

HUBUNGAN ANTARA KEMAMPUAN SPASIAL DENGAN PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA

Siti Marliah Tambunan

Fakultas Psikologi, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

E-mail: smarliah@yahoo.com

Abstrak

Beberapa area dari pemecahan masalah matematika berhubungan dengan kemampuan visuospatial. Adanya konseptualisasi spasial yang baik merupakan asset untuk memahami konsep-konsep matematika. Pada kemampuan spasial diperlukan adanya pemahaman perspektif, bentuk-bentuk geometris, menghubungkan konsep visual. Faktor-faktor tersebut juga diperlukan dalam prestasi belajar matematika. Penelitian ini bertujuan menguji ada tidaknya hubungan antara kemampuan spasial dengan prestasi belajar matematika. Pengumpulan data dilakukan terhadap 220 anak usia sekolah, berusia 7-11 tahun dengan memberikan tes kemampuan spasial yang terdiri dari hubungan spasial topologi, proyektif, euclidis dan tes matematika. Hasil menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kemampuan spasial total, topologi dan euclidis dengan prestasi belajar matematika, tetapi tidak terdapat hubungan antara kemampuan spasial proyektif dengan prestasi belajar matematika.

Abstract

A number of the mathematical problem solving are related with visuospatial ability. A good spatial conceptualization is an asset to understand the mathematical concept. Perspective understanding, geometrical shapes, and visual concept relation are crucial skills in spatial ability. These factors are also needed in mathematical performance. This research is intended to test the relationship between spatial abilities and mathematical performance. Data are collected from 220 children (7 to 11 years old) by giving them the spatial ability test which consists of spatial topology, projective, euclidis, and mathematical test. Result shows that there is a significant relationship between total spatial ability, topology, euclidis and mathematical performance. In the contrary, it shows that there is no relationship between projective spatial ability and mathematical performance.

Keywords: spatial ability, mathematics, elementary student

Pendahuluan

Kognisi sebagai salah satu aspek dalam diri manusia berfungsi pada adaptasi seseorang terhadap lingkungan yaitu bagaimana seseorang mengatasi lingkungan serta mengorganisasikan pikiran dan tindakannya. Menurut Piaget (dalam Santrock, 2005) adaptasi tersebut melibatkan asimilasi dan akomodasi. Asimilasi adalah proses pengambil-alihan informasi baru dan menyesuainya dengan konsep yang ada pada dirinya. Akomodasi adalah proses dimana seseorang menyesuaikan yang ada pada dirinya sebagai akibat dari informasi baru agar sesuai dengan pengalaman baru. Selanjutnya Piaget menambahkan bahwa kognisi adalah hasil interaksi yang berkesinambungan antara seseorang dengan lingkungannya. Kemampuan spasial merupakan

salah satu aspek dari kognisi. Kemampuan spasial merupakan konsep abstrak yang meliputi persepsi spasial yang melibatkan hubungan spasial termasuk orientasi sampai pada kemampuan yang rumit yang melibatkan manipulasi serta rotasi mental. Dalam kemampuan spasial diperlukan adanya pemahaman kirkanan, pemahaman perspektif, bentuk-bentuk geometris, menghubungkan konsep spasial dengan angka dan kemampuan dalam transformasi mental dari bayangan visual. Pemahaman tersebut juga diperlukan dalam belajar matematika. Pada anak usia sekolah kemampuan spasial ini sangat penting karena kemampuan spasial erat hubungannya dengan aspek kognitif secara umum. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman pengetahuan spasial dapat mempengaruhi kinerja yang berhubungan dengan tugas-tugas akademik

terutama matematika, membaca dan IPA. Studi dari Guay & McDaniel (1977) dan Bishop (1980) menemukan bahwa kemampuan spasial mempunyai hubungan positif dengan matematika pada anak usia sekolah. Studi dari Shermann (1980) juga menemukan bahwa matematika dan berpikir spasial mempunyai korelasi yang positif pada anak usia sekolah, baik pada kemampuan spasial taraf rendah maupun taraf tinggi. McGee (1979) menemukan bahwa perbedaan dalam memecahkan soal-soal matematika antara anak laki-laki dan anak perempuan disebabkan oleh perbedaan dalam kemampuan spasial mereka. Kemampuan spasial anak laki-laki lebih baik daripada anak perempuan. Penelitian lain menemukan bahwa tidak adanya hubungan antara kemampuan spasial dengan matematika (Lean & Clemens, 1982).

Dari pengalaman penulis dalam menangani anak usia sekolah yang mengalami penurunan prestasi di sekolah, mereka mengeluhkan sulitnya memahami pelajaran matematika dan sebagian besar dari mereka memperoleh nilai matematika yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai mata pelajaran lainnya. Selain itu, berdasarkan pengalaman penulis khususnya dalam pemeriksaan psikologis terhadap anak-anak usia sekolah yang mengalami masalah kesulitan membaca dan kesulitan matematika, nampaknya faktor kemampuan spasial kurang diperhitungkan sebagai kemungkinan salah satu faktor penyebab. Berdasarkan uraian di atas menjadi pertanyaan apakah kemampuan spasial turut berperan terhadap rendahnya nilai matematika. Permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah ada hubungan antara kemampuan spasial dengan prestasi belajar matematika pada anak usia sekolah?

Landasan Teori

Salah satu aspek dari kognisi adalah kemampuan spasial. Piaget & Inhelder (1971) menyebutkan bahwa kemampuan spasial sebagai konsep abstrak yang di dalamnya meliputi hubungan spasial (kemampuan untuk mengamati hubungan posisi objek dalam ruang), kerangka acuan (tanda yang dipakai sebagai patokan untuk menentukan posisi objek dalam ruang), hubungan proyektif (kemampuan untuk melihat objek dari berbagai sudut pandang), konservasi jarak (kemampuan untuk memperkirakan jarak antara dua titik), representasi spasial (kemampuan untuk merepresentasikan hubungan spasial dengan memanipulasi secara kognitif), rotasi mental (membayangkan perputaran objek dalam ruang).

Kemampuan spasial diperoleh anak secara bertahap, dimulai dari pengenalan objek melalui persepsi dan aktivitas anak di lingkungannya. Pada awalnya, kemampuan spasial anak belum menunjukkan pengetahuan konseptual dari hubungan spasial. Dalam menentukan letak posisi objek dan orientasi dalam ruang, anak masih menggunakan patokan diri. Dengan

bertambahnya usia, patokan tersebut berkembang menjadi patokan orang dan patokan objek. Mulai dari orientasi yang sifatnya egosentris yaitu menekankan pada dirinya sebagai patokan dalam melihat hubungan spasial, arah kiri-kanan dari dirinya, berkembang menjadi kerangka acuan objek pada salib sumbu pasangan titik yaitu salib sumbu utara-selatan dan timur barat.

Menurut Piaget & Inhelder (1971) kemampuan spasial yang merupakan aspek dari kognisi berkembang sejalan dengan perkembangan kognitif yaitu konsep spasial pada tahapan sensori-motor, konsep spasial pada tahapan pra-operasional, konsep spasial pada tahapan konkret-operasional dan konsep spasial pada tahapan formal-operasional. Kemampuan spasial ini diperoleh anak melalui alur perkembangan berdasarkan hubungan spasial topologi, proyektif dan euclidis. Pada hubungan spasial topologi anak mengerti spasial dalam hubungannya dengan relasi topologi yaitu "di samping" atau "di depan". Dalam mengorganisasikan dan membangun bagian gambar atau pola masih didasarkan pada hubungan yang bersifat proksimitas, keterpisahan, urutan, ketertutupan dan kontinuitas. Objek atau gambar masih dilihat dalam isolasi, tidak dihubungkan dengan objek lain. Hubungan spasial semacam ini adalah bersifat hubungan satu-satu atau hubungan berkesinambungan. Penekanan hubungan spasial topologi adalah pada suatu kenyataan yang berkaitan atau keberikatan. Pada tahapan topologi, anak mulai mampu merepresentasikan spasial untuk dirinya dan patokan yang digunakan untuk menentukan posisi objek adalah dirinya. Tahapan proyektif dan tahapan euclidis berkembang paralel pada saat anak memasuki tahapan konkret-operasional. Anak mulai dapat melihat objek dari berbagai sudut pandang. Lambat laun, anak memahami bahwa perspektif merupakan suatu sistem yang terintegrasi dan saling berkaitan secara logis, yaitu kanan menjadi kiri bila dilihat dari arah yang berlawanan. Secara paralel tahapan proyektif dan euclidis dicapai bila anak sudah dapat melihat objek dengan mempertimbangkan hubungan terhadap sudut pandang. Pada saat ini anak mencapai apa yang disebut dengan kerangka acuan. Kerangka acuan adalah kemampuan yang berhubungan dengan orientasi, lokasi dan perpindahan objek dalam ruang. Piaget & Inhelder (1971) mencirikan kerangka acuan sebagai organisasi yang simultan dari segala posisi dalam tiga dimensi, dimana poros dalam kerangka acuan menjadi objek atau posisi yang tidak berubah yang disebabkan oleh perubahan dalam sistem. Spasial proyektif meliputi kemampuan untuk berespon saling koordinasi objek yang terpisah dalam ruang. Spasial euclidis menunjukkan kriteria ukuran dan jarak antara objek dan letak lokasi. Hubungan spasial diterapkan pada tiga dimensi yaitu kiri-kanan, atas-bawah dan depan belakang.

Hubungan Antara kemampuan spasial dengan matematika

Menurut Hamley (dalam McGee, 1979) kemampuan matematika adalah gabungan dari inteligensi umum, pembayangan visual, kemampuan untuk mengamati angka, konfigurasi spasial dan menyimpan konfigurasi sebagai pola mental. Dalam kemampuan spasial diperlukan adanya pemahaman kiri-kanan, pemahaman perspektif, bentuk-bentuk geometris, menghubungkan konsep spasial dengan angka, kemampuan dalam mentransformasi mental dari bayangan visual. Faktor-faktor tersebut juga diperlukan dalam belajar matematika. Peranan kemampuan spasial terhadap matematika disokong beberapa studi validitas. Hills (dalam McGee, 1979) meneliti hubungan antara berbagai tes kemampuan spasial yang melibatkan visualisasi dan orientasi dari Guiford dan Zimmerman dengan nilai matematika. Ditemukan ada korelasi yang tinggi antara kemampuan spasial dengan nilai matematika, bila dibandingkan dengan tes verbal dan penalaran. Demikian pula studi yang dilakukan oleh Bishop (1980), Benbow dan McGuinness (dalam Geary, 1996) menemukan adanya hubungan antara pemecahan masalah matematika dengan kemampuan visuospasial. Dalam mempelajari peran kemampuan spasial terhadap prestasi belajar matematika, Smith (1980) menyimpulkan bahwa antara kemampuan spasial dengan konsep matematika taraf tinggi terdapat hubungan yang positif, tetapi kurang mempunyai hubungan dengan perolehan konsep-konsep matematika taraf rendah seperti hitungan. Studi dari Sherman (1980) terhadap anak usia sekolah, menemukan adanya hubungan yang positif antara prestasi belajar matematika dan kemampuan spasial. Penggunaan contoh spasial seperti membuat bagan, dapat membantu anak menguasai konsep matematika. Metode pengajaran matematika yang memasukkan berpikir spasial seperti bentuk-bentuk geometris, mainan (puzzle) yang menghubungkan konsep spasial dengan angka, menggunakan tugas-tugas spasial dapat membantu terhadap pemecahan masalah dalam matematika (Newman, dalam Elliot, 1987). Demikian pula pengertian terhadap konsep pembagian, proporsi tergantung dari pengalaman spasial yang mendahuluinya (Clements, dalam Eliot, 1987)

Perkembangan Kemampuan Spasial pada Anak Usia Sekolah

Anak usia sekolah dalam perkembangan kognitifnya berada pada tahapan konkret operasional. Anak pada tahapan ini dimulai dengan adanya berpikir logiko-matematis. Piaget (dalam Copeland, 1979) menjelaskan melalui konsep konservasi, yaitu anak sudah mampu memahami bahwa sesuatu tidak akan berubah dalam banyaknya atau jumlahnya bila dilakukan perubahan bentuk atau pengaturan kembali. Anak menyadari bahwa bila proses tersebut

dikembalikan, maka bentuknya akan menjadi seperti semula.

Perkembangan kognitif dan representasi spasial diperoleh anak melalui persepsi dan manipulasi terhadap objek, serta tidak semua aspek spasial-geometrik dicapai pada saat yang sama. Menurut Flavell (1970), perkembangan spasial-geometrik mengikuti suatu urutan tertentu yaitu topologi, proyektif, dan euclidis. Berdasarkan urutan tersebut pada usia 7-8 tahun, anak mulai mengembangkan konsep spasial berbeda dari persepsi atau representasi spasial pada anak sekitar usia 2 tahun. Representasi spasial tidak sekadar bayangan cermin dari apa yang dilihat oleh anak. Representasi spasial adalah gambaran yang direkam pada pikiran, gambaran dari lingkungan sebagai hasil aktivitas di lingkungan. Lambat laun representasi spasial mulai membawa pada bentuk, yang dinamakan oleh Piaget sebagai konsep spasial. Menurut Piaget (1971) hal ini dapat terjadi karena pada saat anak mencapai usia 7-8 tahun, anak sudah tidak lagi terpusat pada dirinya. Anak mampu mengenali objek dalam cara pasangan titik dan mampu melakukan eksplorasi terhadap semua aspek dari objek tersebut. Dengan bertambahnya usia, bertambah pula pengertian mengenai ukuran, perspektif dan proporsi yang membantu anak memahami bahwa dunia yang dapat dilihat oleh orang lain sama seperti apa yang dapat dilihat oleh dirinya. Bila hal ini terjadi, ruang menjadi konsep yang abstrak, dapat dipahami sebagai terpisah dari pengalaman.

Kemampuan Matematika Anak Usia Sekolah

Anak merupakan bagian dari dunia fisik, sehingga pengalaman langsung dengan benda-benda sangat penting dalam belajar. Ini merupakan dasar dari tahapan berpikir konkret-operasional yaitu pada masa usia sekolah (Piaget, dalam Copeland, 1979). Anak harus dirangsang untuk membandingkan objek dalam memahami relasi yang ada diantara karakteristik-karakteristik atau sifat-sifat benda tertentu dengan benda lainnya. Matematika juga merupakan studi mengenai relasi. Anak dapat memahami satu benda lebih berat dari benda lainnya atau lebih tinggi dan sebagainya berdasarkan pengalaman langsung. Pada tahap konkret-operasional, kemampuan matematika tidak berkembang serentak, meskipun banyak kemampuan matematika yang berkembang pada tahapan ini, tetapi usia mulainya kemampuan tersebut berkembang berbeda-beda. Kemampuan topologis sudah mulai berkembang sejak anak berusia 4-7 tahun. Ada kemampuan matematika yang berkembang lebih awal dari kemampuan lainnya. Kemampuan untuk menjumlah dan mengurangi bilangan baru muncul setelah anak menguasai konservasi bilangan yaitu setelah anak berusia 7 tahun ke atas. Pada usia ini, baru bisa diajarkan penjumlahan dan pengurangan pada anak. Kemampuan anak mengenai proporsi dan waktu baru

berkembang kemudian. Kemampuan geometri dan pengukuran baru berkembang sekitar usia sembilan dan sebelas tahun. Konsep-konsep matematika dan logika berkembang sampai anak berusia 12 tahun. Spasial bentuk euclidis berkembang pada usia 9 – 11 tahun, sedangkan untuk geometri proyektif baru berkembang pada usia 11-15 tahun.

Metode Penelitian

Definisi operasional variabel:

Kemampuan spasial adalah skor tes kemampuan spasial yaitu skor subtes topologi, koordinasi proyektif dan euclidis.

Prestasi belajar matematika adalah skor tes matematika.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah anak usia sekolah yang berusia 7-11 tahun. Pemilihan subyek penelitian didasarkan pada teori kognitif dari Piaget bahwa anak usia tersebut berada pada tahapan konkret-operasional. Pada tahapan ini anak mulai mengembangkan pengertian terhadap konsep spasial, serta dalam perkembangan kemampuan spasial mulai memahami hubungan ruang euclidis. Kriteria lain yang harus dipenuhi adalah berusia 7-11 tahun, nilai rata-rata prestasi kelas adalah 6, dengan tidak ada angka merah. Nilai rata-rata prestasi adalah dengan asumsi anak mempunyai kemampuan rata-rata, nilai rata-rata digunakan sebagai kontrol kemampuan anak.

Jumlah sampel sebanyak 220 anak, terdiri dari 110 anak laki-laki dan 110 anak perempuan. Lokasi penelitian berada di dua kelurahan di wilayah D.K.I. Jakarta, yaitu : Kelurahan Kaliyar, Kecamatan Tambora Jakarta Barat dan Kelurahan Ciganjur , Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan.

Alat yang digunakan untuk mengukur variabel penelitian:

1. Tes Kemampuan spasial yang terdiri dari tiga subtes yaitu topologi, koordinasi perspektif dan euclidis.
 - a. Subtes topologi terdiri dari :
 - meniru gambar, yaitu meniru garis vertikal atau horisontal yang mengukur kemampuan persepsi hubungan spasial
 - posisi spasial yang mengukur kemampuan persepsi posisi spasial (arah)
 - b. Subtes koordinasi perspektif yang mengukur kemampuan mengkoordinasikan sejumlah sudut pandang yang berbeda.
 - c. Subtes euclidis terdiri dari :
 - Salib sumbu horisontal-vertikal yang mengukur kemampuan mengkoordinasikan salib sumbu pasangan titik
 - Rotasi mental yang mengukur kemampuan rotasi gambar geometrik dua dimensi.

Uji coba alat menghasilkan reliabilitas Alpha sebesar 0,88. Untuk subtes topologi sebesar 0,84, subtes koordinasi perspektif sebesar 0,75 dan subtes euclidis sebesar 0,80. Validitas menggunakan konsistensi internal. Hasil korelasi butir-total berkisar antara 0,134 sampai 0,837. Butir-butir yang dipakai yang korelasi antara skor butir dan skor totalnya signifikan yaitu di atas 0,371. Korelasi antar subtes dengan totalnya adalah sebesar 0,515 sampai 0,794.

2. Tes matematika

Tes ini merupakan adaptasi dari Green level of Stanford Diagnostic Mathematics Test (SDMT) dari Beatty dkk (1976). Tes ini terdiri dari tiga bagian :

- a. Bagian pertama adalah sistem Angka dan Penjumlahan, berisikan seluruh sistem angka dan nilai desimal yaitu membilang, membaca dan menafsirkan angka, membandingkan dan mengurut angka, serta memperkirakan angka.
- b. Bagian kedua adalah penghitungan. Soal terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian
- c. Bagian ketiga adalah Aplikasi. Soal terdiri dari pemecahan soal sederhana, menguraikan soal dalam istilah matematika, membaca dan menafsirkan tabel dan grafik, pengertian geometri dengan mengidentifikasi serta mengkualifikasikan bentuk-bentuk geometri, pengukuran mengenai satuan ukuran, waktu.

Adaptasi dilakukan dengan menterjemahkan alat tes dan menyesuaikan cara penyajian dengan kurikulum SD kelas 3 dan kelas 4, serta berkonsultasi kepada guru S.D yang mengajar di kelas 3 dan kelas 4. Dari ujicoba, mengenai penyajian lamanya waktu yang ditentukan untuk mengerjakan soal bagian I, II, III tidak diperlukan perubahan waktu untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Dari analisis butir diperoleh korelasi butir-totalnya berkisar 0,131 sampai 0,624. Butir-butir yang dipakai adalah butir yang korelasi skor butir dengan skor totalnya signifikan yaitu di atas 0,180. Uji reliabilitas menghasilkan indeks reliabilitas Alpha sebesar 0,89.

Hasil Penelitian

Gambaran subjek

Subjek penelitian terdiri dari 50% anak laki-laki dan 50% anak perempuan, dengan usia rata-rata 9 tahun 6 bulan. Pekerjaan orang tua adalah buruh (30,6 %), pedagang (26,4 %), pegawai swasta (20,6%) dan pegawai negeri (22,34%).

Analisis Hasil

Dari hasil perhitungan korelasi antara kemampuan spasial dan prestasi belajar matematika diperoleh nilai koefisien korelasi tunggal sebagai berikut:

Tabel 1. Koefisien Korelasi Tunggal Kemampuan Spasial Total, Topologi, Proyektif, Euclidis dengan Prestasi Belajar Matematika

	Matematika I	Matematika I	Matematika I	Matematika total
Kemampuan spasial total	0,743 (p = 0,000)	0,399 (p = 0,000)	0,403 (p = 0,000)	0,422 (p = 0,000)
Topologi	0,427 (p = 0,000)	0,421 (p = 0,000)	0,363 (p = 0,000)	0,400 (p = 0,000)
Proyektif	0,093 (p = 0,085)	0,072 (p = 0,145)	0,076 (p = 0,133)	0,087 (p = 0,100)
Euclidis	0,404 (p = 0,000)	0,303 (p = 0,000)	0,370 (p = 0,000)	0,381 (p = 0,000)

Dari Tabel 1 terlihat bahwa kemampuan spasial memiliki korelasi yang signifikan dengan prestasi matematika secara keseluruhan, maupun dengan prestasi matematika pada masing-masing subtes (Matematika I, Matematika II, dan Matematika III). Jika dilihat dari masing-masing kemampuan spasial, skor tes topologi dan euclidis memiliki korelasi yang signifikan dengan prestasi matematika secara keseluruhan maupun masing-masing subtes. Namun, tidak ditemukan korelasi yang signifikan antara kemampuan pada tes proyektif dengan prestasi matematika.

Diskusi

Hasil penelitian menemukan bahwa ada hubungan yang positif antara kemampuan spasial dengan prestasi belajar matematika baik pada kemampuan spasial total, maupun kemampuan spasial topologi dan kemampuan spasial euclidis kecuali pada kemampuan spasial proyektif, ditemukan tidak ada hubungan yang positif dengan prestasi belajar matematika. Bila merujuk pada teori (Piager & Inhelder, 1971), kemampuan spasial proyektif adalah kemampuan untuk melihat dari berbagai sudut pandang. Tes kemampuan spasial proyektif yang digunakan dalam penelitian ini, lebih mengukur kemampuan mengkoordinasikan sejumlah sudut pandang yang berbeda. Pada tes matematika, baik pada tes matematika I, matematika I dan matematika III lebih menekankan pada sistem angka dan penjumlahan, untuk matematika I. Soal terdiri dari membilang, membaca, mengurutkan angka. Tes matematika II menekankan pada penghitungan. Soal terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Tes Matematika III, menekankan pada aplikasi. Soal terdiri dari soal sederhana, menguraikan soal dalam istilah matematika, membaca, menafsirkan tabel dan grafik, bentuk-bentuk geometri, pengertian mengenai ukuran. Kemampuan spasial proyektif kurang mempunyai kaitan dengan kemampuan yang diukur oleh tes matematika. Melihat pada soal-soal dari tes matematika yang digunakan pada penelitian ini, tes ini

lebih menuntut kemampuan spasial topologi dan kemampuan spasial euclidis. Kemungkinan ini yang diperkirakan menjadi alasan mengapa tidak ada hubungan antara kemampuan spasial proyektif dengan prestasi belajar matematika. Selain itu berdasarkan pada berbagai kemampuan matematika pada anak usia sekolah (Copeland, 1979), kemampuan geometri proyektif baru dicapai pada usia 11 tahun sedangkan usia rata-rata anak dari penelitian ini adalah 9 tahun 6 bulan. Kekurangan dalam penelitian ini adalah faktor kecerdasan anak hanya didasarkan pada nilai prestasi rata dan tidak didasarkan pada tes kecerdasan.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan tes kemampuan spasial dan tes matematika yang lebih berkaitan dengan apa yang ingin diukur. Selain itu, faktor kecerdasan anak perlu diukur dengan tes kecerdasan. Juga ada baiknya untuk melakukan penelitian mengenai kaitan antara kemampuan spasial dan matematika pada jenis kelamin yang berbeda. Meneliti faktor-faktor lain selain kemampuan spasial yang diperkirakan berperan dalam prestasi belajar matematika.

Bagi guru yang melaksanakan tugas mengajar di sekolah dasar, khususnya dalam mata pelajaran matematika dan IPA, disarankan lebih banyak memberikan peragaan spasial dalam usaha membantu anak untuk menguasai konsep matematika. Selain itu sebaiknya digunakan metode pengajaran yang memasukkan berpikir spasial yang meliputi membuat bagan dan membaca grafik. Dalam menjelaskan bentuk-bentuk geometris dianjurkan agar memakai alat peraga dan pengalaman langsung pada setiap anak dengan objek-objek dalam dunia fisiknya. Bila belajar yang sesungguhnya akan terjadi, maka ide matematika harus diabstrasikan dari dunia fisik. Anak harus mengembangkan konsep-konsep matematika dari operasi-operasi yang mereka lakukan terhadap objek-objek fisik.

Daftar Acuan

Bishop, A.J. 1980. Spatial Abilities and Mathematic Education: A review. *Education studies in mathematic*, 11, halaman: 257-269.

Copenland, R.W. 1979. *How Children Learn Mathematics: Teaching Implications of Piaget's research* (3rd ed.). New York Macmillan.

Eliot, J. 1987. *Model of Psychological Space: Psychometric, Developmental and Experimental Approaches*. New York: Springer-Verlag.

Flavell, J.H. 1970. Concept Development. Dalam Mussen (Ed.) *Carmichael's manual of Child Psychology* (3rd ed), pp.983-1043. New York : John Wiley

Geary, D.C. 1996. *Children's Mathematical Development*. Washington: American Psychological Association.

Guay, R. dan E. McDaniel. 1977. The Relation between Math Achievement and Spatial Abilities among Elementary School Children. *Journal of Research in Mathematics Education*, 7, halaman: 211-215.

Lean, G. dan M.A. Clements. 1981. Spatial Ability, Visual Imagery, and Mathematical Performance.

Educational Studies in Mathematic, 12, halaman: 262-299.

Lin, M.C. dan A.C. Petersen. 1986. *A Meta Analysis of GenderDifferences in Spatial Ability: Implication for Mathematics and Science Achievement*. Baltimore: John Hopkins Press.

Matthews, M.H. 1992. *Making Sense of Place: Children's Understanding of Large-Scale Environments*. USA: Bernes & Noble Books.

McGee, M.F. 1979. Human Spatial Ability: Psychometric Studies and Environment: Genetic, Hormonal, and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 5, halaman: 887-902.

Piaget, J. dan Inhelder, B. 1971. *Mental Imagery in Child*. New York: Basic Books.

Santrock, J.W. (2005). *Life-Span Development*. USA: Brown & Benchmark.

Sherman, J.A. 1980. Mathematics, Spatial Visualization, and Related Factors: Changes in Girl and Boys grade 8-11. *Journal of Educational Psychology*, 72, halaman: 476-482

Smith, P.K. 1980. *Spatial Ability*. London: University of London Press.