

Geometri Sekolah Dasar dan Pengajarannya: Suatu Pola Penyajian Berdasarkan Teori Piaget dan Teori van Heile

M.S. Kahfi

Abstract: Content and techniques of its presentation are currently the two basic problems in the elementary school geometry. No serious solution to the problems may make the position of geometry in the curriculum weak which in turn leads to the students' poor mastery of geometry. Sufficient content of Geometry should now be included appropriately in the curriculum by considering the intellectual developmental stages of the students and relevant learning theories. In this case, Piaget's theories of cognitive development and van Heile's geometry learning theories should be considered in solving the problems.

Keywords: Geometri SD, teori Piaget, teori van Heile.

Geometri merupakan satu-satunya cabang matematika yang sudah diakrabi oleh anak sejak lahir karena geometri ada di mana-mana di hampir semua obyek visual. Geometri dapat ditemukan pada desain bangunan, alam sekitar, bentuk penciptaan karya seni dan hampir semua kerja mesin. Sejak bayi, manusia bergelimang dengan penerapan geometri.

Kepedulian terhadap konsep-konsep geometri membutuhkan kemampuan anak dalam melakukan penelaahan terhadap lingkungan tentang kesebangunan, kesamaan, konsistensi dan lain-lain. Kepedulian semacam ini merupakan dasar yang penting bagi kematangan penelaahan dan pembentukan kemampuan pembuktian secara formal nantinya. Memahami konsep geometri secara tepat dan

M.S. Kahfi adalah dosen Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA IKIP MALANG

benar membantu seseorang dalam mempresentasikan dan menggambarkan dunia sekitar secara urut teratur.

Melihat posisi strategis geometri sebagaimana diuraikan di atas, geometri semestinya merupakan materi yang perlu mendapatkan perhatian utama, khususnya di tingkat Sekolah Dasar (SD). Seharusnya geometri merupakan materi yang diberikan di SD dengan cara yang tepat dan benar. Hal ini terkait dengan isi program pengajaran matematika dalam kurikulum SD, geometri yang tepat yang seharusnya diberikan, kesesuaian antara materi dan tingkat perkembangan siswa, dan teori-teori belajar yang digunakan.

Di pihak lain ditemukan keadaan yang tidak mendukung bagi perkembangan pengajaran geometri, di Indonesia khususnya, dan di dunia pada umumnya. Para pakar yang menaruh kepedulian terhadap pengajaran geometri sering mengeluhkan kondisi geometri yang demikian ini. Allendoerfer (dalam Usiskin, 1987:17) mengungkapkan:

The mathematical curriculum in our elementary and secondary school faces a serious dilemma when it comes to geometry. It is easy to find fault with the traditional course in geometry, but sound advice on how to remedy these difficulties is hard to come by curricular reform groups at home and abroad have tackled the problem, but with singular lack of success or agreement. We are, therefore, under pressure to "do something" about geometry; but what shall we do?

Lebih jauh Allendoerfer (dalam Usiskin, 1987:23) mengungkapkan keprihatinannya: "in geometry there not even agreement to what the subject is about. Oswald Veblen said, quite seriously, that 'geometry is what geometers do'". Russel dan Bologna (1987:13) menyatakan bagaimana posisi geometri dalam kurikulum, "what is the most neglected area of the elementary school mathematics curriculum? The answer, probably, is geometry". Selanjutnya Usiskin menyatakan bagaimana kesulitan meramu materi geometri yang cocok untuk diberikan kepada siswa: "Although the goals of geometry haven been the subject of more articles in past year than the goals of algebra, geometry seem to be more difficult area on which to get consensus" (1995:160)

PANDANGAN TEORI PIAGET DAN TEORI VAN HEILE TENTANG GEOMETRI DI SD

Dalam pandangan Piaget, yang pertama dikenal oleh anak adalah bentuk-bentuk topologis (Copeland, 1974:210; Pulaski, 1980:15). Dalam pandangan

anak, manusia dan obyek-obyek lain bukanlah sesuatu yang tetap dan tidak berubah, tetapi berganti-ganti bergantung dari mana dia memandang. Dengan kata lain, pandangan anak pada dunia sekitarnya adalah pandangan topologis. Dalam pandangan anak, konsep tentang dunia sekitar bermula dari pandangan topologis.

Topologi merupakan perkembangan lebih lanjut dari geometri setelah geometri Euclides dan geometri proyektif yang mulai berkembang pada abad XIX. Topologi membicarakan hubungan-hubungan spasial (*spatial relationship*) dan bentuk-bentuk yang tanpa ukuran atau tanpa permukaan. Secara topologis, suatu bangun tidaklah harus berbentuk permukaan kaku dan tetap sebagaimana dalam geometri Euclides. Lebih dari itu, suatu permukaan dapat diubah-ubah sehingga dapat berbentuk lain.

Jauh sebelum seorang anak masuk sekolah dasar, dalam dirinya telah terbentuk pemahaman secara intuitif tentang ruang. Pemahaman tentang ruang pada dasarnya adalah pemahaman spasial anak terhadap dunianya. Pada masa-masa seperti ini pemikiran anak-anak didominasi oleh interpretasi yang mereka berikan kepada pengalaman mereka dari melihat, mendengar, meraba, bergerak dan sebagainya, jadi didominasi oleh persepsi mereka tentang ruang. Dikaitkan dengan pandangan Piaget, maka persepsi spasial merupakan kemampuan yang sudah terbentuk sejak lahir. Persepsi spasial adalah kemampuan-kemampuan untuk (1) memahami dan membedakan stimulus dalam dan dari ruang; dan (2) menginterpretasikan stimulus-stimulus tersebut dengan cara menggabungkannya dengan pengalaman-pengalaman sebelumnya (Del Grande, 1987:126).

Dikaitkan dengan sifat anak yang masih egosentris, empat hubungan topologis kedekatan (*proximity*), pemisahan (*eparation*), urutan (*order*) dan ketertutupan (*enclosure*) cocok untuk anak-anak pra-sekolah dan anak sekolah dasar tingkat awal (Copeland, 1974:214; Kennedy dan Tipps, 1994:225). Kedekatan mengacu kepada lokasi sebuah obyek dalam ruang dan seberapa kedekatan sebuah obyek dengan yang lainnya. Pada dasarnya anak-anak yang masih kecil tertarik dengan sesuatu yang dekat kepada mereka, karena mereka dapat meraih dan memanipulasikannya. Anak asyik berbuat yang dapat menolong mereka untuk menyadari bahwa sesuatu yang di luar pandangan mata tetap ada (tidak berarti tidak ada) dan menentukan lokasi benda dalam ruang. Pengalaman pertama dengan hubungan-hubungan spasial dan konsep-konsep tentang *dekat*, *jauh*, *tertutup*, *di bawah*, *di atas*, *pada*, *di samping*, *di antara*, *di depan* dan sebagainya, berasal dari pengalaman sehari-hari anak dan aktivitas bermain.

Meskipun anak-anak sudah mengerti pemisahan, mereka masih belum dapat secara jelas menggambarkan sebuah obyek terpisah atau tergabung sebagaimana keadaan yang sebenarnya. Dalam pikiran anak, semua bagian adalah sama, merupakan sebuah kesatuan yang bulat. Urutan suatu peristiwa bisa berawal dari awal menuju akhir atau berasal dari akhir menuju awal. Berkembangnya pandangan tentang arah kebalikan atau arah berlawanan merupakan kemampuan berpikir jenis lain, yakni anak-anak belajar melalui bekerja dengan benda-benda.

Ketertutupan memuat pengertian posisi titik di antara titik yang lain. Misalnya letak sebuah titik di antara titik yang lain pada sebuah garis. Sebuah titik dalam kurva tertutup pada sebuah bidang dan letak sebuah titik dalam bangun tiga dimensi yang tertutup juga termasuk dalam pengertian ketertutupan ini.

Berkaitan dengan pentingnya kemampuan spasial bagi anak, Kennedy dan Tipps (1994:386-387) mengemukakan:

Knowledge of geometry enhances children's understanding of their world. Kindergartners and primary-grade children who develop good spatial abilities through activities..... dealing with proximity, separation, order, and enclosure can comprehend their surroundings, better than children whose spatial abilities are less developed. Children's understandings of pictures and diagrams used in textbooks to portray important mathematical concepts are usually the result of their poor spatial abilities.

Banyak topik dan kemampuan di SD bergantung pada pandangan spasial anak. Pembagian, pengurangan, estimasi, bilangan asli positif dan negatif pada garis bilangan, membaca peta dan banyak konsep ilmu pengetahuan alam dan sosial memerlukan kemampuan kualitas spasial. Manipulasi obyek dalam ruang juga memberikan dasar bagi pemahaman aljabar, trigonometri, kalkulus dan banyak topik matematika lanjut yang menuntut berpikir spasial.

Pengalaman anak tentang dunia sekitar dan pandangan topologisnya terhadap benda-benda dan orang lain akan memberikan dasar-dasar kognitif untuk belajar geometri lebih lanjut. Pengalaman semacam ini semestinya dimanfaatkan dan dikembangkan dalam rangka belajar geometri pada tingkat berikutnya. Materi geometri di SD harus mempertimbangkan pengalaman anak sedemikian rupa sehingga tidak terjadi loncatan dari cara pandang topologis anak sebelumnya, terutama kemampuan hubungan-hubungan spasial.

Sesuai dengan teori perkembangan intelektual Piaget, anak-anak SD berada pada periode operasi konkrit. Selama usia SD, berpikir anak tentang matematika masih berdasarkan pada benda-benda konkrit dan situasi nyata. Anak SD pada kelas rendah belajar matematika dengan berpikir informal, meraba dan menduga-duga. Anak-anak pada kelas yang lebih tinggi memiliki kemampuan untuk bernalar lebih abstrak, tetapi masih bergantung pada penyajian konkrit dari matematika yang dipelajarinya. Operasi konkrit menunjuk kenyataan hubungan antara pengalaman empiris-logis yang lampau, masih kesulitan dalam mengambil kesimpulan logis dari pengalaman-pengalaman khusus.

Periode operasi konkrit ditandai oleh kemampuan berpikir logis, mengorganisasikan pikirannya agar menyatu, memandang struktur secara total dan menyusun semuanya itu dalam hubungan-hubungan yang hirarkis. Karakteristik struktur intelektual anak pada periode ini telah mampu memahami konsep struktur grup (Pulaski, 1980:57). Ini berarti bahwa anak pada periode ini telah mampu memahami kombinasivitas atau klasifikasi, asosiativitas, identitas dan reversibilitas. Di samping itu, karakteristik lain pada periode ini adalah adanya pemahaman terhadap korespondensi 1-1 dan kesadaran adanya prinsip-prinsip konservasi (Hudojo, 1988:46-47). Di antara beberapa macam konservasi (substansi, panjang, bilangan, cairan dan luas), pemahaman terhadap konservasi luas adalah yang paling akhir dikuasai oleh anak, yaitu sekitar umur 9-10 tahun (Dworetzky, 1990:256).

Mendasarkan pada teori van Heile, seseorang akan melalui lima tingkatan hirarkis pemahaman di dalam belajar geometri (Battista dan Clements, 1995: 50; Crowley, 1988:105; D'Augustine dan Smith, 1992:276; Troutmant dan Lichtenberg, 1986:251; Van de Walle, 1994:325). Setiap tingkat menunjukkan proses berpikir yang digunakan seseorang dalam belajar pada konteks geometri. Tingkatan-tingkatan itu menunjukkan bagaimana seseorang berpikir dan tipe ide geometri apa yang dipikirkan. Jadi, bukan menunjuk seberapa banyak pengetahuan yang dimiliki oleh seseorang; karena adakalanya seseorang sudah memasuki sekolah menengah tetapi tingkat berpikir geometrinya masih tingkat paling rendah.

Tingkat 0: Visualisasi

Anak mengenal bentuk-bentuk geometri semata-mata didasarkan pada karakteristik visual atau penampakan bentuknya. Mereka dapat mengidentifikasi suatu bentuk dan bahkan dapat mereproduksinya. Mereka tahu bahwa suatu bangun adalah bujursangkar karena "kelihatan seperti bujursangkar-seperti ubin lantai".

Tingkat 1: Analisis

Anak mulai melihat karakteristik khusus dari sebuah bangun. Mereka menyadari bahwa karakteristik tertentu menyusun suatu bangun yang merupakan bagian dari bangun lain. Mereka mengetahui bahwa suatu bangun adalah segitiga karena "merupakan bangun tertutup dan terbuat dari tiga ruas garis".

Tingkat 2: Deduksi Informal

Anak melihat pada sifat-sifat dalam beberapa bangun dan menyadari nilai suatu definisi. Bagian dari kategori-kategori telah teridentifikasi. Murid menemukan bahwa "segitiga sama sisi adalah sama kaki karena segitiga sama sisi mempunyai dua sisi yang kongruen". Pada tingkat ini anak mengikuti dan menyadari alasan deduktif informal, penalaran logis informal telah disadari. Kesadaran tentang struktur aksioma dari sistem deduksi formal telah ada tetapi masih belum disadari sepenuhnya.

Tingkat 3: Deduksi

Anak sudah mampu menyusun bukti, tidak sekadar mengungkap kembali apa-apa yang ditangkap. Struktur dari sistem aksioma yang lengkap dengan aksioma, definisi, teorema, akibat dan postulat yang secara implisit ada pada tingkat 2, sekarang menjadi obyek yang eksplisit pada pemikiran anak pada tingkat ini. Anak pada tingkat ini secara jelas melihat bahwa diagonal-diagonal bujursangkar saling membagi sama dan dapat menyadari perlunya membuktikannya melalui serangkaian alasan deduktif. Anak pada tingkat 2 (dua) dapat mengikuti alasan tetapi tidak mampu menyadari perlunya bukti. Tingkat ini biasanya terdapat pada murid sekolah tingkat atas.

Tingkat 4: Rigor

Geometri diterima sebagai sebuah sistem logis yang abstrak. Seseorang dapat menyadari struktur dari sistem aksiomatik, dan membandingkan sistem-sistem geometri yang berbeda. Pada umumnya tingkat ini merupakan tingkatan ahli matematika yang mempelajari geometri sebagai cabang matematika.

Dari deskripsi lima tingkatan teori van Heile dapat dilihat bahwa apa yang masih implisit di dalam tingkat sebelumnya, menjadi hal-hal yang eksplisit dalam pikiran pada tingkat berikutnya. Teori van Heile memiliki karakteristik sebagai berikut ini.

Pertama, tingkatan pemikiran individu tentang geometri menurut pandangan Van Heile adalah berurutan. Untuk mencapai suatu tingkat di atas tingkat

0, seseorang harus melalui tingkat sebelumnya. Ini berarti, seseorang yang maju melalui satu tingkat haruslah mempunyai pengalaman berpikir geometri pada tingkat itu.

Kedua, tingkatan van Heile tidak bergantung pada umur, sebagaimana periode perkembangan intelektual Piaget. Itu sebabnya, seseorang siswa sekolah menengah atas mungkin masih dalam tingkat 0 menurut versi van Heile, meski sudah memasuki periode operasi formal menurut Piaget.

Ketiga, pengalaman geometri merupakan faktor tunggal yang mempengaruhi peningkatan tingkatan. Aktivitas-aktivitas yang memungkinkan anak mengeksplorasi, berbicara dan berinteraksi dengan materi pada tingkat berikutnya merupakan kesempatan terbaik untuk meningkatkan tingkat anak.

Keempat, apabila pengajaran atau bahasa yang digunakan yang sebenarnya untuk tingkat yang lebih tinggi dari yang dimiliki oleh siswa, maka belajar yang sebenarnya tidak dapat terjadi. Berkaitan dengan bahasa dan simbol, van Heile (Crowley, 1987:4) menyatakan "setiap tingkat memiliki simbol-simbol bahasa sendiri dan sistem relasi sendiri dalam menghubungkan sistem-sistem tersebut". Seseorang mungkin dapat menyimpan dalam memorinya suatu pembuktian geometri, tetapi gagal menyusun langkah-langkahnya; atau tidak mengerti alasan-alasan yang diperlukan.

Menurut pandangan van Heile, kecepatan melampaui tingkatan-tingkatan lebih banyak bergantung pada pembelajaran yang diperoleh daripada umur atau kematangan. Dengan demikian metode dan pengorganisasian pembelajaran, sebagaimana isi dan materi yang digunakan, merupakan daerah yang penting dalam pedagogi. Untuk itu van Heile mengusulkan lima tahap belajar yang berurutan: inkuiri, orientasi terarah, uraian, orientasi bebas dan integrasi (Crowley, 1987:5; D'Augustine dan Smith, 1992:177; Schoenfeld, 1986:251-252).

Tahap 1: Inkuiri/Informasi (Inquiry/Information)

Pada tahap ini, guru dan murid mengupayakan pembicaraan dan aktivitas tentang obyek-obyek yang dipelajari. Pengamatan harus dibuat, pertanyaan harus dimunculkan dan perbendaharaan khusus untuk tingkat ini dikenalkan. Guru mendorong murid untuk berbicara, mengarahkan murid untuk meneliti bagaimana obyek-obyek itu sama dan mengapa obyek-obyek itu berbeda.

Tahap 2: Orientasi terarah (Directed Orientation)

Murid meneliti topik pelajaran melalui materi yang telah disusun-urut oleh guru. Guru mengarahkan murid untuk meneliti karakteristik khusus dari obyek-obyek yang dipelajari.

Tahap 3: Uraian (Explication)

Guru mendorong murid untuk saling membagi persepsi tentang struktur yang diamati dengan menggunakan keterampilan bahasanya sendiri. Berdasarkan pengalaman terdahulu murid, mereka mengekspresikan dan mengubah pandangannya tentang struktur yang diamati. Jadi, tidak sekadar membantu murid menggunakan bahasa yang akurat. Keterlibatan guru dalam hal ini harus sesedikit mungkin.

Tahap 4: Orientasi Bebas (Free Orientation)

Murid mendapatkan tugas-tugas yang lebih kompleks yaitu tugas dengan banyak langkah, tugas yang dapat diselesaikan dalam banyak cara dan tugas-tugas terbuka yang dapat diselesaikan sambil mereka diarahkan dalam menggunakan materi untuk menyelesaikan tugas, setiap murid bekerja dengan caranya sendiri-sendiri.

Tahap 5: Integrasi (Integration)

Tahap pembelajaran ini dirancang untuk membuat *review* dan ringkasan. Murid membuat *review* dan ringkasan terhadap apa yang telah mereka pelajari. Maksud dari tahap ini bukan meneliti suatu ide baru, tetapi mencoba untuk mengintegrasikan apa yang telah diteliti dan didiskusikan.

PERAN GEOMETRI DALAM MATEMATIKA

Agaknya tema baku yang tersirat dalam *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* yang direkomendasikan oleh *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)* di Amerika Serikat perlu dicermati. Berkaitan dengan pengembangan kurikulum matematika, ada empat tema yang lekat dengan pengajaran matematika di SD, yaitu matematika sebagai pemecahan masalah, matematika sebagai komunikasi, matematika sebagai penalaran, dan keterkaitan matematika (van de Walle, 1994:3). Tampaknya, penetapan standar itu dimaksudkan untuk mengantisipasi kehidupan abad XXI, abad informasi dan globalisasi.

Pemecahan masalah hendaknya menjadi titik fokus kurikulum. Ini berarti, belajar matematika tidak sekadar "belajar" saja tetapi lebih banyak menyelesaikan persoalan nyata yang terjadi. *Komunikasi* menunjuk kepada pentingnya siswa dapat berbicara, menuliskan, menggambarkan, dan menyelesaikan ide-ide matematik. *Penalaran*, yang dalam kenyataannya terintegrasi dalam pemecahan masalah, hendaknya menjadi bagian aktivitas pengajaran matematika. Manakala

penalaran menjadi bagian dari matematika, siswa akan belajar bahwa matematika bukan sekadar kumpulan hukum-hukum yang berdiri sendiri, tetapi merupakan sebuah sistem yang memberikan suatu pemahaman yang dapat diungkapkan. *Keterkaitan* menunjuk kepada tiga aspek yaitu keterkaitan di antara ide-ide matematik, keterkaitan dengan bidang studi lain, dan keterkaitan dengan dunia nyata.

Van de Walle (1994:325) mengungkap lima alasan mengapa geometri sangat penting untuk dipelajari. *Pertama*, geometri membantu manusia memiliki apresiasi yang utuh tentang dunianya. Geometri dapat dijumpai dalam sistem tata surya, formasi geologi, kristal, tumbuhan dan tanaman, binatang, sampai kepada karya seni arsitektur dan hasil kerja mesin. *Kedua*, eksplorasi geometrik dapat membantu mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Lebih jauh lagi Milauskas (1987) menegaskan bahwa soal geometri yang kreatif dapat menuntun terbentuknya penyelesaian masalah yang kreatif. *Ketiga*, geometri memainkan peranan utama dalam bidang matematika lainnya. Sebagai contoh, konsep pecahan seringkali dikaitkan dengan bentuk-bentuk geometrik, soal-soal penyelesaian misalnya sering menggunakan bentuk-bentuk geometri. *Keempat*, geometri digunakan oleh banyak orang dalam kehidupan mereka sehari-hari. *Kelima*, geometri penuh teka-teki dan menyenangkan.

Usiskin (1995:160) memberikan tiga alasan mengapa geometri perlu diajarkan. *Pertama*, geometri satu-satunya yang dapat mengaitkan matematika dengan bentuk fisik dunia nyata. *Kedua*, geometri satu-satunya yang memungkinkan ide-ide dari bidang matematika yang lain untuk digambar. *Ketiga*, geometri dapat memberikan contoh yang tidak tunggal tentang sistem matematika.

Sementara itu Kennedy dan Tipps (1994:387) memberikan tiga alasan mengapa geometri perlu dipelajari. *Pertama*, geometri meningkatkan pemahaman anak tentang dunianya, yang berakibat dapat meningkatkan kemampuan spasialnya, pada akhirnya akan mempengaruhi kemampuan seseorang dalam memahami gambar atau diagram dalam buku teks yang berkaitan dengan konsep-konsep matematika yang ada. *Kedua*, penalaran dan komunikasi adalah dua hal yang lekat dalam belajar geometri. Aktivitas dan material (benda konkrit untuk alat bantu pengajaran) menuntut anak-anak menggambarkan bentuk-bentuk geometrik dan menggeneralisasikannya, mencari pola, mengorganisasikan data, dan menarik kesimpulan. Geometri dapat mengaitkan matematika dengan dunia nyata. *Ketiga*, banyak topik dan keterampilan di SD bergantung kepada pemahaman spasial anak.

Dari apa yang telah dikemukakan, tampaknya peran geometri di jajaran bidang studi matematika sangat kuat, bukan saja karena geometri mampu mem-

bina proses berpikir anak tetapi juga sangat mempengaruhi bidang lain dalam matematika. Karena itu tidaklah berlebihan jika tujuan pelajaran geometri di waktu yang lampau adalah *to train the mind, to develop critical thinking*, dan *to teach the student to reason* (Usiskin, 1995:161).

Oleh karena itu, seharusnya geometri menempati posisi strategis dalam kurikulum SD. Pemilihan topik-topik dalam geometri mestinya dilakukan secara hati-hati dan serius, bukan sekadar "memenuhi formalitas pokoknya ada". Pola pendekatan geometri SD haruslah cocok dan sesuai untuk anak usia SD.

POSISI GEOMETRI DALAM KURIKULUM SD TAHUN 1994

Pokok bahasan geometri dalam GBPP kurikulum SD tahun 1994 (Depdikbud, 1993a) dapat dikemukakan kembali sebagai berikut ini.

Kelas Satu

Cawu I: -. **Cawu II:** (1) Bangun Datar: Lingkaran dan persegi (mengenal dan menggambar), (2) Bangun Ruang: Bola dan Tabung (Mengenal). **Cawu III:** Luas

Kelas Dua

Cawu I: -. **Cawu II: -.** **Cawu III:** (1) Bangun Datar: Segi empat (mengenal), (2) Bangun Ruang: Kubus dan Balok (Mengenal), (3) Luas

Kelas Tiga

Cawu I: -. **Cawu II:** (1) Bangun Datar: Sudut (Mengenal), (2) Bangun Datar: Persegi dan Persegi Panjang (Mengenal dan Menggambar). **Cawu III:** Bangun Ruang: Prisma tegak, Limas, dan Kerucut (Mengenal).

Kelas Empat

Cawu I: -. **Cawu II:** (1) Keliling Bangun Datar (Mengenal), (2) Pencerminan dan Sumbu simetri (Mengenal) **Cawu III:** (3) Trapesium dan Jajar Genjang (Mengenal dan menggambar), (4) Sudut (Mengenal dan menggambar), (5) Segitiga (Mengenal dan menggambar), (6) Membentuk Bangun, (5) Bangun Ruang: Prisma Tegak, Kubus, Balik, Limas, Kerucut, Tabung, Bola (Mengenal dan menggambar)

Kelas Lima

Cawu I: Luas dan Keliling (Mengenal). **Cawu II:** (1) Simetri Lipat dan Pencerminan (Mengenal dan menggambar), (2) Bangun Datar (Mengenal dan meng-

gambar), (3) Pengubinan (Menenal), (4) Luas dan Keliling (Menenal), (5) Kedudukan (Menenal dan menggambar). Cawu III: (1) Bangun Datar (Menenal dan menggambar), (2) Simetri putar (Menenal dan menggambar), (3) Bangun Ruang: Tabung, Limas, dan Kerucut (Menenal dan menggambar), (4) Volume (Menenal).

Kelas Enam

Cawu I: Luas. Cawu II: (1) Bangun datar (Menenal dan menggambar), (2) Pencermian (Menenal dan menggambar), (3) Menentukan Letak (Menenal dan menggambar), (4) Bangun Ruang (Menenal dan menggambar), (5) Volume. Cawu III: (1) Luas dan Keliling, (2) Volume,

Berdasarkan materi geometri yang ada dalam kurikulum SD tahun 1994 di atas dapat ditarik kesimpulan berikut ini: (1) penyajian geometri di SD Mengikuti pola: Datar $\rightarrow$ Ruang; (2) dilihat dari sudut pandang teori van Heile, pengajaran geometri di SD masih untuk konsumsi anak yang mempunyai tingkat 0 (visualisasi), karena geometri yang disajikan berdasarkan GBPP lebih menekankan pengenalan bentuk-bentuk geometri; (3) dikaitkan dengan pandangan teori Piaget tentang kemampuan spasial anak, maka aktor utama yang berperan dalam memberikan "warna" geometri di SD adalah pengajar. Apabila guru terjebak dalam pengajaran geometri formal-deduktif aksiomatik, maka tujuan pengajaran geometri di SD tidak dapat mengenai sasarannya.

Tiga kesimpulan di atas sudah cukup memberikan gambaran bagaimana lemahnya posisi geometri dalam kurikulum SD tahun 1994. Posisi yang demikian lemah ini bisa jadi karena tujuan mata pelajaran matematika di SD lebih mengarah kepada keterampilan berhitung, sebagaimana yang tersirat dalam rumusan tujuannya dalam Kurikulum Pendidikan Dasar 1994.

Mata pelajaran matematika berfungsi untuk mengembangkan kemampuan berkomunikasi dengan menggunakan bilangan dan simbol-simbol serta ketajaman penalaran yang dapat membantu, memperjelas dan menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Di SD diutamakan agar siswa menenal, memahami serta mahir menggunakan bilangan dalam kaitannya dengan praktek kehidupan sehari-hari (Depdikbud, 1993b).

POLA PENDEKATAN ALTERNATIF PENGAJARAN GEOMETRI DI SD

Teori van Heile lambat laun semakin memberikan pengaruh yang kokoh terhadap pengajaran geometri di sekolah. Uni Soviet dan Amerika Serikat adalah contoh negara yang merombak kurikulumnya, khususnya untuk geometri, ber-

dasarkan pandangan van Heile ini (Crowley, 1987:1). Uni Soviet merupakan negara yang cepat tanggap terhadap hasil kerja van Heile. Pada 1960-an Uni Soviet merombak kurikulumnya karena pengaruh teori van Heile, sedang pengaruh teori van Heile di Amerika Serikat baru terasa mulai tahun 1970-an. Demikian juga teori perkembangan intelektual Piaget telah menunjukkan pengaruhnya yang kuat kepada pengajaran matematika di sekolah.

Teori perkembangan intelektual Piaget dan teori perkembangan berpikir geometri van Heile memiliki kesamaan dan perbedaan. Persamaan kedua teori adalah adanya prinsip penahapan. Teori Piaget menekankan adanya penahapan hirarki dari perkembangan intelektual. Teori van Heile menekankan penahapan hirarkis dalam berpikir geometri. Kedua teori sama-sama sepakat bahwa untuk sampai pada tahap tertentu, seseorang harus melalui tahap sebelumnya.

Perbedaan kedua teori terutama dapat dilihat pada faktor pengaruh. Meskipun umur bukan merupakan faktor yang menentukan perkembangan mental dalam teori Piaget, faktor kematangan, pengalaman, transmisi sosial dan keseimbangan memberikan indikasi kuat bahwa *umur* memegang peranan di dalam perkembangan intelektual anak. Berbeda dengan pandangan Piaget, van Heile menyatakan bahwa perkembangan tingkat berpikir geometri bukan bergantung kepada umur. Teori van Heile lebih menunjuk kepada kemampuan proses berpikir yang digunakan oleh seseorang dalam konteks belajar geometri. Tingkatan itu menunjukkan bagaimana seseorang berpikir dan tipe ide geometri apa yang dipikirkan. Pengalaman geometri merupakan faktor tunggal yang dapat mempengaruhi peningkatan tingkat.

Tampaknya penggabungan teori Piaget dan teori van Heile dalam pengajaran geometri di SD akan memberikan hasil yang baik. Menurut Piaget, penyajian materi geometri pada siswa SD awal harus memperhatikan tingkat kognitif anak. Sementara itu teori van Heile akan banyak menekankan aktivitas-aktivitas yang harus dirancang oleh guru. Dengan kata lain, bagaimana guru memilih materi dan bagaimana guru merancang aktivitas belajar menjadi titik fokus dari penerapan kedua teori tersebut.

Implikasi kedua teori pada pembelajaran di SD terutama adalah kepada materi geometri yang diajarkan, dan aktivitas yang perlu dikerjakan oleh siswa.

Materi Geometri SD: Geometri Informal

Sesuai dengan karakteristik berpikir anak SD menurut Piaget, maka geometri yang pantas untuk konsumsi mereka adalah geometri informal. Geometri informal lebih menekankan hakikat aktivitas geometri daripada menekankan

tujuan atau muatan kurikulum geometri (Van de Walle, 1994:324). Geometri informal ditekankan untuk mengembangkan pandangan spasial anak, perasaan-perasaan intuitif pada lingkungan anak dan obyek-obyek di antara mereka.

Pemberian materi geometri di SD tidak boleh terjebak pada geometri formal-deduktif-aksiomatik. Konsep topologi harus diletakkan pada urutan tingkat utama. Ini berarti bahwa meskipun materi geometri di SD lebih tampak sebagai materi geometri Euclid, konsep-konsep topologis harus tetap lekat.

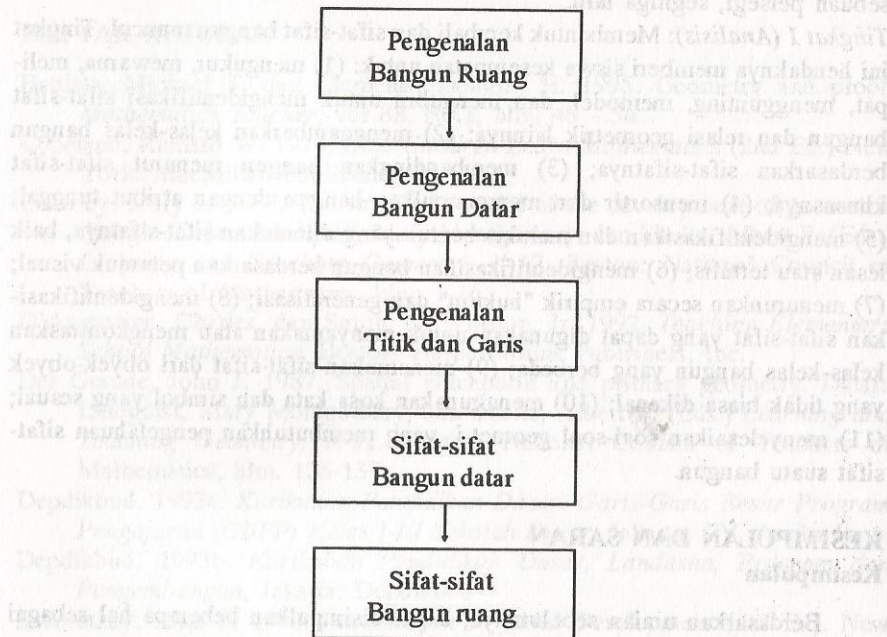
Aktivitas Belajar Geometri Informal

Untuk memahami geometri, anak-anak SD harus berbuat dan bekerja, bukan membaca. Pemberian materi di SD harus melibatkan anak secara mental dan fisik. Guru harus menyediakan pengalaman dan aktivitas yang kaya kepada murid-muridnya. Kemiskinan kreativitas dari guru dalam merancang pembelajaran geometri untuk anak SD akan menjadikan belajar tanpa arti.

Dengan tetap tidak menyimpang dari teori Piaget dan teori van Heile, dirasakan ada dua hal pokok yang perlu dicermati berkenaan dengan pengajaran geometri di SD.

Pada kelas satu SD, sebaiknya dikenalkan lebih dahulu bangun-bangun ruang, bukan bentuk geometri datar. Selanjutnya dikenalkan bentuk geometri datar. Ada tiga alasan mendasar mengapa dimunculkan alternatif ini. *Pertama*, sesuai dengan teori Piaget lingkungan anak adalah dimensi ruang. Interaksi anak dengan lingkungannya adalah interaksi dimensi keruangan. Menurut pandangan anak, bangun-bangun ruang adalah obyek alamiah yang sudah terbentuk dalam pikiran anak melalui interaksi dengan lingkungan. *Kedua*, pemberian bangun datar lebih dahulu menjadikan anak harus mentransformasikan pandangan spasial keruangan yang sudah diakrabi ke dimensi dua. Hal seperti ini justru menjadikan geometri sebagai hantaman di awal-awal belajar geometri. Keadaan menjadi semakin menghimpit manakala material yang digunakan dalam proses belajar-mengajar sebenarnya adalah bangun ruang juga yang dipaksakan. Bukankah peragaan konkrit bangun datar (seperti segitiga dari karton, lingkaran berupa uang logam) adalah bangun ruang dalam dimensi tiga? *Ketiga*, apabila bangun ruang sudah dikenal, maka pengenalan bangun datar menjadi lebih mudah. Dari bangun ruang itu dapat diturunkan bangun datar, selanjutnya unsur yang tak terdefinisi (titik dan garis) dapat dikenalkan. Dengan prinsip ini, maka pola penyajian bentuk-bentuk geometri menjadi sebagai berikut.

Gambar 1 Diagram Pola Penyajian Bentuk-bentuk Geometri



Pengajaran geometri di SD paling tidak harus mencapai tingkat 1 (analisis) menurut versi van Heile dengan aktivitas yang beraneka ragam. Dengan demikian, pengajaran geometri tidak terkesan monoton dan miskin aktivitas. Geometri menjadi materi yang mampu memainkan perannya dengan sebenarnya. Sebagai gambaran, kiranya hasil kerja Crowley (1987:7-10) berkaitan dengan pengalaman dasar geometri anak untuk tingkat 0 dan tingkat 1 dapat dipakai sebagai bandingan.

Tingkat 0 (visualisasi): Bentuk-bentuk geometri dikenalkan yang didasarkan kepada tampilan fisiknya secara utuh. Tingkat ini haruslah memberi kesempatan kepada siswa untuk: (1) memanipulasi, mewarna, melipat, dan membentuk bangun geometri; (2) mengidentifikasi relasi bentuk geometri atau relasi geometrik; (3) mendeskripsikan bangun geometri dan mengkonstruksikan cara verbal dengan menggunakan bahasa baku atau tidak baku yang sesuai; (4) mengerjakan soal yang dapat diselesaikan dengan mengatur bentuk, mengukur,

dan menghitung yaitu dengan mencari luas permukaan total dengan pengubinan dan penghitungan, serta menggunakan dua bentuk segitiga untuk membuat sebuah persegi, segitiga lain.

Tingkat 1 (Analisis): Membentuk kembali dan sifat-sifat bangun muncul. Tingkat ini hendaknya memberi siswa kesempatan untuk: (1) mengukur, mewarna, melipat, menggunting, memodel, dan mengubin untuk mengidentifikasi sifat-sifat bangun dan relasi geometrik lainnya; (2) menggambarkan kelas-kelas bangun berdasarkan sifat-sifatnya; (3) membandingkan bangun menurut sifat-sifat khususnya; (4) mensortir dan mengumpulkan bangun dengan atribut tunggal; (5) mengidentifikasikan dan melukis bentuk yang ditentukan sifat-sifatnya, baik lesan atau tertulis; (6) mengidentifikasikan bangun berdasarkan petunjuk visual; (7) menurunkan secara empirik "hukum" dan generalisasi; (8) mengidentifikasikan sifat-sifat yang dapat digunakan untuk menyamakan atau mengkontraskan kelas-kelas bangun yang berbeda; (9) menemukan sifat-sifat dari obyek-obyek yang tidak biasa dikenal; (10) menggunakan kosa kata dan simbol yang sesuai; (11) menyelesaikan soal-soal geometri, yang membutuhkan pengetahuan sifat-sifat suatu bangun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: (1) geometri memegang peranan yang penting dalam pengajaran matematika SD, terutama yang berkenaan dengan kemampuan spasial; (2) faktor pengalaman geometri menjadi kunci utama dalam pengajaran geometri. Hal ini berkaitan erat dengan teori perkembangan pemikiran geometri van Heile yang menyatakan bahwa faktor pengalaman geometri memegang peranan tunggal untuk mencapai tingkat lebih tinggi; (3) posisi geometri dalam kurikulum 1994 Pendidikan Dasar masih sangat lemah; (4) dalam rangka mempersempit kesenjangan antara harapan dan kenyataan berkaitan dengan pemahaman dan penguasaan geometri di SD, dirasakan perlu adanya pola alternatif pengajaran geometri di SD.

Saran-saran

Perlu adanya pemyarakatan penerapan teori Piaget dan teori van Heile dalam penyusunan kurikulum maupun pelaksanaan pengajaran di dalam kelas, untuk materi geometri. Perlu adanya keberanian mengimplementasikan pola

alternatif pengajaran geometri di SD. Perlu peninjauan kembali untuk penyempurnaan kurikulum 1994 Pendidikan Dasar, khususnya materi geometri.

DAFTAR RUJUKAN

- Battista, Michael T, dan Clements, Douglas H. 1995. Geometry and proof. *Mathematics Teacher*, vol 88, No.1, hlm. 48 - 54
- Copeland, Richard W. 1974. *How Children Learn Mathematics* (2nd Ed.) New York: MacMillan Publishing Co, Inc.
- Crowley, Mary L. 1987. The van Heile model of the development of geometric thought. Dalam Lindquist, Mary Montgomery, dan Shulte, Albert P. (Eds.) *Learning and Teaching Geometry, K-12*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, hlm. 1-16.
- D'Augustine, Charles, dan Smith, C. Winston, Jr. 1992. *Teaching Elementary School Mathematics*, Boston: HarperCollins Publishers, Inc.
- Del Grande, John J. 1987. Spatial perception and primary geometry. Dalam Lindquist, Mary Montgomery, dan Shulte, Albert P. (Eds.) *Learning and Teaching Geometry, K-12*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, hlm. 126-135.
- Depdikbud. 1993a. *Kurikulum Pendidikan Dasar. Garis-Garis Besar Program Pengajaran (GBPP) Kelas I-III Sekolah Dasar*, Jakarta, CV. Aneka Ilmu.
- Depdikbud. 1993b. *Kurikulum Pendidikan Dasar, Landasan, Program dan Pengembangan*, Jakarta: Depdikbud
- Dworetzky, John P. 1990. *Introduction to Child Development* (4rd Ed). New York: West Publishing Company.
- Hudojo, Herman, 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Proyek P2LPTK
- Kennedy, Leonard M, dan Tipps, Steve. 1994. *Guiding Children's Learning of Mathematics* (2rd Ed.) Belmont: Wodsworth Publishing Company.
- Milauskas, Gorge A. 1987. Creative geometric problem can lead to creative problem solver. Dalam Lindquist, Mary Montgomery, dan Shulte, Albert P. (Eds.) *Learning and Teaching Geometry, K-12*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics. (hlm. 69-84)
- Pulaski, Mary Ann Spencer. 1980. *Understanding Piaget, An Introduction to Children's Cognitive Development*. New York: Harper dan Row, Publisher
- Russel, Dorothy S, dan Bologna, Erlaine M. 1987 Teaching geometry with tangram. Dalam Hill, Jone M. (ed.) *Geometry for Grade K-6, Reading from the Arithmetic Teacher*, Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Schoenfeld, Alan H. 1986. On having using: geometric knowledge. Dalam Hiebert, James (Ed.) *Conceptual and Prosedural Knowledge: the Case of Mathematics*, London: Lawrence Erlbaum Associaties Publisher.

- Troutman, Andria P, dan Lichtenberg, Betty K. 1991. *Mathematics a Good Beginning Strategies for Teaching Children* (4rd Ed.). Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company.
- Usiskin, Zalman. 1987. Resolving the continuing dilemmas in school geometry. Dalam Lindquist, Mary Montgomery, dan Shulte, Albert P. (Eds.) *Learning and Teaching Geometry, K-12*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics. (hlm. 17-31)
- Usiskin, Zalman. 1995. What should not be in the algebra and geometry curricula of average college - bound students? *Mathematics Teacher*, vol 8, No. 2, hlm. 156-164
- Van de Walle, John A. 1994. *Elementary School Mathematics* New York: Longman