

Pembinaan Perisian Pembelajaran Berpandukan Komputer (PBK) Jenis Tutorial Berasaskan Teori Konstruktivisme Matematik Tingkatan Satu – “Fraction”

Mohd Fadzli Ali¹ & Fuziyah Man¹

¹Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia 81310 Johor, Malaysia

ABSTRAK: Matematik sering dikaitkan dengan konsep dan idea abstrak yang sukar difahami dan digambarkan dengan jelas. Perisian Berbantuan Komputer (PBK) merupakan salahsatu cara penggunaan komputer dalam pendidikan. Komputer mempunyai pelbagai kelebihan dan keistimewaan yang menarik dalam pengintegrasian elemen-elemen multimedia seperti teks, grafik, video dan animasi. Sehubungan itu, projek ini memanfaatkan kelebihan dan keistimewaan tersebut bagi menyediakan satu perisian multimedia pembelajaran berbantuan komputer (PBK) jenis tutorial berasaskan pendekatan konstruktivisme untuk topik pecahan tingkatan satu. Strategi pembelajaran di dalam perisian ini berdasarkan tutorial dan teori pembelajaran konstruktivisme merupakan asas pembangunan. Perisian ini menggunakan Model Hanaffin & Peck untuk merekabentuk dan membangunkan perisian PBK ini. PBK ini menyediakan keupayaan visualisasi dan animasi serta ciri-ciri multimedia yang lain bagi tujuan memudahkan proses pembinaan konsep pecahan. Ia juga menyediakan situasi pembelajaran yang interaktif serta pengguna bebas untuk mengawal pembelajarannya. Latihan yang terdapat dalam PBK ini diasingkan mengikut kemampuan pelajar dan turut disediakan aktiviti menarik di dalam PBK ini sebagai rekreasi minda. Pakej pembelajaran multimedia yang dibina adalah berasaskan perisian *Macromedia Authorware 7.0* dan beberapa perisian sokongan yang lain seperti *Adobe Photoshop CS2*, *Recorder Sound Forge 9.0*, *Ulead Cool 3D* dan *Macromedia Flash Profesional*.

Katakunci: *Perisian Pembelajaran Komputer PBK, Tutorial Matematik, Teori Konstruktivisme, Pecahan*

ABSTRACT: Mathematics often associated with concepts and abstract ideas which are difficult to be understood and visualized. The Computer Aided Learning (CAL) is one of the computer utilization in education. Computer has its own advantages and specialities which integrates multimedia elements such as text, graphic, video, audio and animation. Considering that, this project benefits the advantages and specialities by designing a constructivism based tutorial type of Computer Aided Learning (CAL) multimedia software for KBSM Mathematics form 1 on Fraction. The learning strategy for this software is a tutorial type and using the constructivism theory as the frame of development. For the design and development stages, this software using the Hanaffin and Peck Model. This CAL multimedia software has provided visualizations and animations ability with other multimedia features to simplify the process of constructing concepts of fraction. It also provides interactive learning and users are given full control over the learning process. Difference types of exercises were provided for students with different abilities. Furthermore, there are also some interesting additional activities for relaxation. Mainly, this multimedia software package was developed using the *Macromedia Authorware 7.0* and was supported by other software such as *Adobe Photoshop CS2*, *Recorder Sound Forge 9.0*, *Ulead Cool 3D*, and *Macromedia Flash Profesional*.

Keywords: *Computer Aided Learning CAL, Mathematics Tutorial, Constructivism Theory, Fraction*

1.0 PENGENALAN

Matematik ialah satu bidang ilmu yang melatih minda supaya berfikir secara mantik dan bersistem dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan. Sifat matematik secara tabiinya menggalakkan pembelajaran yang bermakna dan mencabar pemikiran. Dengan sebab itu matematik ialah antara bidang yang terpenting dalam sebarang usaha pembinaan insan. Berasaskan kepada Falsafah Pendidikan Kebangsaan, Kurikulum Matematik ini telah diolah dan disusun semula. Langkah yang diambil ini adalah selaras dengan keperluan untuk menyediakan pengetahuan dan kemahiran matematik kepada murid-murid yang mempunyai latar belakang dan keupayaan yang pelbagai. Dengan pengetahuan dan kemahiran tersebut, mereka berkemampuan untuk meneroka ilmu, membuat adaptasi, modifikasi dan inovasi dalam menghadapi atau menangani perubahan dan cabaran masa depan.

Setelah KBSM berusia lebih dari 10 tahun, didapati amalan guru dalam melaksanakan kurikulum tersebut, pada keseluruhannya adalah masih berpusatkan kepada guru dan terikat dengan kaedah tradisional (JNS 1996; Abdul Razak & rakanrakan 1996; Saw Kian Swa 1996; Agness Voo 1996; Fatimah 1996 dan Amir 1996). Dari sudut pedagogi, amalan guru masih sama dengan dasar kurikulum lama (KLSM) yang menekankan kaedah hafalan. Aspek lain seperti pemahaman, amalan dan penghayatan kurang diberi perhatian yang sewajarnya. Aktiviti yang melibatkan murid secara aktif sangat terhad (Nik Azis, 1992). Menurut laporan Jemaah Nazir Sekolah (1996), masih terdapat kira-kira 25 % daripada guru-guru sekolah menengah yang masih kurang pengetahuan, kefahaman dan kemahiran dalam pelajaran yang disampaikan mengikut kehendak dan keperluan KBSM. Termasuk juga di kalangan guru-guru yang pernah mengikuti kursus orientasi KBSM.

Oleh itu, Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) telah dapat dikenal pasti sebagai bahan yang dapat membantu guru dan pelajar di dalam kelas untuk meningkatkan pengetahuan dan pengalaman mereka dalam mata pelajaran yang diikuti. Penggunaan teknologi yang bersesuaian dan berkesan dapat membantu meningkatkan pencapaian dan penguasaan hasil pembelajaran yang dikehendaki (PPK, 2000). Sehubungan itu, teknologi seharusnya tidak dianggap sebagai pengganti kepada guru tetapi sebaliknya mempertingkatkan dan merangsang pembelajaran secara lebih berkesan. Kementerian Pendidikan sedang berusaha menyediakan bahan PBK yang melibatkan empat mata pelajaran iaitu Matematik, Sains, Bahasa Melayu dan Bahasa Inggeris yang akan digunakan oleh pelajar-pelajar.

2.0 LATAR BELAKANG MASALAH

Masalah kesukaran pelajar memahami matematik masih menjadi agenda utama pendidikan yang belum selesai sehingga ke hari ini. Menurut laporan prestasi PMR 2001, (KPM, 2001) menunjukkan pencapaian murid untuk kertas 1 yang melibatkan pecahan tidak memuaskan. Prestasi pelajar yang boleh menjawab dengan tepat soalan berbentuk pecahan adalah antara 31.5% hingga 41.1% sahaja. Manakala bagi kertas II, hanya 44.4% sahaja pelajar yang boleh menjawab soalan yang berbentuk pecahan dengan tepat. Masih ramai pelajar menghadapi masalah dalam pembelajaran konsep pecahan (Novillis, 1976; Wearne-Hiebet & Hiebert, 1983), kerana masalah pelajar yang tidak dapat mengaitkan hubungan bahagian/seluruh (part/whole relationship) dan tidak kurang pendedahan untuk memperkukuhkan pembinaan konsep pecahan. Oleh yang demikian, timbullah kesedaran di kalangan pendidik matematik bahawa bentuk alternative perwakilan visual diguna sebagai perantara antara kuantiti berkadar dan perwakilan numerikal yang lazim (Moss & Case, 1999).

Kelemahan dalam memahami konsep pecahan dan lemah dalam menangani operasi asas menyebabkan murid-murid tidak dapat menambah pecahan dengan tepat. Selain itu, kekurangan latihan dan ketidakupayaan untuk mengingati algoritma penambahan pecahan menyebabkan murid-murid yang lemah tidak dapat menguasai operasi di dalam pecahan (Mohd Fadzly, 2004). Ciri matematik yang kebanyakannya mempunyai konsep yang saling berkait secara berhirarki, dimana pemahaman sesuatu konsep adalah bersandar kepada pemahaman konsep-konsep sokongan yang lain adalah antara punca pelajar menghadapi masalah kesukaran memahami matematik (Maznah, 2000). Selain itu, di dalam setiap konsep terkandung prinsip, hukum, pola, hubungan dan sebagainya. Untuk menyelesaikan masalah matematik pelajar perlu menguasai kemahiran tertentu. Menurut Maznah (2000) lagi, pelajar yang lemah biasanya sukar memahami konsep dan kurang menguasai kemahiran matematik, menyebabkan mereka tidak boleh menyelesaikan masalah matematik dengan baik. Mereka ini juga sering melakukan kesilapan kerana kurang memahami konsep walaupun pada peringkat asas selain daripada kesilapan menentukan rumus yang sesuai dan kesilapan dalam pengiraan.

Menurut Briner (1999), murid membina pengetahuan mereka dengan menguji idea dan pendekatan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman sedia ada, mengaplikasikannya kepada situasi baru dan mengintegrasikan pengetahuan baru yang diperoleh dengan binaan intelektual yang sedia wujud. Manakala teori pembelajaran memainkan peranan penting dalam menentukan keberkesanan sesuatu pengajaran dan pembelajaran dalam bidang pendidikan. Gagne (1985), mendefinisikan tujuan teori dalam pembinaan perisian adalah untuk mewujudkan satu perhubungan yang seimbang antara tatacara arahan dengan kesan ke atas proses pembelajaran dan jangkaan pembelajaran yang dapat dihasilkan melalui proses-proses tersebut. Aplikasi teknologi multimedia yang berpandukan teori-teori pembelajaran yang relevan dalam pembinaan perisian pembelajaran berbantuan komputer (PBK) memainkan peranan yang penting dalam membekalkan beberapa program pengajaran yang sesuai dalam usaha untuk merealisasikan potensi pelajar dengan sepenuhnya.

Masalah demikian perlu diatasi dengan segera dikalangan pelajar tingkatan satu kerana nombor pecahan sangat berguna dalam kehidupan seharian terutamanya apabila nombor bulat tidak dapat memberi penyelesaian kepada sesuatu masalah (kerslake,1986). Sepertimana masalah 5 biji epal hendak dibahagikan kepada 6 orang pelajar, di mana masalah ini nampaknya mudah dan konkrit, tetapi penyelesaiannya tidak akan wujud tanpa penglibatan nombor pecahan. Pengenalan kepada nombor pecahan biasanya akan menimbulkan kekeliruan sehingga pelajar tidak dapat memahami konsep nombor pecahan dengan sempurna (Lee, Ai Tai, 1998).

Oleh itu, penghasilan PBK ini diharap dapat memenuhi kriteria bukan hanya bagi Sekolah Bestari, tetapi juga bagi sekolah biasa dalam usaha membantu pelajar mempelajari serta memahami konsep bagi tajuk pecahan. Tajuk pecahan ini dipilih dalam kajian ini memandangkan pecahan merupakan salah satu kemahiran asas dalam matematik selain dari nombor bulat (Zeti Marjan, 2000) yang perlu dikuasai oleh semua pelajar.

3.0 PERNYATAAN MASALAH

Konsep pecahan merupakan salah satu konsep matematik yang abstrak dan sukar difahami serta dikuasai pelajar khasnya diperingkat sekolah menengah. Kenyataan ini disokong oleh Jaya Seelam (1999), yang menyatakan bahawa topik pecahan adalah salah satu topik yang mencabar bagi pelajar-pelajar sekolah. Untuk mengatasi masalah ini, penyelidik ingin membangun sebuah perisian berbantuan komputer (PBK) kerana ianya merupakan suatu pengajaran terancang menggunakan bahan perisian kursus. Dalam mengatasi masalah pecahan dikalangan pelajar tingkatan satu penyelidik telah memilih pendekatan

konstruktivisme sebagai kaedah untuk meningkatkan kefahaman dalam topik pecahan. Pendekatan ini bertitik tolak daripada pandangan behaviorisme yang mengkaji perubahan tingkahlaku sehingga kepada kognitivisme yang mengkaji tentang cara manusia belajar dan memperoleh pengetahuan yang menekankan perwakilan mental.

4.0 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian adalah untuk:

- i. Mendedahkan pelajar dengan penggunaan perisian PBK dalam proses Pembelajaran
- ii. Membantu pelajar tahap menengah rendah mengukuhkan kefahaman konsep pecahan.
- iii. Memberi peluang pelajar belajar dan mengulangkaji sendiri megikut tahap kebolehan masing-masing.
- iv. Melahirkan minat dan keseronokkan untuk belajar matematik melalui aktiviti interaktif.

5.0 SOROTAN KAJIAN

5.1 Teori konstrutivisme

Dalam teori konstruktivisme, pelajar tidak lagi dianggap belajar daripada apa yang diberikan oleh guru tetapi pelajar secara aktif membina realiti mereka sendiri dan pada masa yang sama mengubahsuai realiti tersebut (Dick 1997). Dick (1997) turut menyatakan bahawa konstruktivisme hanya mencadangkan kaedah dalam mana persekitaran pembelajaran boleh disusunatur dan diurus supaya dapat membekalkan pelajar dengan konteks terbaik untuk belajar.

Antara prinsip-prinsip konstruktivis meliputi pembelajaran konstruktivisme ialah satu proses yang aktif (Simons, 1993; Janassen, et. al, 1993; Merrill, 1991; Perkins, 1991) satu proses yang konstruktivis (Simons, 1993; Janassen, et. al, 1993; Knuth dan Cunningham, 1993; Dick, 1991; Merrill, 1991), satu interpretasi peribadi terhadap pengalaman (Merrill, 1991; Duffty dan Jonassen, 1991), satu pembelajaran secara kawalan sendiri, iaitu Self-regulated learning (Simons, 1993), satu proses yang reflektif (Simons, 1993; Janassen, et. al, 1993), satu proses yang kumulatif (Simons, 1993) satu proses yang berorientasikan matlamat (Simons, 1993), satu proses yang diagnostic (Simons, 1993), satu pembelajaran kolaboratif (Merrill, 1991) dan satu proses perubahan mental yang dapat disesuaikan hasil daripada pengalaman yang dialami dalam dunia (Von Glassersfeld, 1989;1995). Golongan konstruktivis juga menyatakan bahawa ilmu adalah satu entiti yang dibina oleh setiap pelajar melalui proses pembelajaran (Briner 1999). Golongan konstruktivis juga percaya ilmu adalah sesuatu yang tidak boleh dipindahkan tetapi ianya dibina oleh setiap pelajar (Briner 1999).

Di dalam konstruktivisme ilmu adalah sesuatu yang relatif dan berubah mengikut masa. Menurut prinsip konstruktivisme lagi proses pembelajaran bertindak sebagai fungsi penyesuaian. Pembelajaran bukan merupakan tempat simpanan maklumat tetapi ia adalah merupakan pengetahuan peribadi yang berguna. Teori ini sesuai untuk tajuk yang mudah difahami oleh pelajar melalui pendedahan yang minima. Sebagai contoh kefahaman pelajar keatas prinsip koordinat dan garis pada awal proses pembelajaran akan memudahkan pelajar untuk belajar secara sendiri perintah yang melibatkan penghasilan objek segi empat dan bulat di mana proses pembinaan objek ini melibatkan kefahaman yang betul terhadap prinsip koordinat dan perintah garis.

5.2 Amalan pengajaran dan pembelajaran secara konstruktivisme

Sejak pertengahan tahun 1980-an, konstruktivis memainkan peranan yang utama dalam pendidikan. Terdapat dua tanda kedudukan konstruktivis dalam membantu membimbing keberkesanan pengajaran dan pembelajaran matematik. Pertama, membina ilmu pengetahuan adalah usaha aktif yang dimainkan oleh pelajar (Baroody, 1987). Idea baru dibina dan difahami dengan mengaitkan idea baru dengan idea lama. Kedua, jaringan atau skema kognitif yang wujud dalam minda pelajar adalah factor utama yang menentukan bagaimana sesuatu idea itu dibina. Jaringan ini adalah produk pembinaan ilmu pengetahuan dan pengembangan konsep matematik.

Bruner (1960) mengalakkan pemikiran secara logik dan cuba jaya oleh pelajar sendiri, beliau juga mengutamakan pembelajaran secara induksi, yakni dari sesuatu yang umum membawa kepada sesuatu yang khusus dan mengutarakan pembelajaran konsep atau kategori dan hubungan dengan konsep-konsep yang lain. Bagi Ausubel (1968) pula, beliau mengutamakan pembelajaran secara yang bermakna, kerana dengan ini sesuatu maklumat yang baru dapat diasimilasikan dengan struktur kognitif yang sedia ada, dan dengan demikian mengembangkan struktur kognitif seseorang untuk menghadapi rangsangan-rangsangan baru yang beraneka jenis (Noor Shah, 2001).

Model pembelajaran secara konstruktivisme mencadangkan bahawa sesuatu pengajaran melibatkan perubahan konsepsi individu, disamping penambahan pengetahuan yang baru. Pembelajaran adalah melibatkan interaksi antara konsep lama dan konsep baru yang sedia wujud, dimana hasilnya bergantung kepada sifat interaksi yang kompleks (Benaim, 1995). Sesuatu pembelajaran akan menjadikan lebih berkesan sekiranya apa yang dipelajari oleh pelajar selaras dengan apa yang sedia diketahui dengan pendapat dan pengalaman awalnya. Konteks pembelajarn jenis ini harus cenderung kepada berpusatkan pelajar dimana pelajar menentukan objektif pembelajarn, topik pembelajaran atas cadangan guru sebagai pembimbing. Pelajar menentukan topic penting yang perlu dikuasai dan diberi peluang untuk membentuk pengetahuan dan kemahiran baru dengan menghubungkan pengalaman masa lampau dengan kegunaan masa depan.

Implikasi daripada amalan pembelajaran konstruktivisme, pelajar diharapkan menceburi aktiviti berkumpulan dan penyelesaian masalah harian dengan berpandukan ilmu sedia ada dan mengintegrasikan pengalaman lama dengan hasil penyelidikan terbaru yang diperolehi. Melalui cara ini, mereka mampu memperbetul kerangka alternatif atau salah konsep yang terbawa-bawa selama ini supaya membentuk kefahaman yang sebenar terhadap topik yang dipelajari (Gagne, 1993).

5.3 Membina pengetahuan dan konsep matematik

Dalam proses pembelajaran secara konstruktivis, pelajar perlu membina pengetahuan sendiri tentang konsep matematik. Sementara pengajaran guru adalah untuk mewujudkan satu suasana untuk pelajar memupuk pembinaan mental yang diperlukan. Guru bukan merupakan pemberi ceramah, penerangan atau berkuasa mutlak untuk memindahkan ilmu matematiknya kepada pelajar, tetapi bertindak sebagai pengurus kelas, sebagai seorang pelajar dan penyelidik pada masa tertentu. Pembinaan dan pemahaman konsep baru melibatkan pertalian antara idea lama dengan idea baru dikalangan pelajar. Guru-guru boleh membantu memperkembangkan proses pertalian ini dengan bertanyakan soalan-soalan yang bercorak reflektif seperti: “Adakah idea ini selaras dengan apa yang anda tahu?”, “Bagaimanakah masalah ini dapat disepadankan dengan apa yang anda telah pelajari?” dan “Bagaimanakah masalah ini dihubungkan dengan masalah yang telah anda selesaikan?”.

Pembinaan pengetahuan memerlukan pengetahuan reflektif. Satu anggapan teori konstruktivis ialah pelajar tidak memasuki situasi pembelajaran sebagai bekas yang kosong. Kunci untuk pengajaran dan pembelajaran yang berkesan adalah membantu pelajar menjadi pemikir yang aktif dan reflektif supaya minda mereka boleh membentuk hubungan, membuat kesinambungan dan mengintegrasikan konsep dan prosedur.

Ringkasnya pelajar dapat mempelajari konsep matematik dengan baik. Apabila mereka berusaha membina kefahaman matematik mereka sendiri melalui tiga jenis pengalaman iaitu *hands-on*, *minds-on* dan *authentic*. Pembelajaran jenis "*hands-on*" melibatkan pelajar benar-benar membuat matematik bermula dengan menguji objek fizikal dalam persekitaran untuk mendapatkan pengalaman konkrit. Selepas memperolehi konsep secara konkrit, barulah mereka mampu mempelajari konsep matematik secara abstrak. Seterusnya, "*minds-on*" pula memberikan fokus kepada konsep teras dan proses pemikiran kritikal dalam pelajar supaya mereka dapat menghasilkan konsep matematik dan pertalian dalam minda. Akhirnya pengalaman "*authentic*" atau pengalaman sebenar membantu pelajar menerokai, menemui, membimbing dan membina secara bermakna konsep matematik dalam konteks masalah serta pertalian dengan dunia realiti. Bagi mencapai matlamat ini, guru perlu merancang secara relevan supaya proses pengajaran dan pembelajaran kelihatan realistik dan menarik minat pelajar untuk menceburi penyelesaian masalah tersebut (Pay, 2001).

5.4 Membina pengetahuan dan konsep matematik

Kajian menunjukkan bahawa komputer boleh meningkatkan kefahaman matematik pelajar (Kulik, Bangert dan Williams, 1983). Pengajaran yang mengabaikan salah faham konsep bagi pelajar Sekolah Menengah (*High School*) dalam mempelajari matematik tidak akan berjaya sepenuhnya. Malah ianya membazir masa pelajar dalam mempelajari sesuatu pengetahuan yang tepat. Para guru boleh membetulkan salah faham konsep (*Miskonsepsi*) para pelajar ini menerusi penggunaan perisian komputer (Kulik, Bangert dan Williams, 1983; Driscoll, 1981), di mana perisian komputer melalui persembahan grafik boleh menyampaikan sesuatu konsep matematik dengan jelas kepada pelajar. Pelajar boleh melihat dan mencuba pelbagai aplikasi pada grafik komputer yang dipamerkan untuk membina kefahaman sendiri terhadap konsep tertentu dengan tepat.

Satu kajian implikasi penggunaan komputer sebagai alat bantu mengajar di Sekolah telah dijalankan di Universiti Maryland, Amerika Syarikat. Kajian tersebut mendapati kebanyakan sukatan pelajaran matematik bagi Sekolah Menengah kini masih sama dengan sukatan 30 tahun yang lepas. Oleh itu, isi kandungan dan penekanan pengajaran kini haruslah berubah selaras dengan persekitaran komputer. Kemahiran menyelesaikan masalah atau kefahaman konsep sepatutnya lebih ditekankan dalam pengajaran matematik abad ini. Pendidikan kini sepatutnya didampingi oleh program komputer yang meliputi prosedur dan konsep matematik yang luas. Program komputer juga haruslah berupaya memenuhi permintaan individu dalam menanganai masalah matematik (Bitter, 1987).

Manakala di Universiti Teknologi Papua New Guinea (*Papua New Guinea University of Technology*), pelbagai program komputer dibangunkan untuk membantu pelajar ijazah dalam pembelajaran matematik (Nyonda, 1993). Komputer telah digunakan untuk membekalkan satu persekitaran pembelajaran yang baru di mana pakej aplikasi seperti *Algebra Graf (x)*, *PC-Matlab*, *Minitab Statistical Software* dan *Derive* digunakan. *Algebra Graf (x)* adalah satu alat pengajaran matematik yang digunakan untuk memplot graf fungsi algebra. *PC-Matlab* digunakan dalam pengajaran topik Algebra Linear untuk membantu pelajar mengukuhkan teori yang telah dipelajari. *Minitab Statistical Software* merupakan sistem komputer statistik yang digunakan untuk menyelesaikan pelbagai masalah statistik. Manakala *Derive* digunakan untuk menyelesaikan dan memplot graf bagi sebarang ungkapan

matematik. Dalam semua kajian di atas, telah mengatakan bahawa program komputer merupakan pengajaran dan pembelajaran berbantuan komputer matematik yang berkesan.

5.5 Kesukaran pembelajaran matematik KBSM bagi topik pecahan

Pecahan telah dikenalpasti sebagai topik yang susah dalam pembelajaran matematik di sekolah. Antara sebab-sebabnya adalah penggunaan pecahan tidak begitu ketara dalam kehidupan seharian dan ia tidak begitu jelas untuk dinyatakan sifatnya berbanding dengan nombor bulat. Kerslake (1986), di dalam satu kajiannya mendapati 26.6% daripada kanak-kanak yang berumur 14 tahun dan 27.4% yang berumur 15 tahun, menyatakan $4\frac{1}{4}$ cm sebagai 4 cm bakinya 1 cm. Kesilapan ini menunjukkan pelajar-pelajar masih tidak lagi memahami konsep pecahan sebenarnya kerana mereka lebih membiasakan diri dengan mengatakan unit-unit nombor dalam bentuk nombor bulat.

Satu kajian yang dijalankan oleh kumpulan kajian matematik untuk projek *The concept in Secondary Mathematics and Science* ke atas pelajar-pelajar *Chelsea College, London* menunjukkan 16% daripada pelajar tahun 1, 27% daripada pelajar tahun 2, 24% daripada pelajar tahun 3 dan 21% daripada pelajar tahun 4 menjawab $1/10 + 3/5 = 4/15$. Ini menunjukkan pelajar tidak langsung memahami konsep pecahan, mereka melakukan operasi tambah berdasarkan pengetahuan lepas. Bagi soalan pecahan setara $2/7 = \frac{_}{14} = 10/\Delta$, didapati 16% daripada pelajar tahun 3 dan 4, 20% daripada pelajar tahun 1 dan 2 memberikan jawapan 21 dan 28 untuk tempat kosong Δ . Kesilapan ini menunjukkan pelajar-pelajar mencari pecahan setara dengan hanya melibatkan pola bagi penyebut sahaja tanpa membandingkan di antara dua pecahan

Hasemann (1978), di dalam satu kajiannya ke atas pelajar-pelajar yang berumur antara 12-15 tahun menunjukkan kebanyakan pelajar hanya dapat menyelesaikan masalah yang melibatkan pecahan secara hafalan sahaja tanpa memahami konsep pecahan yang sebenarnya. Daripada kajian ke atas penambahan pecahan $1/4 + 1/6$ didapati hanya 14% daripada pelajar dapat memberikan jawapan $5/12$. Terdapat pelajar yang memberikan jawapan $1/4 + 1/6 = 1/10$. Ada yang memberikan jawapan $2/10$ kerana $1/4 + 1/6 = (1+1)/(4+6)$. Di dalam kajiannya juga didapati hanya 19% daripada pelajar dapat menambahkan $1/6 + 1/3$, 35% daripada pelajar menjawab $1/6 + 1/3 = 2/9$, 21% daripada pelajar memberikan jawapan $1/6 + 1/3 = 1/9$.

Manakala di dalam kajian Yap (1982), ke atas 136 orang pelajar yang dipilih daripada darjah enam yang terbaik, menunjukkan pola kesilapan yang nyata ialah “Tidak Menurunkan Pecahan” bagi kedua-dua operasi tambah dan tolak pecahan. Beliau mendapati bahawa “kurang memahami proses yang terlibat” merupakan kategori kesilapan yang nyata dalam penolakan pecahan.

6.0 REKA BENTUK PERISIAN

6.1 Pengenalan Reka Bentuk

Reka bentuk pengajaran amat penting bagi menjamin proses pengajaran dan pembelajaran yang berkesan, efisien dan dapat meningkatkan produktiviti. Sebagai seorang pereka bentuk perisian, menjadi suatu kemestian untuk mengetahui konsep reka bentuk pengajaran yang tepat dan dapat mengaplikasikan model-model reka bentuk pengajaran tersebut ke dalam proses pembinaan perisian yang dibina. Menurut Rozinah Jamaludin (2005), reka bentuk pengajaran adalah satu disiplin tentang kefahaman dan pembaikan proses pengajaran secara sistematik bagi memperolehi gol pengajaran. Manakala menurut Smith & Ragan (1993), reka bentuk pengajaran adalah satu proses yang sistematik yang dapat menerangkan prinsip-prinsip

pengajaran. Tujuan diadakan aktiviti reka bentuk pengajaran ialah untuk mengesyorkan kaedah pengajaran yang optimum yang boleh mengubah pengetahuan pelajar, kemahiran, dan efektif pelajar (Dick & Reiser, 1989; Reigeluth, 1983; Reigeluth, *et al.* 1978).

Terdapat lebih kurang 60 model reka bentuk pengajaran oleh pereka bentuk seperti Model Pendekatan instruksi bersistem Hanaffin & Peck, Model Reka bentuk Landa Algo-Heuristic, Model Penerangan Reigeluth, Model Paparan Komponen Merrill, Model Reka bentuk Motivasi Keller, Model Barbara Seels, Zita Glasgow, Jerrold E. Kemp, William R. Tracey, Robert F. Mager dan lain-lain lagi. Mengikut Kerry Johnson & Lin Foa (1989), gol reka bentuk pengajaran ialah untuk membangunkan perisian dengan lebih baik, cepat dan lebih berkesan bagi alatan pembelajaran supaya kanak-kanak dan orang dewasa boleh mengadaptasikan kepada dunia yang kompleks di sekeliling mereka. Seorang pereka bentuk boleh mereka bentuk penyelesaian kepada masalah pembelajaran. Dia mestilah boleh mereka cipta alatan atau sistem yang lengkap untuk tujuan pengajaran dan pembelajaran dengan mengaplikasikan pengetahuan teori dan praktikal dalam pelbagai disiplin.

6.2 Strategi Pembelajaran

Pelbagai bentuk perisian hasil daripada kepintaran dan kekreatifan manusia telah dihasilkan bagi membantu pelajar di dalam proses pembelajaran mereka. Menurut Rio Sumarni Shariffudin (1992), PBK boleh dikelaskan kepada beberapa kategori mengikut strategi pengajaran yang digunakan. Terdapat pelbagai strategi PBK (Rushby, 1980 dan David H.W, 1998). Manakala mengikut Baharuddin Aris, *et. al.*, (2002) terdapat pelbagai strategi pengajaran yang akan dapat memaksimumkan proses pengajaran dan pembelajaran. Antaranya ialah latihan tubi, tutorial, simulasi, permainan, penyelesaian masalah, penemuan dan eksperimen. Ada di antara strategi tersebut yang berkaitan antara satu sama lain. pembangunan perisian boleh menggunakan satu strategi atau gabungan beberapa strategi yang disenaraikan dalam membangunkan perisian bagi tujuan mempelbagaikan pembelajaran. Dalam kajian ini strategi pembelajaran berdasarkan tutorial akan diberi fokus utama.

6.3 Model Reka Bentuk Pengajaran yang digunakan dalam Pembangunan Perisian.

Perancangan yang sistematik akan menghasilkan perisian yang sempurna dan efisien. Faktor-faktor yang terlibat ialah faktor masa, peralatan, kos serta sumber sumber yang terlibat perlulah dirancang dengan rapi. Ianya untuk memastikan proses pembanguna perisian akan berjalan dengan lancar. Pembangun telah memilih Model Hanaffin & Peck untuk mereka bentuk dan membangunkan perisian PBK ini. Menurut Jamalluddin Harun *et al.* (2001), model ini dipelopori oleh Hanaffin & Peck sendiri pada tahun 1988. Model ini mengandungi 3 fasa yang utama iaitu “*Need Assessment Phase*” (Fasa Analisa Keperluan), “*Design Phase*” (Fasa Rekabentuk) dan “*Develop & Implement Phase*” (Fasa Pembangunan dan Perlaksanaan) (Hannafin & Peck, 1988). Di samping itu, setiap fasa tersebut akan sentiasa melalui proses penilaian dan penyemakan atau pengulangan yang dilaksanakan secara berterusan.

6.4 Reka bentuk Perisian

Dalam proses mereka bentuk sesuatu perisian, ianya boleh dibahagikan kepada 3 bahagian yang utama iaitu Reka bentuk informasi, Reka bentuk Interaksi dan Reka bentuk antra muka. Setiap proses kerja ini saling berhubungan antara satu sama lain dan diperlukan bagi

memastikan perisian yang dihasilkan menepati ciri-ciri serta kualiti sepertimana yang dikehendaki.

6.5 Pemilihan Perisian

Dalam membangunkan perisian PBK ini, perisian yang digunakan ialah “*Macromedia Authoware 7.0*” sebagai perisian yang utama kerana perisian Macromedia Authoware merupakan sebuah perisian yang berkeupayaan tinggi dalam membina sebarang aplikasi multimedia yang interaktif. Macromedia Authoware boleh membina pelbagai bentuk aplikasi antaranya ialah Modal Pembelajaran Interaktif, Persembahan Multimedia, Animasi 2 dimensi, Video Interaktif & Kiosk Informasi, Majalah dan Katalog Interaktif, Simulasi, Prototaip dan Ensiklopedia, Aplikasi Menerusi Web, Permainan Komputer dan banyak lagi. Selain itu bantuan perisian lain yang digunakan dalam membangunkan perisian PBK ini adalah seperti *Adobe Photoshop CS2* untuk mengubahsuai serta melakar imej dan grafik yang menarik, *Recorder Sound Forge 8.0* untuk menghasilkan audio dan mengedit audio, *Macromedia Flash Profesional* digunakan untuk menghasilkan animasi dan *Ulead Cool 3D Studio* juga digunakan untuk menghasilkan animasi teks dan juga grafik. Perisian ini dipilih kerana ia mudah digunakan. Beberapa bentuk pergerakan telah tersedia. Pengguna hanya perlu klik untuk memilih jenis animasi yang dikehendaki dan menentukan masa pergerakan. Dalam projek ini, *Ulead Cool 3D* digunakan untuk memaparkan animasi teks.

6.6 Penyebaran Perisian

Teknologi yang digunakan untuk tujuan sebaran Perisian PBK ini adalah CDROM kerana CD-ROM menyediakan kapasiti storan yang besar dan kelajuan mengakses kepada data bagi sesuatu aplikasi multimedia. Ini bermaksud memasukkan skrin video yang besar kepada produk adalah mungkin. Kelebihan CD-ROM ialah boleh memindahkan data pada kadar 150Kb/sec. Oleh itu, pemacu 40X CD-ROM berupaya menyampaikan 40 kali 150Kb/sec, atau 6 MB data sesaat.

6.6 Penilaian Formatif

Penilaian yang dilakukan disepanjang proses pembangunan perisian dikenali sebagai penilaian formatif. Penilaian formatif merujuk kepada pelbagai aktiviti awalan termasuk menilai halangan-halangan yang tidak dijangkakan dalam pembinaan aplikasi, perubahan dalam kehendak pengguna, masalah-masalah yang di hadapi oleh pengguna dalam menggunakan aplikasi dan sebagainya. Dalam membangunkan perisian PBK ini, penilaian formatif akan dilakukan yang hanya melibatkan penilaian atau ulasan oleh rakan-rakan.

7.0 HASIL PEMBANGUNAN

7.1 Pempekejan untuk penyebaran

Kemudahan dalam menggunakan perisian multimedia yang disebarkan adalah sangat penting kepada pengguna lebih-lebih lagi kepada pengguna yang agak cetek pengetahuan dalam bidang komputer. Oleh yang demikian pempekejan ke atas perisian perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum ianya disebarkan. *Authorware 7.0* adalah bahasa gubahan yang digunakan untuk menyediakan proses pempekejan (*Course packaging*). Melalui proses ini fail dalam bentuk *Authorware 7.0* akan ditukarkan kepada “*stand-alone*”. Ia membolehkan perisian multimedia yang ingin disebarkan boleh dibuka pada mana-mana komputer tanpa

memerlukan intalasi program *Authorware 7.0*. Selain daripada itu juga, pempekejan dapat melingdingi perisian daripada diubah oleh mana-mana pihak. Selepas perisian melalui proses pempekejan, ia direkodkan (*Burn*) ke dalam bahan penyebaran CD-ROM. Pengguna dengan mudah boleh menggunakan perisian dengan hanya klik pada "*Fraction*" dalam CD-ROM menggunakan komputer bersistem windows.

7.2 Kandungan Perisian

Terdapat tujuh kandungan utama dalam perisian multimedia Pecahan tingkatan 1 ini, iaitu *Tutorial, Activity, Test, internet, help, Exit* dan *Glossary*. Ketujuh-tujuh kandungan dalam perisian ini boleh diterokai oleh pengguna melalui paparan menu utama.

i. Montaj

Skrin montaj merupakan permulaan sebelum memulakan pembelajaran. Paparan montaj menggunakan "*Macromedia Flash 7.0*" sepenuhnya. Ianya bertujuan untuk merangsang minat pengguna supaya bersemangat untuk meneruskan pembelajaran mereka. Selepas paparan montaj, nama subjek dan tajuk akan dipaparkan sebagai pengenalan tajuk isi pelajaran kepada pengguna. Pengguna perlu klik pada butang "*Next*" untuk meneruskan pembelajaran. Paparan pengenalan tajuk isi pelajaran ini menggunakan "*Ulead COOL 3D*" sepenuhnya.

ii. Menu Utama

Menu utama dalam perisian ini merupakan halaman utama kepada pengguna dalam meneroka dan memahami tajuk pecahan. Menu utama menyediakan pilihan kepada pengguna untuk memilih secara bebas dengan hanya klik pada butang *Tutorial, Activity, Test, internet, help* dan *Glossary*. Kebebasan memilih mengikut kehendak pengguna membantu pengguna memahami tajuk pecahan mengikut gaya pembelajaran mereka sendiri dan ini akan mewujudkan suasana virtual reality iaitu satu persekitaran di mana pengguna berkecimpung dan interaksi sambil memainkan peranan dalam program perisian (Rozinah Jamaluddin, 1996). Selain daripada itu butang keluar, glosari dan juga bantuan disediakan bagi memudahkan pengguna keluar daripada perisian dan mendapatkan penerangan berkaitan perisian sekiranya diperlukan pada bila-bila masa.

iii. Tutorial

Bahagian "*Tutorial*" adalah bahagian dimana sesi pembelajaran bermula. Tutorial menyampaikan isi pelajaran pecahan mengikut sukatan pelajaran matematik KBSM tingkatan 1. Terdapat enam pilihan tajuk tutorial yang boleh dipilih oleh pengguna iaitu "*Introduction, Equivalent Fraction, Mixed Number, Proper And Improper Fraction, Addition And Subtraction of Fraction and Multiplication And Division of Fraction*". Setiap bahagian di dalam tutorial mengandungi paparan nota dalam bentuk animasi supaya pengguna lebih mudah difahami bagaimana sesuatu pecahan itu ditakrifkan. Dengan animasi ini juga, pengguna akan dapat mengetahui langkah satu persatu bagaimana sesuatu masalah itu diselesaikan. Ini adalah lebih sistematik serta efektif kepada pengguna itu sendiri.

Aktiviti bagi setiap isi pelajaran disediakan bersama dengan nota agar kefahaman pengguna terhadap sesuatu bahagian dapat diuji serta ditingkatkan lagi. Aktiviti yang disediakan mengrangkumi pilihan jawapan yang betul menaip jawapan serta aktiviti "*Dran and Drop*". Bagi setiap aktiviti yang terdapat dalam perisian ini, pengguna akan memberikan

panduan jika pengguna salah menjawab soalan yang dikemukakan. Respon betul akan dipaparkan jika pengguna dapat menyelesaikan aktiviti yang disediakan. Penyampaian tutorial yang bercorak memberi pilihan kepada pengguna dalam menentukan apa yang ingin mereka pelajari membolehkan pembinaan ilmu berlaku dalam mental individu melalui pengalaman dan peranan aktif dalam aktiviti pembelajaran (*constructivism*). Pendekatan ini boleh menyediakan suasana pembelajaran yang menyokong pembinaan matematik (*Mathematical Construction*), (Zaleha Ismail, 1996)

iv. Aktiviti

Bahagian ini, "*Activities*" disediakan sebagai rekreasi minda. Pengguna dapat merehatkan minda mereka dengan mencuba permainan yang disediakan pada bahagian ini. Permainan yang dinamakan "*Jasmine & Aladdin*". Jasmine meminta Aladdin membawa dia pergi ke satu tempat yang menarik. Tetapi Aladdin memberi satu syarat kepada Jasmine dimana Jasmine perlu menjawab soalan yang dikemukakan oleh Aladdin terlebih dahulu. Jika Pengguna dapat menjawab segala soalan yang diberikan dengan betul, pengguna akan dapat mengetahui tempat yang ingin ditujui oleh Jasmine.

v. Ujian

Bahagian ini, "*Test*" adalah bertujuan untuk menguji sejauh mana kefahaman pengguna terhadap tajuk pecahan. Bahagian ini dibahagikan kepada tiga set, iaitu "*easy, medium* serta *expert*".

Pengguna perlu menjawab 10 soalan bagi setiap set easy, medium dan expert. Arahan atau panduan akan diberikan terlebih dahulu sebelum memasuki setiap set soalan. Soalan-soalan ini akan dikeluarkan secara rawak setiap kali pengguna memasuki bahagian ini. Soalan-soalan yang terdapat di dalam setiap set merangkumi pilihan jawapan betul, taipan jawapan betul serta "*Drag and Drop*". Jumlah jawapan betul serta peratus akan dipaparkan pada setiap set soalan setelah pengguna selesai menjawab semua soalan yang diberikan. Tetapi markah juga akan dipaparkan pada setiap satu soalan. Markah yang akan diberikan berdasarkan jumlah soalan yang dijawabkan sahaja.

vi. Internet

Bahagian ini "*Internet*" adalah bertujuan untuk menyediakan kepada pelajar maklumat tambahan mengenai pecahan. Apabila pengguna klik pada butang internet pada bahagian menu utama, secara automatik akan disambungkan terus ke talian internet. Di sini pengguna boleh mencari laman web pecahan dengan hanya menaip "*Fractions*" pada ruang yang disediakan. Dengan cara ini, pengguna boleh memanfaatkan penggunaannya sebagai cara untuk mendapatkan maklumat tambahan selain daripada nota yang disediakan dalam perisian.

vii. Bantuan/Info

Paparan "*Help*" memberi ruang kepada pengguna untuk merujuk penggunaan perisian ini. Penerangan diberikan secara terperinci berkenaan ikon-ikon yang digunakan dalam perisian ini. Ianya bertujuan untuk memandu pengguna agar perjalanan proses pembelajaran sendiri pengguna lebih tersusun dan bersistematik. Pengguna akan klik butang "*Home*" untuk kembali ke menu utama.

viii. Glosari

Skrin paparan “*Glossary*” bertujuan untuk memberikan definisi istilah-istilah yang sukar difahami oleh pengguna berkaitan dengan tajuk pecahan. Pengguna boleh klik pada butang A hingga Z untuk mendapatkan maksud sesuatu perkataan. Perkataan-perkataan yang disediakan hanya melibatkan tajuk pecahan sahaja.

ix. Keluar

Paparan “*Exit*” akan dipaparkan apabila pengguna klik butang “*exit*”. Setiap paparan terdapat butang keluar. Ini membenarkan pengguna boleh menamatkan sesi pembelajaran mengikut kehendak mereka pada bila-bila masa. Terdapat pilihan pada skrin paparan tamat. Sekiranya pengguna memilih “*Yes*” maka pengguna akan menamatkan perisian dan di sini terpapar maklumat peribadi pembangun. Sekiranya pengguna memilih “*No*” maka pengguna akan kembali ke menu utama. Ini bermakna mereka akan meneruskan pembelajaran semula.

8.0 PERBINCANGAN

Proses pembinaan perisian berasaskan CD-ROM bagi tajuk pecahan bersifat interaktif dan sesuai digunakan bagi tujuan pengajaran dan pembelajaran murid. Penyampaian isi pelajaran diolah dengan baik dengan mengaplikasikan teori pembelajaran iaitu teori konstruktivisme dengan strategi PBK. Dalam proses membangunkan perisian ini, terdapat beberapa masalah yang dihadapi oleh pembangun sepanjang perisian ini dibangunkan sepenuhnya. Antara masalah tersebut ialah factor kepakaran, faktor teknikal serta faktor kewangan.

Penggunaan perisian *Authorware 7.0* sebagai perisian pengarang benar-benar mencabar kemampuan dalam menghasilkan perisian yang mesra pengguna dan tidak mengelirukan. Rujukan demi rujukan perlu dilakukan demi memahirkan diri dengan perisian tersebut disamping beberapa perisian sokongan yang lain. Selain itu, kekurangan pengalaman dalam memelihara kesinambungan isi kandungan perisian, masa yang agak lama diperuntukkan untuk membuat pemilihan warna latar belakang, butang navigasi, warna tulisan dan jenis tulisan yang digunakan. Pelbagai rujukan telah dibuat bagi menghasilkan visual yang benar-benar baik serta sesuai dengan apa yang hendak disampaikan.

Walaupun spesifikasi peralatan yang digunakan untuk tujuan pembangunan perisian telah memenuhi keperluan minimum, namun masalah teknikal tetap tidak dapat dielakkan. Masalah-masalah seperti komputer “*hang*”, serangan virus serta prestasi kelajuan komputer yang agak perlahan ketika menggunakan perisian pengarang adalah antara perkara utama yang kerap mengganggu proses pembinaan perisian ini. Namun begitu, hasil dari rujukan serta bantuan kawan-kawan, masalah tersebut dapat diatasi dengan baik.

Penggunaan perisian pengarang yang mampu menyepadukan pelbagai media juga banyak membantu bagi menghasilkan perisian yang lebih interaktif, menarik serta berkesan kepada pengguna. Perisian ini ternyata mampu menyaingi kemampuan perisian bahasa pengarang yang lain seperti *Macromedia Flash* dalam menghasilkan PBK yang meliputi pelbagai aras penggunaan seperti perisian pengarang multimedia dan halaman web, perisian grafik dan animasi dan juga pengaturcaraan berasaskan objek.

Hasil dari penilaian yang dijalankan terhadap sebahagian pengguna, menunjukkan bahawa perisian ini amat sesuai digunakan bagi tujuan pengajaran mahupun pembelajaran. Perisian ini dikatakan menarik disebabkan terdapat banyak gambarajah dan tulisan yang berwarna-warni yang boleh menarik minat pelajar tingkatan satu untuk belajar tajuk pecahan. “*Aksesori*” yang banyak memudahkan pelajar memahami isi kandungan pelajaran. Selain itu,

reka bentuk pengajaran serta reka bentuk skrin yang digunakan menjadikan perisian ini amat selesa digunakan serta mampu menarik serta mengekalkan minat pengguna.

Namun begitu, maklum balas dari pengguna amat diperlukan bagi tujuan peningkatan kualiti dari masa kesemasa. Dengan terhasilnya perisian multimedia berasaskan CD-ROM ini diharapkan dapat dijadikan salah satu sumber pengajaran dan pembelajaran bagi membantu pelajar memahami konsep pecahan dengan lebih jelas. Perisian ini juga boleh dijadikan rujukan bagi pembinaan perisian-perisian lain yang berdasarkan kepada penggunaan perisian *Authorware 7.0*.

RUJUKAN

- Abd. Razak Habib, Abd. Rashid Johar, Abdullah Md. Noor Dan Puteh Mohd (1996). "Pelaksanaan KBSM dalam mata pelajaran matematik, sains dan sains sosial di sekolah." Kertas kerja Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. KPM: IAB.
- Agness Voo. (1996). "Kesepaduan Dalam Pengajaran Dan Pembelajaran Matematik KBSM." Kertas kerja Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. KPM:IAB.
- Amir Salleh (1996). "Ringkasan Laporan Kajian Penilaian KBSM: Survey Sekolah(Fasa II)". Kertas yang dibentangkan dalam Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. IAB : KPM
- Amin Senin (1993). "Memahami Matematik Pra Sekolah Dan Sekolah Rendah." Kuala Lumpur : Dewan Bahasa & Pustaka.
- Ausubel, D.P. (1968). "Educational Psychology: A Cognitive View." New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Baharuddin Aris, Rio Sumarni Shariffudin Dan Manimegalai Subramaniam (2002). "Reka Bentuk Perisian Multimedia". Johor Bahru. Penerbit Universiti Teknologi Malaysia.
- Bitter, G.G. (1987). "Educational Technology and the Future of Mathematics Education." *School Science and Mathematics*. **87** (6). 454-456.
- Brooks, J.G & Brooks, M.G. (1993). "In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms." Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bruner, J. (1960). "The Process Of Education." New York: Vintage Book.
- Cockcroft, W.H. (1986). "Mathematics Counts." London: HMso
- Dewey, J. (1963). "Experience and Education (31st ed)" New York: Mcmillan.
- Dickinson, L. (1987). "Self-instructions in language learning." Cambridge University Press.
- Dick, W., & Reiser, R.A. (1989). "Planning Effective Instruction." Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Dick, W., (1991). "An Instructional Designer's View Of Constructivism." *Educational Technology*. **31**(5). 41-44
- Duffy, T. M. and Jonassen, D. H. (1991). "Constructivism: New Implication For Instructional Technology?" *Educational Technology*. **31**(5). 7-12
- Dugdale, S. (1984). "Computers: Application Unlimited." alm Hansen, V.P and Zweng, M. J. (Eds). "Computers in Mathematics Education: 1984 Yearbook." Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Fatimah Salleh (1996). "Skim Penyelesaian Masalah Bagi Guru Matematik KBSM."
- Funkhouser, C. and Dennis, J.R. (1992). "The Effect of Problem-Solving Software on Problem-Solving Ability." *Journal of Research on Computing in Education*. **24** (3). 338-347.
- Funkhouser, 1993; Henderson and Landersman, 1992; Chazan, 1988; Mc Coy; Al Ghamdi, 1987)

- Gagne, R.M. and Briggs, L.J. (1979). "Principles of Instructional Design." New York: Holt, Rinehart and Winson, Inc.
- Gagne, R.M. (1985). "The Condition of Learning and Theory of Instruction." New York: CBS Publishing
- Hasemann, K. (1981). "On difficulties and Substraction of Fraction", Educational Studies in Mathematics 12, N0 1, 71-78.
- Hanafin, M. J., & Peck, K.L. (1988). "The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software." New York: Macmillian Publishing Co.
- Henderson, James G. (1996). "Reflective Teaching: The Study of Your Constructivist Practices". London Prentice Hall.
- Ibrahim Md. Noh. (1994). "Reformasi pendidikan matematik." Kertas kerja Seminar Kebangsaan Pakar Pendidikan Matematik Rendah. Bangi: BPG.
- Jamalludin Harun, Baharuddin Aris Dan Zaidatun Tasir (2002). "Pembangunan Perisian Multimedia: Satu Pendekatan Sistematis". Kuala Lumpur: Venton Publishing. 33-35.
- Jemaah Nazir Sekolah (1996). "Perlaksanaan Program KBSM Dalam Bilik Darjah." Kertas Kerja Seminar Kebangsaan Penilaian KBSM. KPM: IAB.
- Johnson, Kerry, A., & Foa, Lin, J., Eds. (1989). "Instructional Design : New Alternatives for Effective Education and Training." New York: Macmillan Publishing Company.
- Kamus Dewan (2005). Kuala Lumpur. Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Kerslake, D. (1986). "Fraction: Children's Strategies Error: A report of the Strategies And Error In Secondary Mathematics Project." The Nfer Nelson Pub.Co.
- Kementerian Pendidikan Malaysia (1997). "Sekolah Bestari di Malaysia: Suatu Lonjakan saujana." Kertas Kerja Seminar Sekolah Bestari. Kuala Lumpur: KPM.
- Kerslake, Daphne (1996). "Fraction: Children's Strategies and errors." Windsor: Nefr-Nelson.
- Knuth, R. A. and Cunningham, D. J. (1993). "Tool For Constructivism." dalm. Duffy, T.M., Lowyck, J. and Jonassen, D. H. "Designing Environment For Constructive Learning." New York; Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 163-188.
- Kulik, J.A., Bangert, R.L. and Williams, G.W. (1983). "Effectd of Computer-Based Teaching on Secondry School Students." *Journal of Educational Psychology*. 75(1). 19-26.
- Lembaga Peperiksaan KPM (2001). "Laporan Prestasi PMR 2001." Kuala Lumpur:KPM.
- Lee, Ai Tai (1998). " Penghasilan satu Prototaip Bahan Pengajaran Berbantuan Komputer (PBK) dalam Topik Penambahan Pecahan dan Pecahan Setara."UTM: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Mayer, R.E. (1983). "Thinking, Problem Solving, Cognition." San Francisco: Freeman.
- Md Nor Bakar (1998). "Isu Dan Cabaran Guru Matematik Di Alaf Baru." Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Merrill, M. D. (1991). "Constructivism And Instructional Desidn," *Educational Technology*. 31(5). 45-53
- Meor Ibrahim Kamaruddin (2001). "Modul Pembelajaran Sains dan Matematik." Universiti Teknologi Malaysia: Tidak diterbitkan.
- Moss, J. & Case, R. (1999). "Developing children's understanding of the rational numbers: A new model and an experimental curriculum." *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 122-147.
- Mohd Fadzly Mohd Salleh @ Elias (2004). " Pembangunan Perisian Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) Matematik Tingkatan 1 KBSM, Bagi Topik Pecahan." Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Nik Azis Nik Pa. (1992). "Agenda Tindakan: Penghayatan Matematik KBSR dan KBSM." Kuala Lumpur: DBP

- Novillis, C.F. (1976). "An analysis of the fraction concept into a hierarchy of selected subconcepts and the testing of the hierarchical dependencies." *Journal for Research in Mathematics Education*. **5**, 131-144.
- Noor Shah Saad (2001). "Teori dan Perkaedahan dalam Pendidikan Matematik." Kuala Lumpur: Pearson Education Malaysia Sendirian Berhad.
- Nyondo, A.C. (1993). "Mathematics Courses With a PC." *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. **24** (4). 569-574.
- M. J. (Eds). "Computers in Mathematics Education; 1984 Year book." Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Omar Hamat. (1994). "Gaya Dan Amalan Pengajaran Matematik Peserta Kursus Kspk Di Mpkb." *Jurnal Pendidikan Matematik & Sains*. Jilid **1** : 51 - 56.
- Perkins, D. N. (1991). "Technology Meets Constructivism: Do They Make A Marriage?" *Educational Technology*. **31**(5). 18-23
- PPK (2000). "Sukatan Pelajaran KBSM Matematik." KPM.
- Reigeluth, C.M., Bunderson, C.V., & Merrill, M.D. (1978). "What is the Design Science of Instruction?" *Journal of Instructional Development*, **6**(2), 11-6.
- Rennick, L.B. (1983). "Mathematics and Science Learning: A New Conception: Science 29, 472-473.
- Rio Sumarni Shariffudin (1992). "Computer In Science Learning: Towards Developing Computer Based Learning Materials." Persatuan Pendidikan Melayu.
- Rozinah Jamaluddin (2005). "Multimedia Dalam Pendidikan." Kuala Lumpur: Utusan Publication & Distributors Sdn Bhd. 68-70.
- Rushby, Nicholas, John (1980). "An Introduction to Educational Computing." London: Croom Help Ltd.
- Simons, P. R. J. (1993). "Constructive Learning: The Role Of The Learner." dlm. Duffy, T. M., Loweycl, J. and Jonassen, D. H." *Designing Enviroments For Constructive Learning*." New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 291-313.
- Smith, P.L., & T.J. (1993). "Instructional Design." New York: Macmillan Publishing Company.
- Tengku Zawawi Tengku Zainal (1997). "Matematik KBSM: Harapan dan Realiti." *Jurnal Akademik MPKTBR*. **Jld. 10**, 35 - 46.
- Tengku Zawawi Tengku Zainal (1999). "Kefahaman Konsep Dalam Matematik." *Jurnal Akademik MPKTBR*. **Jld. 11**, 16 - 33.
- Tzur, R. (1999). "An integrated study of children's construction of improper fractions and the teacher's role in promoting that learning." *Journal for Research in Mathematics Education*. **30**(4), 390-416.
- Von Glasersfeld, E. (1989). "Constructivism In Education." dalm. Husen, T. and Postlethwaite, N. (Eds.). "International Encyclopedia of Education." (Supplementary Vol.). Oxford: Pergamon. 168-163.
- Von Glasersfeld, E. (1995). "Radical Constructivism: A Way Of Knowing And Learning." London: Falmer Press.
- Walton, K.D. (1986). "Microcomputers, Monte Carlo and Mathematics." Mathematics Teaching and Learning: 1986 Year book. Pennsylvania Council of Teacher of Mathematics.
- Wigfield, A. & Meece, J. L. (1988). "Math Anxiety in Elementary and Secondary School Students." *Journal of Educational Psychology*. **80**, 210-216.
- Yap Y.K. (1982). "Addition and Substraction of Fraction." Analysis of Error At A Sample of Standard Six Pupils." University Malaya Thesis : (M.Ed).

- Zaleha Ismail (1996). "Kaedah Merealisasikan Pembelajaran Berkomputer Dalam Matematik". dlm, "Konvensyen Teknologi Pendidikan IX," Skudai, : UTM.
- Zeti Marjan Mohd Fadhi (2000). "Pembinaan Perisian Pengajaran berbantuan Komputer: Pecahan". Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.