

## **KEMAHIRAN VISUALISASI DALAM MATA PELAJARAN MATEMATIK DALAM KALANGAN MURID TAHUN 5 DI SEBUAH SJKT DAERAH KUALA MUDA YAN, KEDAH.**

**Gavita A/P Kanapathy**

[gavitaraise@gmail.com](mailto:gavitaraise@gmail.com)

Universiti Utara Malaysia

---

**ABSTRAK:** Kajian ini bertujuan untuk meneroka kemahiran visualisasi dalam topik pecahan bagi murid tahun 5 di sebuah sekolah rendah jenis kebangsaan Tamil (SJKT) di Daerah Kuala Muda Yan, Kedah. Hasil kajian menunjukkan responden memang mengaplikasikan kemahiran visualisasi semasa menyelesaikan soalan penyelesaian masalah bagi topik pecahan. Walau bagaimanapun dapatan kajian menunjukkan bahawa berlaku pentafsiran konsep pecahan yang kurang tepat dalam kalangan responden dan juga terdapat kesalahan dalam prosedur kerja mengira ketika menjawab soalan pecahan dalam UTP. Dapatan kajian juga menjelaskan keperluan para pendidik matematik untuk memberikan perhatian kepada kemahiran visualisasi dalam topik pecahan, salah konsep dan kesilapan dalam prosedur penyelesaian soalan berkaitan topik pecahan dalam kalangan murid tahun 5 di dalam bilik darjah matematik.

**KATA KUNCI:** Kemahiran visualisasi, Pemikiran Matematik, Pecahan, Penyelesaian masalah.

---

### **PENGENALAN**

Mata pelajaran Matematik merupakan suatu bidang ilmu yang melatih minda murid supaya berfikir secara mantik dan bersistem dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan. Mengikut Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran, tahun 5 (2014) secara tidak langsung sifat Matematik menggalakkan pembelajaran yang bermakna dan mencabar pemikiran murid. Menurut Falsafah Pendidikan Kebangsaan (2011) dengan pengetahuan dan kemahiran tersebut, murid berkemampuan untuk meneroka ilmu, membuat adaptasi, modifikasi dan inovasi dalam menghadapi serta menangani perubahan dan cabaran masa depan.

Walaupun bagaimanapun mata pelajaran Matematik membawa makna yang berbeza bagi setiap individu. Para murid seringkali melihat Matematik sebagai satu mata pelajaran yang tidak mempunyai kaitan dengan kehidupan seharian mereka. Fenomena ini kerana Laporan TIMMS pada tahun 2011 telah mendedahkan kejatuhan markah purata negara kita bagi mata pelajaran Matematik iaitu 519 (1999), 508 (2003), 474 (2007) dan 440 (2011). Bagi menangani situasi sebegini pendekatan pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Matematik perlu berbeza dengan mata pelajaran lain. Jika pendekatan yang sesuai dapat digunakan, maka mata pelajaran tersebut akan lebih mudah dikuasai dan kemahiran tertentu akan dapat dikembangkan lebih-lebih lagi dalam topik pecahan.

Oleh itu, Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik Tahun 5 sangat menekankan kemahiran membaca ayat Matematik pecahan dan menyatakan maksud 'daripada' dalam pecahan, menyatakan langkah-langkah penyelesaian melibatkan pecahan dan menyelesaikan masalah harian yang bukan rutin melibatkan pecahan secara kreatif dan inovatif. Jadi, penggunaan kaedah visualisasi dalam topik pecahan telah dikaji dalam kajian ini oleh penyelidik.

## LATAR BELAKANG KAJIAN

Kandungan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (2014) bagi mata pelajaran Matematik menyatakan bahawa murid meningkatkan kemahiran numerasi, penaakulan, cara berfikir dan menyelesaikan masalah melalui pembelajaran dan aplikasi Matematik kerana Matematik merupakan wadah terbaik untuk mengembangkan profisiensi intelektual individu dalam membuat penaakulan logik, visualisasi ruang, analisis dan pemikiran abstrak.

Oleh yang demikian, Kurikulum Standard Sekolah Rendah(KSSR) telah dirancang dan perlu dikendalikan dengan berkesan bagi mewujudkan suatu pengalaman yang menyeronokkan dan mencabar bagi murid. Pengalaman, kebolehan, minat, daya dan gaya murid yang berbeza-beza perlu diambil kira dan diberikan perhatian. Menurut Mokhtar (2011) penyelesaian masalah Matematik merupakan komponen penting dalam kurikulum KSSR.Kajian menunjukkan bahawa murid sekolah rendah belum berupaya menyelesaikan masalah walaupun mereka menguasai kemahiran menjalankan operasi secara teratur.

Selain itu, penyelesaian masalah dalam mata pelajaran Matematik bukan hanya bermatlamatkan jawapanakhir, tetapi membabitkan kefahaman kognitif yang lebih kompleks seperti memahami maksud soalan, menghubungkan maklumat dengan operasi, mengenal pasti strategi, menjalankan operasi dan mendapatkan penyelesaian yang dikehendaki. Pandangan ini selaras dengan penjelasan Mayer (1987) yang mengusulkan empat peringkat yang harus dilalui oleh seseorang individu semasa menjawab soalan penyelesaian masalah, iaitu menterjemahkan masalah, mengintegrasikan masalah, merancang dan mencari strategi, dan melaksanakan penyelesaian.

Seterusnya, berdasarkan Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan (2011) murid cenderung menyelesaikan masalah Matematik menggunakan teknik menghafal prosedur dan operasi Matematik serta menggunakan angka-angka dan istilah yang menjadi kata kunci. Manakala, menurut Hegarty (1995) kadang-kadang murid berjaya melaksanakan penyelesaian tanpa memahami dengan sempurna maksud keseluruhan sesuatu masalah semasa menyelesaikan masalah Matematik berayat tersebut.

Bagi menangani masalah seperti ini Kementerian Pendidikan Malaysia perlu memastikan bahawa murid membentuk dan meneroka idea Matematik secara mendalam melalui peluang dan pengalaman pembelajaran yang pelbagai. Kesedaran sebegini harus dipupuk dan dikembangkan dalam kalangan murid bahawa idea Matematik saling berkait dan Matematik merupakan ilmu yang menyeluruh manakala bukan cebisan pengetahuan yang terasing. Dengan kesedaran dan kefahaman sedemikian, pengertian tentang idea Matematik menjadi lebih bermakna dan seterusnya dapat meningkatkan keupayaan murid untuk mengaplikasikan konsep Matematik yang dipelajari.

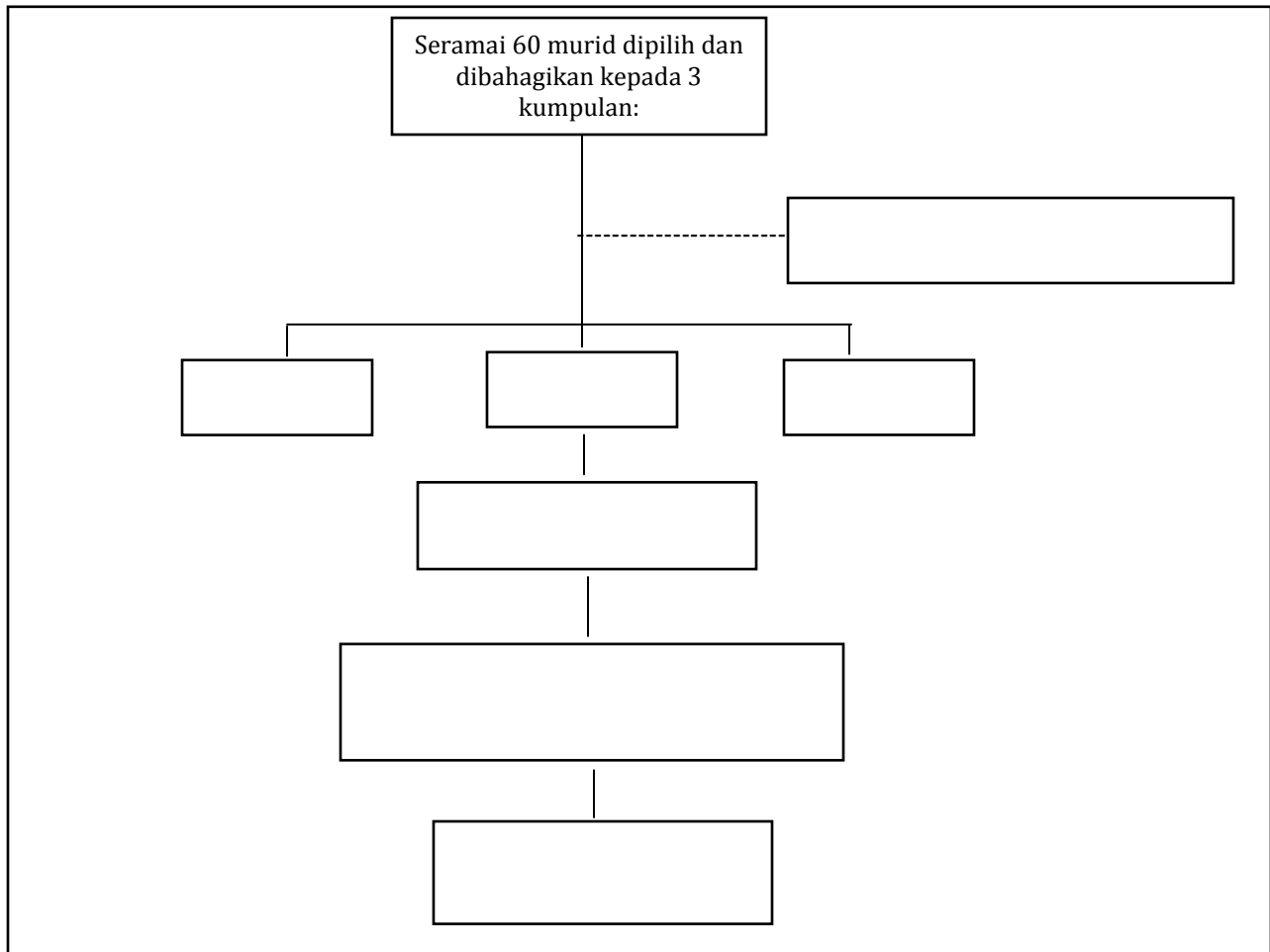
Oleh itu, kaedah visualisasi merupakan proses kognitif atau tindakan seseorang individu yang menghubungkan konstruk dalaman dengan perkara yang berlaku dipersekitarannya. Hal ini terbukti dengan pendapat Dauterman (1996) dimanahasil yang mungkin terbina daripada kaedah visualisasi merangkumisebarang imej visual sesuatu objek atau situasi yang diterima oleh individu. Apabila individu menggambarkan objek atau situasi Bishop (1989) menyebut bahawa iamerupakan prosesmental yang dikenali sebagai visualisasi.Justeru, Horgan (1993) berpendapat bahawa visualisasi boleh menjadi satu teknik yang sangat berguna semasa menyelesaikanmasalah Matematik. Penyelidik seperti Nemirovsky (1997) juga menyokong pandangan bahawa teknik visualisasi berguna dalam proses penyelesaian masalah Matematik.

Di samping itu, pada setiap peringkat penyelesaian masalah Matematik Moses (1982) menyatakan bahawa kaedah visualisasi memang membantu murid. Hal ini terbukti apabila Kementerian Pendidikan Malaysia (2013) telah menekankan penggunaan kaedah visualisasi dalam kurikulum mata pelajaran Matematik Tahun 5 yang menyatakan bahawa melalui komunikasi, idea Matematik dapat diluahkan dan difahami dengan lebih

baik. Komunikasi secara Matematik, sama ada secara lisan, penulisan atau menggunakan simbol dan perwakilan visual (dengan menggunakan carta, graf, gambar rajah dan lain-lain), dapat membantu murid memahami dan mengaplikasikan Matematik dengan lebih efektif.

## 2.0 METODOLOGI

Kajian ini merupakan satu kajian kes untuk meneroka tahap penggunaan kemahiran visualisasidalam mata pelajaran Matematik dalam kalangan murid tahun 5di SJKTDaerah Kuala Muda Yan, Kedah. Dalam kajian kes di sebuah SJKT ini adalah untuk mendapatkan data mengenai kajian ini, penyelidik telah menggunakan kaedah analisis dokumen dan juga temu bual semi-struktur bersemuka dengan responden kajian berdasarkan Ujian Topikal Pecahan yang dibuat oleh responden. Disebabkan kajian ini berbentuk kualitatif dan tidak melibatkan responden yang ramai maka analisis dibuat dengan telitisecara huraian berdasarkan maklumat yang diperolehi daripada responden kajian yang dipilih oleh penyelidik. Reka bentuk kajian yang dilaksanakan adalah seperti dalam rajah 2.1.1:



**Rajah 2.1.1 : Reka Bentuk Kajian**

### 3.0 DAPATAN KAJIAN

#### 3.1 Perbincangan Dapatan daripada Keputusan Ujian Topikal Pecahan

Secara keseluruhan 60 responden telah menjawab Ujian Topikal Pecahan. Daripada jumlah itu, seramai 44 responden kajian telah mendapat markah lulus iaitu markah diantara 40 hingga 100. Manakala 6 lagi responden telah gagal dalam ujian tersebut dimana telah mendapat markah diantara 1 hingga 39.

Seterusnya, majoriti responden iaitu 30% dari 60 responden mendapat markah dalam lingkungan 60 hingga 69 iaitu gred C dalam ujian ini. Selain itu, seramai 10 responden iaitu 17% mendapat gred A iaitu mendapat markah 85 ke atas. 20% responden kajian ini iaitu seramai 12 responden mendapat markah diantara 70 hingga 84. Gred D iaitu markah diantara 50 hingga 59 pula didapati oleh 9 orang responden kajian.

Manakala hanya 8% responden yang mendapat markah diantara 40 hingga 49 iaitu gred E. Pencapaian murid berdasarkan Ujian Topikal Pecahan ini telah ditunjukkan dalam Jadual 3.1.1 dengan teliti.

**Jadual 3.1.1 Jadual Pencapaian Responden Kajian**

Julat Markah	Gred	Bilangan Responden	Peratus
85 – 100	A	10	17%
70 – 84	B	12	20%
60 – 69	C	18	30%
50 – 59	D	9	15%
40 – 49	E	5	8%
01 – 30	F	6	10%
Jumlah		60	100

### 4.0 PERBINCANGAN

#### 4.1 Penggunaan Kemahiran Visualisasi dan Tahap Pemahaman Murid

Secara umumnya, murid dapat menggunakan kemahiran visualisasi semasa menjawab soalan penyelesaian masalah Matematik. Tahap penggunaan kemahiran visualisasi dalam kalangan murid tahun 5 memang tinggi. Dapatan kajian ini menjelaskan bahawa murid menggunakan kaedah pengiraan minda atau membuat jalan pengiraan sahaja jika berhadapan dengan soalan penyelesaian masalah yang senang. Manakala, penggunaan kemahiran visualisasi dapat dilihat apabila murid membaca soalan penyelesaian masalah Matematik yang susah dan panjang. Situasi ini berlaku kerana murid menghadapi kesukaran untuk memahami kehendak soalan penyelesaian masalah Matematik. Ayat yang panjang dan maklumat yang banyak dalam soalan sedemikian mengelirukan murid.

Oleh itu, pada masa tersebut murid cuba memindahkan maklumat penting yang terdapat dalam soalan dengan melakar, melukis, menyenarai, melukis jadual, mereka peta minda dan sebagainya. Semasa proses ini, murid cuba mevisualisasikan maklumat yang terdapat dalam soalan sebelum memindahkannya di atas kertas jawapan. Hal ini membuktikan bahawa penggunaan kemahiran visualisasi dapat meningkatkan tahap pemahaman murid terhadap kehendak soalan. Seterusnya, kebarangkalian untuk mendapat betul dalam kalangan murid yang menggunakan kemahiran visualisasi adalah tinggi berbanding dengan murid yang tidak menggunakannya.

Tambahan pula, murid kelihatan yakin dengan jawapan yang ditulis apabila mereka menggunakan kemahiran visualisasi untuk menjawab soalan berkenaan. Selain itu, penggunaan kemahiran visualisasi adalah tinggi dalam kalangan murid yang berada dalam golongan cemerlang dan sederhana. Manakala, murid dari golongan pemulihan mengalami kesukaran untuk mengaplikasikan kemahiran ini. Walaupun mereka dapat mengimajinasikan maklumat yang terdapat dalam soalan namun mereka tidak dapat memindahkannya di atas kertas jawapan kerana mereka tidak dilatih seperti itu.

#### **4.2 Cara Penggunaan Kemahiran Visualisasi dalam Kalangan Murid**

Seterusnya, apabila murid menggunakan kemahiran visualisasi untuk menjawab soalan daripada tajuk pecahan yang diberikan berlaku kesalahan dari segi konsep asas tajuk berkenaan. Perkara seumpama ini mencerminkan bahawa murid hanya memberikan tumpuan terhadap jawapan akhir dan bukannya strategi jalan pengiraan yang betul. Dalam kes ini responden tidak membahagikan saiz bahagian petak berdasarkan nilai pecahan mengikut konsep pecahan yang betul. Responden tidak patut memanipulasikan konsep pecahan yang dipelajari mengikut kehendaknya dengan sesuka hati.

Oleh yang demikian, murid perlu diterapkan dengan konsep pecahan yang betul. Proses ini sangat penting kerana pengetahuan yang betul akan membantu murid untuk menguasai sesuatu kemahiran serta teknik dengan cara yang tepat. Selain itu, faktor masa yang menentukan sama ada responden menjawab soalan yang diberikan dengan kemahiran visualisasi atau sebaliknya. Responden tidak menggunakan teknik ini jika mereka dalam kesuntukan masa semasa dalam proses menjawab soalan.

#### **4.3 Pandangan Murid Terhadap Kemahiran Visualisasi**

Terdapat responden kajian yang berpendapat bahawa menjawab soalan menggunakan kemahiran visualisasi adalah perkara yang membazirkan masa. Dimana responden beranggapan bahawa mevisualisasi maklumat yang terdapat dalam soalan dan membuat jalan pengiraan berdasarkan soalan adalah dua kerja yang sama. Maka, terdapat sebilangan responden terus membuat jalan penyelesaian selepas membaca soalan. Selain itu, terdapat juga responden yang tidak berminat untuk menggunakan kemahiran visualisasi kerana berpendapat bahawa langkah penyelesaian tersebut untuk menjawab soalan tidak mendapat sebarang markah. Dalam situasi ini responden perlu mengetahui bahawa kemahiran visualisasi digunakan untuk memahami kehendak soalan dan mengenal pasti jalan penyelesaian yang sesuai untuk mendapatkan jawapan yang betul. Kurang pengetahuan terhadap motif penggunaan kemahiran visualisasi dalam kalangan murid merupakan faktor utama yang mendorong responden untuk berpendapat negatif.

Jesturu, terdapat juga responden yang tidak menggunakan teknik visualisasi kerana tidak berupaya untuk melukis dengan cantik. Hal ini kerana responden tersebut berasa rendah diri terhadap lukisannya yang tidak cantik. Jadi, responden tidak menggunakan kemahiran visualisasi semasa menjawab soalan. Pada masa yang sama, terdapat responden yang boleh mengimajinasikan maklumat yang terdapat dalam soalan tetapi mengalami kesukaran dalam memindahkan maklumat tersebut dalam kertas jawapannya. Hal ini disebabkan oleh responden dari golongan pemulihan mempunyai masalah dalam membuat aktiviti pengiraan. Oleh itu, walaupun responden mevisualisasi perkara-perkara yang penting dalam soalan namun mereka gagal untuk mengenal pasti jalan penyelesaian untuk soalan tersebut.

#### **4.4 CADANGAN KAJIAN MASA DEPAN**

Sampel kajian ini adalah seramai 60 murid daripada tahun 5 di sebuah Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil untuk menjawab instrumen Ujian Topikal Pecahan manakala 6 orang murid yang memberi respon terhadap soalan yang ditanya oleh penyelidik berdasarkan ujian yang dibuat oleh responden. Disebabkan sampel kajian adalah amat terhad maka sukar untuk mengumpul maklumat yang lebih banyak dan relevan berkaitan

dengan topik kajian. Maka, penyelidik kajian mencadangkan agar kajian masa depan berkaitan dengan tajuk ini dilakukan dengan bilangan sampel yang lebih besar.

Tambahan lagi, bagi mencari bukti untuk mengetengahkan masalah yang dibincang, kaedah perbandingan boleh dibuat antara guru mata pelajaran Matematik tahun 5 dan murid tahun 5 dari sekolah yang berlainan. Oleh itu, penyelidik kajian ini juga mencadangkan bahawa kajian masa depan boleh melibatkan Sekolah Kebangsaan (SK) dan Sekolah Jenis Kebangsaan Cina (SJKC). Dengan ini, banyak maklumat yang penting mengenai tajuk kajian boleh dikumpulkan.

Selain itu, kajian ini berbentuk kualitatif dimana responden perlu menjawab secara langsung dan penyelidik merakamkan temu bual tersebut dan memperterjemahkannya dalam bentuk teks. Keadah ini tidak cukup untuk membuktikan dapatan kajian dan terdapat peluang untuk timbul keraguan dalam jawapan responden kajian. Oleh itu, penyelidik mencadangkan kaedah pemerhatian sewaktu proses pembelajaran dan pengajaran dijalankan supaya mengenal pasti realiti diantara jawapan responden dengan situasi sebenar yang berlaku dalam bilik darjah.

## 5.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhan, kecemerlangan sesebuah sekolah bergantung kepada pencapaian prestasi murid selain dari aspek lain seperti pengurusan penrtadbiran, pengurusan kebajikan murid, pengurusan aktiviti kokurikulum dan sebagainya. Pelbagai usaha, dasar dan rancangan dilaksanakan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) secara berperingkat di institut-institut pendidikan demi melonjakkan peratus kecemerlangan murid dalam akademik pada setiap masa. Bagi merialisasikan impian KPM setiap guru perlu memainkan peranan yang penting. Para guru perlu meneroka dan mengajar kaedah dan teknik baru kepada murid untuk menjawab soalan.

Salah satu teknik tersebut adalah penggunaan kemahiran visualisasi dalam soalan penyelesaian masalah Matematik. Kajian yang telah dilakukan ini membuktikan bahawa murid mendapat banyak faedah apabila menjawab soalan penyelesaian masalah Matematik dengan kemahiran visualisasi. Seterusnya, tahap pemahaman terhadap kehendak soalan dapat dipertingkatkan dengan kemahiran ini. Dalam abad ke-21 ini, para guru ditugaskan untuk mendidik dan mengajar murid mengenai Kemahiran Beraraskan Tinggi (KBAT) dan juga cara untuk berfikir secara kreatif dan kritis. Jadi, murid perlu mengetahui tentang kemahiran seperti ini untuk berfikir luar dari kotak (*think out of the box*) apabila diberi sesuatu soalan atau masalah. Dapatan kajian membuktikan bahawa kemahiran visualisasi juga telah membantu para murid untuk berfikir secara luas dan mendalam.

Oleh yang demikian, guru perlu mengambil inisiatif untuk mengajar kemahiran visualisasi ini kepada murid yang berada dalam golongan cemerlang, sederhana dan pemulihan. Dengan ini, tanggapan negatif murid terhadap kemahiran ini dapat diperbetulkan. Murid juga dapat menguasai kemahiran visualisasi dan dapat meningkatkan tahap pencapaian mata pelajaran Matematik dengan menggunakan kemahiran ini semasa menjawab soalan pada masa akan datang.

## RUJUKAN

- Aumi Syahidah (2007). "Tahap Kemahiran Visualisasi Tahap Keupayaan Visualisasi."  
Atherton, J.S. (2005). "*Learning and Teaching: Experiential Learning*". Dimuat turun pada November, 2015, daripada <http://www.learningandteaching.info/learning/experience.html>.  
Entwistle, N. (1981). "*Styles of Learning And Teaching*". New York: John Wiley andSons.

- Fall,W. (2011). A Century Of Leadership In Mathematics And Its Teaching. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 2, 1-13
- Giorgio,T.B. (1998). Visualization and Didactics of Mathematics in High School: an experimental research. *Scientia Paedagogica Experimentalis*, 1, 161-180.
- Iliada,E., & George,P. (2010). The Functions Of Pictures In Problem Solving. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 20(1), 327-334.
- Jennifer.W. (2011). Developing Fraction Sense Using Digital Learning Objects. *The Australian Association of Mathematics Teachers (AAMT) Inc*, 30, 153-166.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2014). *Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran Matematik SJKT Tahun*. Retrieved from <http://www.sistemguruonline.my/2014/10/dskpsemua-subjek-tahun-5.html>.
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction*, 20, 47-77.
- Miller, S. P., Butler, F. M., & Lee, K. (1998). Validated practices for teaching mathematics to students with learning disabilities: A review of literature. *Focus on Exceptional Children*, 31, 1-24.
- Mohd.S. N. (2010). Tahap Kemahiran Visualisasi Dan Gaya Pembelajaran Pelajar Pelajar Daerah Johor Bahru Dalam Mata Pelajaran Lukisan Kejuruteraan. *Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia*. 1(2). 6-23.
- Norasikin Fabil & Zawawi Ismail (2005). *Visualisasi Maklumat Dalam Pendidikan Masa Kini*. Masalah Pendidikan, Jilid 28, (173 - 183). Universiti Malaya. Kuala Lumpur.
- Noor Azean Atan dan Zaidatun Tasir. (2008). *Visualization Application through Computer Network Learning System (V-Conels) in Authentic Learning Environments for Teachers*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Odum, A.L. & Barrow, L.H. (1995). *Development and Application of a Two-tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understanding of Diffusion and Osmosis after a Course of Instruction*, *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 45-61.
- Odum, A.L. (1995). *Secondary and College Biology Students' Misconceptions About Diffusion and Osmosis*. *American Biology Teacher*, 57(7), 409-415.
- Othman Lebar (2002). *An Assessment of Change in Teacher Education: Implication And Possible Solutions*. Proceedings of the Inaugural UPSI International Teacher Education Conference 2002. Faculty of Cognitive and Human Development. Tanjong Malim. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Othman Lebar (2007). *Penyelidikan Kualitatif: Pengenalan kepada Teori dan Metod*. Tanjong Malim. Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Ozmen, H. (2010). *Visual Thinking*. Dimuat turun pada 12/11/2015 [http://en.wikipedia.org/wiki/visual\\_thinking](http://en.wikipedia.org/wiki/visual_thinking).
- Rajendran Nagappan (2008). *Teaching & Acquiring Higher - Order Thinking Skills: Theory & Practice*. Tanjong Malim. Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Ramadas, J. (2009). *Visual and Spatial Modes in Science Learning*. *International Journal of Science Education*. Vol 31(3), 301-318.
- Rohaida Mohd. Saat (1997). *Perbandingan Kurikulum Sains*. Masalah Pendidikan, Jilid 20, 33-43. Kuala Lumpur. Fakulti Pendidikan Universiti Malaya. ISSN 0126-5024.
- Roszelina.A.R. (2014). Proses Penjanaan Visualisasi Mental Dalam Kalangan Pelajar Biologi Bagi Konsep Abstrak Osmosis. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 4(1), 97-122.
- Sorby, S. A., Gorska, R., & Leopold, C. (1998). *Gender Differences in Visualization Skills - An International Perspective*. *Engineering design Graphic Journal*. (62), 9-18.

