Yoshida (1999) menjelaskan bahwa kegiatan utama *lesson study* dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian utama: (1) identifikasi tema penelitian (*research theme*); (2) *research lesson*; dan (3) refleksi. Dalam penelitian ini, *lesson study* dilaksanakan dalam 3 kegiatan utama: PLAN – merancang pembelajaran secara kolaboratif, DO – implementasi pembelajaran, dan SEE – refleksi sekaligus memperbaiki dan merancang kegiatan berikutnya.

Penelitian ini bertujuan meningkatkan PCK guru matematika dan praktiknya di dalam kelas melalui model pelatihan Teqip.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada 1.000 guru “matematika” sekolah dasar yang tersebar di 14 provinsi di Indonesia. Penelitian dilakukan dalam kegiatan pelatihan bertajuk *Teachers Quality Improvement Program* (Teqip) kerjasama PT Pertamina (Persero) dengan Universitas Negeri Malang (UM). Pembiaya-

an Teqip ditanggung oleh PT Pertamina (Persero) dan pelaksana kegiatan adalah Universitas Negeri Malang (UM). Sebaran subjek penelitian seperti Tabel 1.

Tabel 1: Subjek Penelitian

Tahun	Provinsi	Jumlah
2010	Jawa Timur	120
	Jambi	60
	Bengkulu	60
	Nusa Tenggara Barat	60
	Kalimantan Timur	60
2011	Nusa Tenggara Timur – Flores	80
	Maluku Utara	80
2012	Kepulauan Riau	80
	Kalimantan Barat	80
	Sulawesi Utara – Minut & Talaud	80
2013	Nangroe Aceh Darusalam	40
	Sumatera Utara	40
	Sulawesi Utara - Sangihe	40
	Nusa Tenggara Timur – Belu & TTU	40
	Papua Barat	40
	Papua	40
Jumlah		1000

Peran peneliti dalam kegiatan Teqip adalah sebagai instruktur bersama 21 dosen Matematika UM. Dengan demikian, peneliti bisa memperoleh data penelitian secara lebih mendalam, termasuk proses membangun PCK dan implementasinya di dalam pembelajaran.

Dalam satu tahun, kegiatan berlangsung selama 12 minggu, yang terbagi dalam dua kegiatan utama. *Pertama*, peningkatan PCK (7 minggu) melalui *training of trainer* (TOT) dan diseminasi. *Kedua*, implementasi pembelajaran di sekolah (5 minggu) disebut ongoing. Kegiatan implementasi di sekolah dilakukan dengan menggunakan pola *lesson study*. Masing-masing kegiatan dilakukan dalam lima tahap dengan urutan: TOT 1, Ongoing 1, TOT 2, Ongoing 2, Diseminasi 1, Ongoing 3, Diseminasi 2, Ongoing 4, TOT 3, dan Ongoing 5.

Di akhir masing-masing kegiatan dilakukan evaluasi komponen PCK dan implementasinya. Di akhir kegiatan Teqip dilakukan penghitungan rata-rata peningkatan pretes dan postes secara akumulatif dari tahap 1 sampai tahap 5. Komponen PCK dikelompokkan menjadi dua bentuk: penguasaan materi matematika dan penguasaan pedagogi. Penguasaan materi matematika mencakup: (1) penguasaan konsep bilangan, operasi bilangan dan aplikasinya; konsep geometri, pengukuran, dan aplikasinya; dan (2) kemampuan pemecahan masalah. Instrumen yang digunakan untuk mengukur peningkatan *content knowledge* (CK) diuji validitas dan reliabilitasnya.

Uji validitas instrumen terkait dengan validitas isi dan telah divalidasi oleh 3 orang ahli pendidikan matematika. Hasil validasi diperoleh bahwa instrumen valid dengan skor rata-rata 3,4. Perhitungan reliabilitas instrumen CK menggunakan rumus Spearman-Brown. Hasil perhitungan reliabilitas diperoleh skor 0,82, berarti reliabilitas instrumen CK kategori baik.

Kemampuan pedagogik mencakup penguasaan: model pembelajaran, assesmen, media pembelajaran, dan studi kasus. Implementasi pembelajaran dievaluasi dengan menggunakan format observasi pembelajaran. Format observasi divalidasi oleh 3 orang ahli pendidikan matematika dan dinyatakan valid dengan skor rata-rata 3,48. Analisis data dilakukan dengan menghitung rata-rata skor peningkatan PCK dan skor implementasi pembelajaran, serta memaparkan kasus-kasus pemahaman guru terhadap materi dan pedagogi.

Pengukuran peningkatan implementasi pembelajaran menggunakan lembar observasi (terbuka dan tertutup). Observasi terbuka digunakan untuk menjangkau secara mendalam aktivitas belajar siswa: bagaimana kesiapan siswa, respon siswa, interaksi siswa-siswa dan guru-siswa serta pemicunya, kendala dan upaya mengatasinya, dan keterlibatan siswa dalam kegiatan penutup. Observasi tertutup digunakan untuk menilai perkembangan subjek dalam praktik pembelajaran dengan kriteria seperti Tabel 2.

Tabel 2: Kriteria Penilaian Praktik Pembelajaran

Skor	Kriteria
4,50 – 5,00	sangat baik
3,50 – 4,49	baik
2,50 – 3,49	cukup
1,50 – 2,49	kurang
1,00 – 1,49	sangat kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pedagogical content knowledge diukur berdasarkan dua komponen. Pertama, pemahaman guru terhadap materi matematika yang disebut *content knowledge* (CK). Kedua, pemahaman guru matematika terhadap pedagogi yang disebut *pedagogy knowledge* (PK).

Content Knowledge (CK)

Untuk mengkaji CK, kepada guru diberikan dua kelompok masalah: (1) masalah konsep (bilangan

dan geometri) dan (2) pemecahan masalah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan penguasaan konsep matematika 39,45 poin, dari rata-rata skor pretes dalam 5 tahap sebesar 38,12 meningkat menjadi rata-rata skor postes 77,57. Peningkatan penguasaan konsep matematika disumbang 47,5% oleh peningkatan konsep bilangan (termasuk operasinya) dan 52,5% oleh peningkatan konsep geometri (aplikasinya).

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah mencapai 47,48, dari rata-rata skor pretes dalam 5 tahap sebesar 23,71 meningkat menjadi rata-rata skor postes 71,19. Sumbangan peningkatan kemampuan problem solving materi geometri 55,3% dan materi bilangan mencapai 44,8%. Selanjutnya dipaparkan beberapa hal unik terkait dengan pemahaman guru terhadap konsep matematika dan *problem solving*.

Ketika guru diminta untuk menilai (benar atau salah) pernyataan, “tidak ada bilangan (riil) antara $\frac{1}{3}$ dan 0,5”, masih banyak (42,5%) guru yang menilai “benar” pernyataan tersebut. Peneliti menelusuri lebih lanjut dengan melakukan wawancara berbasis tugas. (P = peneliti dan G = guru)

P: apa alasan Anda menilai pernyataan “tidak ada bilangan (riil) antara $\frac{1}{3}$ dan 0,5” adalah benar?

G1: 0,5 saya jadikan pecahan menjadi $\frac{1}{2}$. Saya bandingkan $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{3}$. Karena penyebutnya selisih satu, maka tidak ada bilangan penyebut antara 2 dan 3.

P: Bisakah memberi contoh dua bilangan pecahan yang memiliki bilangan riil di antara keduanya?

G1: kalau ada bilangan $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{5}$, maka ada bilangan diantara keduanya, yaitu $\frac{1}{3}$ dan $\frac{1}{4}$.

Dari wawancara tersebut terlihat bahwa guru G1 masih terbatas pengetahuan konsep bilangannya. Yang dilihat hanya bentuk $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{3}$, belum bisa membuat koneksi dengan pecahan senilai. Peneliti menelusuri lebih lanjut dengan mengajukan pertanyaan.

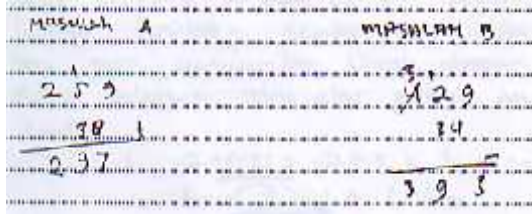
P: Bagaimana kalau $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{3}$ masing-masing pembilang dan penyebutnya dikalikan 2?

G1: Menjadi $\frac{2}{4}$ dan $\frac{2}{6}$. Oh ya ada bilangan antara 4 dan 6. Berarti ada bilangan antara $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{3}$, yaitu $\frac{2}{5}$.

Dari pernyataan G1, nampak G1 menyadari untuk menemukan bilangan antara dua pecahan dapat dilakukan dengan mengubah pecahan menggunakan konsep pecahan senilai.

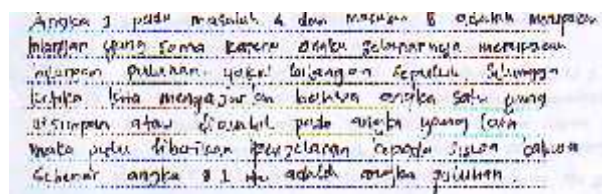
Untuk kasus lain, pengetahuan matematika dikaji dengan menggunakan studi kasus seperti berikut.

Diberikan hasil kerja seorang anak dalam menyelesaikan masalah penjumlahan (A) dan pengurangan (B):



Apakah angka 1 pada masalah A dan masalah B merepresentasikan bilangan yang sama? Berikan alasannya!

Masih banyak subjek penelitian yang menjawab angka 1 pada masalah A dan masalah B merepresentasikan bilangan sama, yaitu bilangan puluhan, seperti jawaban subjek G2 berikut.



Sebenarnya subjek G2 memahami bahwa angka 1 pada masalah A dihasilkan dari $9 + 9 = 17$, yakni angka 1 pada bilangan 17, sehingga 1 merepresentasikan bilangan 10, seperti jawaban berikut.



Namun subjek G2 menggeneralisasi proses tersebut juga sama untuk kasus pengurangan. Untuk mendalami jawaban siswa dilakukan penelusuran lebih mendalam dengan wawancara berbasis tugas.

P: kalau angka 1 pada masalah A merupakan puluhan dari penjumlahan $9 + 8$. Bagaimana dengan 1 pada masalah B?

G2: angka 1 terletak di atas angka 2, padahal angka 2 adalah puluhan. Berarti 1 menyatakan puluhan.

Dalam hal ini G2 hanya melihat posisi angka 1, tanpa melihat asal-usul dari 1. Karena posisinya di atas puluhan, disimpulkan bahwa 1 representasi puluhan. Penelusuran dilanjutkan dengan memberi pertanyaan.

P: apa arti mencoret angka 4 pada masalah B?

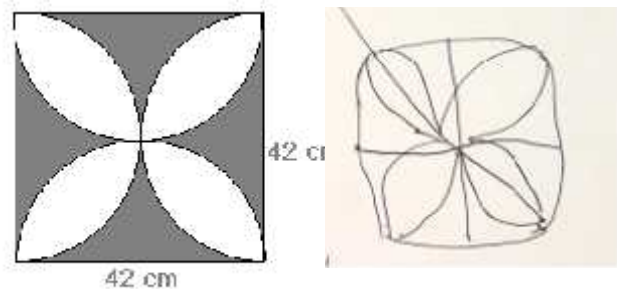
G2: 4 dipinjam 1 menjadi 3.

P: Yang dipinjam bilangan berapa?

G2: angka 4 menyatakan 400. Oh ya.. berarti yang dipinjam adalah 100. Artinya angka 1 menyatakan 100.

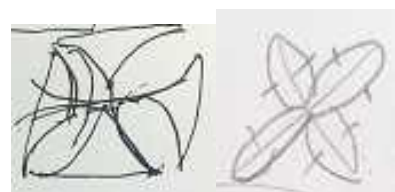
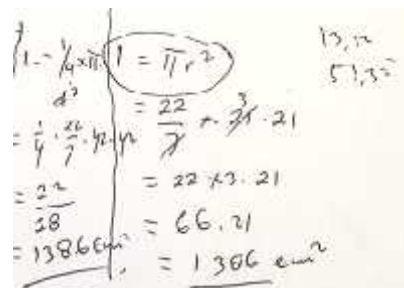
Dari pernyataan G2 tersebut terlihat bahwa dalam melakukan operasi bilangan dengan cara bersusun, G2 hanya melakukan prosedural yang “kurang” bermakna. Hal ini sesuai dengan hasil temuan Hill (2008) bahwa matematika sering dipandang sebagai kumpulan prosedural. Dalam penyelesaian soal atau masalah hanya dilakukan dengan menjalankan prosedur, tanpa berpikir “kenapa prosedurnya seperti itu”, sehingga seringkali suatu prosedur tidak bermakna bagi pemecah masalah. Penekanan matematika pada prosedur mengakibatkan proses berpikir dan bernalar “kurang berkembang” dalam belajar matematika. Hal inilah yang mengakibatkan kemampuan pemecahan masalah guru masih rendah.

Sebagai contoh, ketika guru (G3) dihadapkan pada masalah



Berapakah luas daerah yang berwarna hitam pada gambar di samping (jika $\pi = \frac{22}{7}$)?

G3 mulai menganalisis gambar yang diberikan dengan memotong menggunakan garis lurus. G3 masih bingung melanjutkan pekerjaannya dan berusaha membuat coretan-coretan terkait dengan gambar berikut.



Meskipun G3 sudah membuat beberapa coretan, namun belum juga menemukan jawabnya.



G3 mencoba menyusun potongan-potongan bangun “mirip daun” menjadi bangun baru terdiri dari 4 (empat) daun, tetapi tetap kesulitan untuk menghitung luas daerah yang diarsir. Peneliti menelusuri berpikir G3 dengan memberikan pertanyaan

P: Apa yang dapat Anda tangkap dari gambar yang diberikan?

G3: luas daerah yang diarsir bisa dihitung dengan mengurangi luas persegi dengan empat luas daun. Tapi saya masih bingung bagaimana cara menentukan luas empat daun tersebut.

P: Bagaimana Anda bisa membuat coretan-coretan ini untuk memulai menentukan luas daerah?

G3: saya ambil empat daun untuk dihitung luasnya. Namun saya masih ragu apakah ini bisa dilakukan. Kalau luas daerah lingkaran saya bisa menghitung.

(sambil menunjukkan jawabannya)

Dari dialog dan hasil kerjanya, tampak bahwa guru mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah matematika. Kesulitan guru dalam memecahkan masalah matematika juga diungkap oleh Bingolbali (2010) dan Bray (2011). Bingolbali (2010) menjelaskan bahwa kesulitan guru bisa berpengaruh pada proses pembelajaran dan bisa mengakibatkan kesalahan pada siswa. Kesulitan pada guru juga bisa menghambat proses penanganan kesulitan siswa oleh guru (Bray, 2011). Karena itu perlu adanya upaya perbaikan terhadap kesalahan guru dengan memberikan scaffolding (Shein, 2012; Sandt, 2007; dan Magiera M.T. & Zawojewski J.S., 2011). Peneliti mencoba memberikan scaffolding dengan memberikan pertanyaan berikut.

P: Bagaimana kalau setengah lingkaran yang kiri dan setengah lingkaran yang kanan ditutup?

G3: Ehm... tinggal yang hitam bagian atas dan bawah. (sambil berpikir sejenak). Oh ya berarti daerah yang diarsir luasnya dua kali dari luas tersebut. Sekarang saya tahu, luas yang diarsir diperoleh dari luas persegi dikurangi dengan luas lingkaran dan hasilnya dikali dua.

Dari penjelasan G3, terlihat bahwa awalnya G3 belum bisa menghubungkan lingkaran dengan persegi. Fokus yang dipikirkan oleh G3 adalah irisan lingkaran yang berbentuk “mirip” daun, sehingga berusaha untuk mencari luas daun-daun tersebut. G3 tidak bisa memandang gambar tersebut dari

berbagai bentuk geometri yang bisa mempermudah dalam menyelesaikan masalah.

Pedagogy Knowledge (PK)

Untuk mengukur PK dilakukan dengan memberikan kasus pembelajaran untuk diselesaikan oleh guru. Kasus tersebut memuat masalah membelajarkan matematika, memanfaatkan media untuk pembelajaran matematika, dan melakukan penilaian berbasis kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan kemampuan pedagogik mencakup penguasaan: pembelajaran 25,00 poin, assesmen pembelajaran 32,50 poin, media pembelajaran 42,25 poin, menindaklanjuti kasus kesalahan konsep matematika 27,5 poin

Selanjutnya dipaparkan tanggapan guru terhadap kasus kesalahan konsep materi penjumlahan pecahan dan tindaklanjutnya. Tanggapan guru dikaitkan dengan penilaian terhadap jawaban siswa, pembelajaran untuk memperbaiki kesalahan siswa, dan pemanfaatan media untuk memperbaiki kesalahan matematika siswa.

Kasus

Seorang siswa menyelesaikan penjumlahan pecahan $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{6}$. Gurunya menelusuri berpikir siswa, ternyata alasan siswa seperti berikut.

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{6}$$

Berikan penjelasan bagaimana Anda menilai jawaban siswa tersebut? Bagaimana Anda melaksanakan pembelajaran dengan memanfaatkan media untuk memperbaiki kesalahan matematika tersebut?

Sebagian besar guru tidak pernah berpikir seperti yang dilakukan oleh siswa tersebut. Mereka hanya berpikir bahwa dalam menjumlahkan pecahan dilakukan dengan menyamakan penyebut dan apabila penyebut sudah sama dijumlahkan pembilangnya. Sebagian besar guru yang menjadi subjek penelitian merasa kaget dengan ilustrasi tersebut. Bahkan

ada sebagian subjek yang menganggap jawaban siswa tersebut benar dan selama ini yang dilakukan oleh guru salah. Hal ini tergambar dari penelusuran peneliti dengan subjek (G4) seperti berikut.

P: *apa yang Anda pikirkan ketika membaca kasus jawaban siswa tersebut?*

G4: *Iya...ya, masuk akal jawaban siswa tersebut. Saya menjadi ragu-ragu terhadap yang saya lakukan selama ini dalam menjumlahkan pecahan.*

P: *bagaimana Anda menjumlahkan pecahan selama ini?*

G4: *disamakan penyebut, lalu dijumlahkan pembilangnya*

P: *mengapa harus dilakukan seperti itu?*

G4: *dari dulu caranya memang begitu*

Pernyataan G4 menunjukkan bahwa penjumlahan pecahan yang diajarkan kepada siswa selama ini tidak bermakna. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Subanji (2013) bahwa penekanan pembelajaran sering hanya pada prosedur, kurang menekankan pengembangan berpikir siswa. "Pokoknya" menjumlahkan pecahan dilakukan dengan cara menyamakan penyebut dan menambahkan pembilangnya. Masalah pecahan tersebut digunakan untuk mengungkap pemahaman guru terhadap *pedagogic* sekaligus *content*. Pengungkapan *pedagogic content knowledge* (PCK) dengan memberikan kasus kepada guru juga dilakukan oleh Turnuklu dan Yesildere (2007); Hill, Ball & Schilling (2008); dan Lannin, dkk. (2013).

Peneliti mengeksplorasi lebih lanjut pendapat G4.

P: *bagaimana dengan penjumlahan $\frac{1}{3} + \frac{1}{3}$?*

G4: *mestinya jawabannya $\frac{2}{3}$*

P: *apa yang salah dari jawaban siswa tersebut berdasarkan ilustrasi dia?*

G4: *Ilustrasinya masuk akal. Tapi kok salah ya jawabannya. Saya juga masih bingung kenapa kok salah ya. (G4 berpikir agak lama)*

P: *Menurut Anda, dari gambarnya siswa, mana yang merepresentasikan bilangan sepertiga? Pembilang direpresentasikan oleh apa dan penyebut direpresentasikan oleh apa?*

G4: *pembilang direpresentasikan oleh satu persegi hitam. Penyebut direpresentasikan oleh 3 persegi. (G4 berpikir agak lama).*

P: *apakah penyebutnya sudah sama? Apa artinya penyebut sama?*

G4: *oh ya... penyebutnya sudah sama, karena frame persegi sudah sama tiga. Ehm... berarti dalam menjumlahkan yang dijadikan acuan adalah*

frame persegi sebanyak tiga. Menjumlahkan sepertiga dengan sepertiga tadi mestinya yang dijumlahkan persegi berwarna hitam ke dalam frame berisi tiga persegi. Sehingga hasilnya duapertiga.

P: *yakinkah dengan jawaban Anda?*

G4: *ya. Sekarang saya jadi paham dan tahu pentingnya mengajar dengan media.*

Pernyataan G4 menunjukkan bahwa jawaban yang kelihatannya masuk akal belum tentu benar.

Seperti alasan siswa menjumlahkan $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{6}$,

nampak masuk akal karena representasi sepertiga sudah benar, menjumlahkan dengan menggabung sudah benar, tetapi hasil akhirnya salah. Akhirnya G4 menyadari pentingnya membelajarkan konsep dengan media. Bahkan G4 juga memahami perlunya menyamakan penyebut dalam penjumlahan pecahan, bahwa penjumlahan dengan penyebut bukan sekedar "prosedur" tetapi ada maknanya.

Praktik Pembelajaran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan skor rata-rata praktik pembelajaran: memotivasi siswa dari cukup (2,85) menjadi baik (4,30), memanfaatkan media dari cukup (2,60) menjadi sangat baik (4,65), melaksanakan pembelajaran bermakna dari cukup (2,55) menjadi baik (4,42), membangun interaksi dari cukup (3,1) menjadi sangat baik (4,75), dan mengatasi masalah dari cukup (3,12) menjadi baik (4,35).

Selanjutnya diilustrasikan praktik pembelajaran subjek G5 berdasarkan observasi terbuka. G5 membelajarkan siswa tentang materi jaring-jaring kubus. Pembelajaran diawali dengan menggali pengetahuan awal siswa dengan mengadakan tanya jawab dengan siswa.

G5: *anak-anak masih ingatkah, apa yang dibawa oleh ibu guru ini? (G5 membawa bangun ruang kubus dan balok).*

S: *balok dan kubus bu. Yang di kiri kubus dan yang di kanan balok. (menunjukkan siswa sudah siap belajar dan termotivasi)*

G5: *Apa bedanya bangun kubus dan balok?*

S: *Kalau kubus semua sisinya sama berbentuk persegi, kalau balok ada sisinya yang berbentuk persegi panjang.*

G5: *sekarang kita coba membuka kubus ini. Ayo bu guru minta tolong, salah satu membuka kubus ini! (G5 sudah mendesain kubus yang dibawa bisa dibuka menjadi jaring-jaring kubus).*

Salah satu siswa maju membuka kubus sehingga membentuk jaring-jaring. Dalam kegiatan ini siswa mengaitkan pengetahuan lama (kubus dan sisi pembentuknya) dengan pengetahuan baru (jaring-jaring kubus).

G5 melanjutkan kegiatan pembelajaran dengan membentuk siswa dalam beberapa kelompok, masing-masing kelompok 4-5 orang. Masing-masing kelompok diberi lembar kerja dan satu model kubus. G5 mengulang kembali kegiatan memodelkan jaring-jaring kubus dari hasil kubus yang dibuka oleh siswa dan dilanjutkan dengan mengajukan pertanyaan.

G5: *mungkinkah bisa dibuat jaring-jaring kubus bentuk lain? Dengan kubus yang sudah kalian terima, buatlah jaring-jaring kubus berbeda sebanyak-banyaknya!*



Pengajuan pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa ada interaksi siswa-siswa dan siswa-guru. Dengan pemberian pertanyaan dan pembagian lembar tugas tersebut dapat memicu siswa berpikir dan dilanjutkan dengan melakukan percobaan-percobaan yang mengarah pada model-model jaring-jaring kubus. Dalam hal ini siswa terkondisikan dalam kegiatan belajar sambil mengalami atau sering disebut *learning by doing*. Dengan melakukan percobaan dan menemukan sendiri jaring-jaring kubus, siswa menjadi paham (lebih dari sekedar tahu) dan akan mampu menjawab apa, mengapa, dan bagaimana terbentuknya “jaring-jaring kubus” (Subanji, 2013). Hal ini juga sesuai dengan penjelasan Goos (2004) bahwa dalam pembelajaran matematika perlu melibatkan siswa untuk menemukan konsep sendiri.

DAFTAR RUJUKAN

- Bingolbali, E.; Akkoç, H.; Ozmantar, M.F.; & Demir, S., 2010. Pre-Service and In-Service Teachers' Views of the Sources of Students' Mathematical Difficulties. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. Vol 6 no 1, pp. 41-59.
- Bray, W.S., 2011. A Collective Case Study of the Influence of Teachers' Beliefs and Knowledge on Error-Handling Practices During Class Discussion of Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*. Number 1 Vol 42, pp. 2 – 38.
- Brodie, Karin, 2010. *Teaching Mathematical Reasoning in Secondary School Classrooms*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
- Gal, H., & Linchevski, L., 2010. To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educ Stud Math* (2010) 74, pp.163–183.

Di sela-sela kegiatan belajar siswa, G5 memonitoring dan memberi *scaffolding* dengan mengarahkan siswa untuk menemukan bermacam-macam jaring-jaring kubus. Dalam kegiatan diskusi terjadi *sharing*, berdebat, bernegosiasi antar siswa dan membuat keputusan jawaban yang harus diajukan sebagai hasil kerja kelompok. Spilkova (2001), Skot (2009), dan Magiera & Zawojewski (2011) menegaskan perlunya interaksi berpikir siswa dalam diskusi kelompok untuk menghasilkan jawaban yang mencerminkan keputusan bersama. Hal ini menunjukkan adanya internalisasi nilai-nilai pengetahuan ke dalam perilaku dan menjadi karakter diri, yakni siswa menjadi orang yang bersifat terbuka, menghargai pendapat orang lain, dan mengambil keputusan berdasarkan kesepakatan.

Di kegiatan penutup, G5 meminta siswa menyajikan hasil kerjanya dan mendiskusikan secara klasikal. Akhirnya siswa memperoleh berbagai model jaring-jaring kubus. Dalam praktiknya, G5 telah membangun dan memicu terjadinya interaksi siswa-siswa dan guru-siswa serta melibatkan siswa secara aktif dalam kegiatan akhir pembelajaran.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan (1) ada peningkatan penguasaan materi matematika 39,45 poin dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah 47,48; (2) ada peningkatan kemampuan pedagogik mencakup penguasaan: pembelajaran 25 poin, assesmen pembelajaran 32,5 poin, media pembelajaran 42,25 poin, menindaklanjuti kasus kesalahan konsep matematika 27,5 poin; dan (3) ada peningkatan skor rata-rata praktik pembelajaran: memotivasi siswa dari cukup (2,85) menjadi baik (4,30), memanfaatkan media dari cukup (2,60) menjadi sangat baik (4,65), melaksanakan pembelajaran bermakna dari cukup (2,55) menjadi baik (4,42), membangun interaksi dari cukup (3,1) menjadi sangat baik (4,75), dan mengatasi masalah dari cukup (3,12) menjadi baik (4,35).

- Goos, M. 2004. Learning Mathematics in Classroom Community of Inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol 35 Number 4, pp. 258-291.
- Hill, B. & Schilling, 2008. Unpacking PCK: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic Specific Knowledge of Students. *Journal for Research of Mathematics Education*. Vol. 39 No 4, pp. 372-400.
- Lannin, J.K.; Webb; M., Chval, K.; Arbaugh, F.; Hicks, S.; Taylor, C., & Bruton, R., 2013. The Development of Beginning Mathematics Teacher Pedagogical Content Knowledge. *Journal Math Teacher Educ*, 16, pp. 46-63.
- Lesh R. & Zawojewski J.S., 2007. Problem Solving and Modeling. In F. K. Lester Jr. (Ed). *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp.763-804). Charlotte, NC: Information Age.
- Magiera, M.T. & Zawojewski, J.S., 2011. Characterizations of Social-Based and Self-Based Contexts Associated With Students' Awareness, Evaluation, and Regulation of Their Thinking During Small-Group Mathematical Modeling. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 42. No. 5, pp. 486 - 520.
- Marsigit, 2007. Mathematics Teachers' Professional Development through Lesson Study in Indonesia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2007, 3(2), pp. 141-144.
- NCTM. 2000. *Prinsiple and Standards for School Mathematics*. Reston: The National Council of Teacher Mathematics, Inc.
- Niess, M.L., 2005. Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*. Vol 21, pp. 509-523.
- Pape, J., 2004. Middle School Children's Problem Solving Behavior: A Cognitive Analysis from a Reading Comprehension Perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol 35 Number 3, pp: 187-219.
- Sandt, S., 2007. Research Framework on Mathematics Teacher Behaviour: Koehler and Grouws' Framework Revisited. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), pp. 343-350.
- Shein, P.P., 2012. Seeing With Two Eyes: A Teacher's Use f Gestures in Questioning and Revoicing to Engage English Language Learner in Reapir of Mathematical Errors. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol 43 no 22, pp 182-222.
- Skot, J, 2009. Contextualising the notion of 'belief enactment'. *Journal Math Teacher Educ*, 12, pp. 27-46.
- Spilkova, V. 2001. Professional development of teachers and student through reflection of practice. *The New Hampshire Journal of Education*, 4, pp. 9-14.
- Subanji & Isnandar, 2010. Meningkatkan Profesionalisme Guru Sekolah Dasar melalui Teachers Quality Improvement Program (Teqip) Berbasis Lesson Study. *J Teqip – Jurnal Peningkatan Kualitas Guru*. Vol. 1. Nomor 1: 1-11.
- Subanji & Nusantara, T., 2013. Karakterisasi Kesalahan Berpikir Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) dalam Mengonstruksi Konsep Matematika. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. Vol 19 No 2, pp. 208-217.
- Subanji, 2012. Pengembangan Aktivitas Matematika Problem Solving Mengacu pada *Meaning Based Approach*. *J Teqip – Jurnal Peningkatan Kualitas Guru*. Vol. 3. Nomor 2, pp. 1-12.
- Subanji, 2013. Revitalisasi Pembelajaran Bermakna dan Penerapannya dalam Pembelajaran Matematika Sekolah. *Prosiding Seminar Nasional Teqip*. Universitas Negeri Malang, pp. 685-693.
- Turnuklu, S. Y., 2007. The Pedagogical Content Knowledge in Mathematics: Preservice primary mathematics Teachers' Perspectives in Turkey. *IUMPST Journal*. Vol 1, pp. 1 – 13.
- Yoshida, M. (1999). *Lesson Study: A Case Study of a Japanese Approach to Improving Instruction Through School-Based Teacher Development*. Disertasi Doktoral tidak diterbitkan, The University of Chicago.