

PENGGUNAAN GEOGEBRA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIK MELALUI PEMBELAJARAN MODULAR

Khor Mui Kim, Ruzlan Md-Ali

khor.muikim@gmail.com

Pusat Pengajian Pendidikan dan Bahasa Moden, Universiti Utara Malaysia

ABSTRAK: Pengetahuan guru matematik dan tahap penggunaan teknologi yang rendah boleh menjejaskan keberkesanan pembelajaran dan menjadikan penguasaan konsep matematik yang kurang bermakna dalam kalangan murid. Penyelidik menjalankan kajian dengan reka bentuk kuasi-eksperimen dengan ujian pra dan ujian pos ke atas 93 murid tingkatan dua di sekolah menengah harian di Malaysia yang dipecahkan kepada satu kumpulan kawalan dan dua kumpulan eksperimen. Responden kumpulan kawalan mengikuti PdP dengan pendekatan konvensional manakala responden kumpulan eksperimen menerima rawatan (penggunaan perisian GeoGebra) dengan pendekatan pembelajaran modular berlandaskan projek dan penyelesaian masalah. Penyelidik menjalankan ujian pra dan ujian pos untuk membandingkan pencapaian responden kumpulan kawalan dan kumpulan eksperimen dalam penyelesaian masalah matematik berunsur KBAT. Data kuantitatif dikutip melalui instrumen ujian iaitu Ujian Topikal 1 (Ujian Pra), Ujian Topikal 2 (Ujian Pos), Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial 1 (Ujian Pra), Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial 2 (Ujian Pos), manakala data kualitatif dikutip melalui temu bual bersama tiga guru matematik yang melaksanakan PdP ke atas kumpulan kawalan dan kumpulan eksperimen, temu bual bersama responden kumpulan kawalan dan responden kumpulan eksperimen. Selain itu, rakaman video ke atas PdP pendekatan konvensional dan PdP pendekatan perisian dinamik GeoGebra juga dilakukan untuk dianalisis data kualitatif. PdP guru matematik untuk kumpulan kawalan dan kumpulan eksperimen turut dinilai bagi mengenal pasti penerapan unsur KBAT dalam PdP pendekatan konvensional dan pendekatan penggunaan perisian dinamik GeoGebra. Instrumen untuk menilai kualiti PdP guru adalah Borang Pencerapan PdP KBAT (JNJK, 2015) dan Borang Pembelajaran dan Pengajaran (JNJK, 2010). Hasil pencerapan PdP guru memberi sumbangan dalam pengutipan data kuantitatif. Penyelidik menghasilkan Modul Panduan Penggunaan Perisian Dinamik GeoGebra dalam Pembelajaran Bentuk dan Ruang untuk digunakan oleh guru dan responden kumpulan eksperimen sebagai rujukan dan panduan menggunakan perisian GeoGebra dalam pembelajaran Bentuk dan Ruang. Kesemua instrumen dan modul telah menjalani ujian kesahan dan kebolehpercayaan oleh sekumpulan pakar matematik. Pembelajaran matematik melalui penggunaan perisian dinamik seperti GeoGebra ini dapat menyokong pelaksanaan pembelajaran abad ke 21 dan memenuhi kehendak anjakan ketujuh dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2015 tentang memanfaatkan ICT bagi meningkatkan kualiti pembelajaran dalam kalangan murid di Malaysia. Kajian ini memberi sumbangan kepada pendidikan matematik di mana penggunaan teknologi berpotensi menjadikan pembelajaran matematik murid lebih bermakna. Dapatan juga dapat digunakan oleh kerajaan dan pertubuhan bukan kerajaan bagi mengembangkan pendidikan matematik berlandaskan teknologi perisian GeoGebra ke semua peringkat persekolahan.

KATA KUNCI: GeoGebra, Pendidikan Matematik, Pembelajaran modular, Keupayaan visualisasi spasial, Pemikiran kreatif

PENDAHULUAN

Pengisian pembelajaran modular dalam pembelajaran matematik mencakupi pembelajaran pendekatan projek (*project-based learning*) dan penyelesaian masalah (*problem-based learning*) dengan tujuan murid dapat ditaksir secara berterusan untuk mengenal pasti tahap penguasaannya dalam pembelajaran, yang seterusnya guru dapat mengambil tindakan susulan bagi mempertingkatkan pencapaian murid

mengintegrasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai (BPK, 2015). Pembelajaran abad ke 21 dan penerapan unsur kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) dalam pembelajaran matematik memerlukan sokongan sumber pendidikan berasaskan teknologi, contohnya perisian geometri dinamik GeoGebra yang dapat membantu murid membuat visualisasi dan imaginasi serta menguasai konsep matematik (Effandi dan Lee, 2012, Royati, Ahmad dan Rohani, 2010). Di Malaysia, geometri diajar di peringkat sekolah rendah dan juga menengah. Geometri merupakan kemahiran asas dalam pembelajaran matematik dan keupayaan visualisasi spasial merupakan kemahiran yang penting dalam membantu pembelajaran geometri melalui visualisasi dan imaginasi kewujudan alam semula jadi. Kebanyakan murid menghadapi masalah dalam memahami konsep geometri, membuat penaakulan dan penyelesaian masalah adalah disebabkan keupayaan visualisasi spasial yang rendah untuk mengimajinasi perkaitan antara persembahan 2D dan 3D (Marzita, 2002, Royati, Ahmad dan Rohani, 2010).

MASALAH KAJIAN

Laporan pemeriksaan Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti (JNJK) pada tahun 2012 dan 2013 menunjukkan peratus guru menggunakan perisian geometri dinamik adalah amat rendah iaitu 1.20% pada tahun 2013 dan 0.00% pada tahun 2012 di seluruh Malaysia. Hasil pentadbiran soal selidik ke atas 31 guru matematik oleh penyelidik telah mendapati bahawa penggunaan perisian dinamik GeoGebra dalam pengajaran dan pembelajaran matematik berlaku pada tahap yang rendah ($M = 2.13$, $SD = .806$), manakala bagi guru yang pernah menghadiri bengkel/ kursus penggunaan perisian dinamik GeoGebra turut berada pada tahap yang rendah ($M = 1.71$, $SD = .902$). Kajian oleh pihak SEAMEO-RECSAM bertajuk *Teachers' Use of The Geometer's Sketchpad* (Warabhom et al., 2012) menunjukkan hanya 52.3% guru daripada 572 sampel kajian guru di Malaysia yang dibuat menggunakan perisian dinamik *Geometer's Sketchpad* (GSP) di dalam kelas. Data ini menunjukkan penggunaan GSP dalam PdP Matematik belum dijadikan budaya di sekolah. 72.2% guru daripada 125 sekolah ini telah menghadiri kursus penggunaan GSP. Namun, hanya 14.7% guru berkenaan mempunyai keyakinan untuk menggunakan GSP dalam PdP Matematik.

Tahap penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran matematik serta kadar penggunaan perisian dinamik GeoGebra yang rendah ini telah mendorong penyelidik menghasilkan Modul Panduan Penggunaan Perisian Dinamik GeoGebra dalam Pembelajaran Bentuk dan Ruang serta menjalankan penyelidikan yang berfokuskan kepada keberkesanan penggunaan perisian dinamik GeoGebra dalam pembelajaran Bentuk dan Ruang bagi murid tingkatan dua. Modul ini disediakan cara operasi perisian dinamik GeoGebra dilengkapi dengan setiap strategi penyelesaian dan gambarajah disertakan supaya guru dan murid dapat mengikuti dengan penuh keyakinan.

OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian adalah untuk mengenal pasti pencapaian murid dalam pembelajaran geometri (bentuk dan ruang) dan keupayaan mereka untuk menghasilkan kerja secara kreatif dan inovatif dalam penyelesaian masalah matematik berunsur KBAT. Keupayaan visualisasi spasial dan kemahiran berfikir aras tinggi mencakupi aras kognitif mengetahui, mengaplikasi dan menaakul dalam penyelesaian masalah adalah dinilai. Modul Panduan Penggunaan Perisian Dinamik GeoGebra yang dihasilkan oleh penyelidik dan telah melalui proses pengesahan dan kebolehpercayaan oleh lapan pakar dalam Pendidikan Matematik yang terdiri daripada penulis buku perisian geometri dinamik GeoGebra, pensyarah institusi pendidikan guru, nazir sekolah, guru cemerlang dan ketua panitia mata pelajaran matematik. Modul panduan ini digunakan sebagai rujukan, sumber pendidikan, pengukuran standard pembelajaran serta pembelajaran pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam memberi bimbingan kepada murid menyelesaikan permasalahan geometri khususnya dalam bidang pembelajaran bentuk dan ruang.

TINJAUAN LITERATUR

Kajian kes oleh Iranzo dan Fortuny (2011) terhadap 12 murid grad-10 di sebuah sekolah Catalonia menunjukkan penggunaan GeoGebra dapat membantu murid mevisualisasi permasalahan matematik dalam konteks pembelajaran penyelesaian masalah. Penyelidik telah menyediakan buku kecil yang mengandungi contoh dan latihan penyelesaian masalah menggunakan perisian dinamik GeoGebra sebagai panduan kepada

murid berkenaan untuk mempelajari geometri Euklidian dan penyelesaian masalah. Iranzo dan Fortuny menyimpulkan bahawa penggunaan perisian dinamik GeoGebra membantu pemikiran matematik dalam geometri melalui pembinaan visualisasi, algebra dan konsep. Perisian dinamik GeoGebra juga membantu murid mengatasi masalah pembelajaran algebra dengan membuat pemilihan pelbagai simbol perwakilan yang mudah difahami dalam pembelajaran konsep geometri. Keberkesanan penggunaan perisian dinamik GeoGebra dalam pembelajaran matematik dan penguasaan kemahiran keupayaan visualisasi spasial turut dibincangkan oleh Hohenwarter dan Lavicza (2007), Ljubica (2009), Jarvis, Hohenwarter, dan Lavicza, (2011). Kajian pakar matematik ini telah membuktikan kemahiran visualisasi dan imaginasi penting dalam pembelajaran matematik. Kemahiran ini dapat disokong dengan penggunaan perisian dinamik GeoGebra yang dapat memberi gambaran jelas sama ada dalam bentuk grafik 2D mahu pun 3D.

SAMPEL KAJIAN

Sampel kajian terdiri daripada 93 murid tingkatan dua daripada tiga kelas tingkatan dua yang berasingan dan dipilih secara tidak rawak mengikut ketetapan sistem agihan kelas yang telah ditentukan oleh pihak sekolah. Penyelidik tidak memilih murid tingkatan tiga memandangkan kumpulan ini calon peperiksaan awam Pentaksiran Tingkatan 3, murid tingkatan dua adalah sesuai dijadikan sampel kajian ini kerana murid sekolah yang terpilih untuk menyertai pentaksiran antarabangsa TIMSS adalah kumpulan murid dalam lingkungan usia 14 tahun (grade 8) sebagai satu penanda aras pencapaian murid di Malaysia berbanding dengan negara lain di dunia. Di samping itu, sampel kajian ini mempunyai pengetahuan sedia ada tentang Bentuk dan Ruang serta telah mempelajari tajuk Bentuk dan Ruang berdasarkan sukatan pelajaran matematik tingkatan 2.

Ketiga-tiga kelas yang dinamakan 2 Amanah, 2 Bestari dan 2 Cemerlang mempunyai tahap pencapaian prestasi matematik yang sama. Ketiga-tiga kumpulan sampel kajian telah melalui Ujian Topikal dan UKVS dalam Ujian Pra. Pencapaian yang diperolehi adalah hampir sama, iaitu purata skor (UT, UKVS) yang diperolehi bagi kumpulan kawalan (24.66, 53.91), kumpulan eksperimen rawatan 1 (29.19, 68.87) dan kumpulan eksperimen rawatan 2 (28.97, 67.00). Tiga kumpulan murid tingkatan dua iaitu 29 murid sebagai responden kumpulan kawalan, 31 murid sebagai responden kumpulan eksperimen yang menerima rawatan 1 dan 33 murid sebagai responden kumpulan eksperimen yang menerima rawatan 2. Penyelidik memberikan rawatan kepada dua kumpulan eksperimen berbanding satu kumpulan kawalan adalah bertujuan untuk memastikan keberkesanan penggunaan perisian dinamik GeoGebra dan hasil kajian yang diperolehi adalah lebih menakutkan.

Dalam kajian ini, penyelidik tidak memberi sebarang rawatan kepada responden kumpulan kawalan. Ini bermakna responden kumpulan kawalan mengikuti PdP guru matematik mereka dengan pendekatan konvensional. Responden kumpulan kawalan mengikuti kelas dan menyelesaikan masalah dalam Ujian Pos (Ujian Topikal dan UKVS) menggunakan pensel dan peralatan geometri sahaja. Manakala dua kumpulan eksperimen, penyelidik memberi rawatan kepada responden kedua-dua kumpulan eksperimen. Responden kedua-dua kumpulan eksperimen mengikuti PdP guru matematik mereka dengan pendekatan perisian dinamik GeoGebra untuk menyelesaikan masalah dalam Ujian Pos (Ujian Topikal dan UKVS) menggunakan perisian dinamik GeoGebra.

METODOLOGI KAJIAN

Reka bentuk kuasi-eksperimen telah digunakan dalam penyelidikan ini, di mana responden kumpulan kawalan mengikuti PdP bertajuk Bentuk dan Ruang dengan pendekatan konvensional, manakala responden kedua-dua kumpulan eksperimen menerima rawatan tentang penggunaan perisian dinamik GeoGebra dalam PdP bertajuk Bentuk dan Ruang melalui pendekatan pembelajaran modular yang berteraskan pembelajaran projek dan pembelajaran penyelesaian masalah. Dari segi tenaga pengajar, dua guru matematik yang mengajar kelas kedua-dua kumpulan eksperimen telah mengikuti bengkel GeoGebra yang dikendalikan oleh penyelidik untuk mempelajari cara penggunaan GeoGebra dalam PdP dengan menggunakan Modul Penggunaan Perisian Geometri Dinamik GeoGebra yang dihasilkan oleh penyelidik sebagai persediaan dalam kajian nanti.

Penyelidik melaksanakan kajian tentang keberkesanan penggunaan perisian dinamik GeoGebra dalam pembelajaran geometri yang berfokus kepada tajuk Bentuk dan Ruang melalui pembelajaran modular dengan pendekatan penyelesaian masalah berunsur KBAT. Penyelidik menjalankan ujian ke atas keupayaan murid kumpulan eksperimen menyelesaikan soalan pada ujian pra (sebelum rawatan) dan ujian pos (selepas rawatan). Walaupun murid kumpulan kawalan tidak menerima sebarang rawatan, namun ujian pra dan ujian pos juga dijalankan ke atas mereka.

Dalam proses menyelesaikan soalan KBAT, guru mengulangi pengajaran tajuk bentuk dan ruang dengan berpandukan rancangan pengajaran harian (RPH) yang dibuat bersama dengan penyelidik. Selepas perbincangan, ketiga-tiga guru merancang RPH yang berbentuk konvensional untuk kumpulan kawalan (tanpa penggunaan perisian dinamik GeoGebra) dan dua kumpulan eksperimen (menggunakan perisian dinamik GeoGebra). Guru kumpulan kawalan mengajar dengan pendekatan konvensional menggunakan sumber pendidikan yang sesuai seperti pensel, kertas dan set geometri. Murid kumpulan kawalan mengikuti kelas tajuk Bentuk dan Ruang dengan menggunakan pensel, kertas dan set peralatan geometri untuk menyelesaikan soalan Ujian Topikal dan Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial. Manakala dua guru kumpulan eksperimen mengajar tajuk Bentuk dan Ruang menggunakan perisian dinamik GeoGebra berpandukan Modul Panduan Penggunaan Perisian Dinamik GeoGebra. Murid kumpulan eksperimen mengikuti kelas tajuk Bentuk dan Ruang dengan menggunakan perisian dinamik GeoGebra untuk menyelesaikan soalan Ujian Topikal dan Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial. Setiap murid kumpulan eksperimen dibekalkan Modul Panduan Penggunaan Perisian Dinamik GeoGebra dan sebuah komputer *NetBook* yang telah dipasang perisian dinamik GeoGebra 5.0 dan dapat berfungsi baik.

Penyelidik menjalankan ujian pra dan ujian pos untuk membandingkan pencapaian murid dalam menyelesaikan masalah matematik berunsur KBAT. Instrumen yang digunakan oleh penyelidik ialah Ujian Topikal 1 (Ujian Pra), Ujian Topikal 2 (Ujian Pos), Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial 1 (Ujian Pra), Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial 2 (Ujian Pos). PdP guru matematik untuk kumpulan kawalan dan kumpulan eksperimen turut dinilai bagi mengenal pasti penerapan unsur KBAT dalam PdP pendekatan konvensional dan pendekatan penggunaan perisian dinamik GeoGebra. Instrumen untuk menilai kualiti PdP guru adalah Borang Pencerapan PdP KBAT dan Borang Pembelajaran dan Pengajaran yang diadaptasi daripada Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti.

Ujian Topikal diadaptasi daripada soalan TIMSS 1995-2011 dan buku teks matematik, manakala Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial (UKVS) diadaptasi daripada *Spatial Ability Psychometric Success* (2015).

Kutipan Data

Dua jenis data dikutip oleh penyelidik dalam kajian ini, iaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperolehi melalui pencapaian murid dalam Ujian Topikal, pencapaian murid dalam Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial yang ditunjukkan dalam hasil kerja murid. Perbezaan data kuantitatif dibandingkan dengan mengambil kira pencapaian Ujian Pra dan Ujian Pos bagi responden dalam kumpulan yang sama. Perbezaan kedua adalah dibandingkan dengan mengambil kira pencapaian Ujian Pos antara responden kumpulan kawalan dan kumpulan eksperimen.

Di samping menilai pencapaian murid, kualiti PdP juga dinilai dan dibuat perbandingan antara PdP berpandukan konvensional dan PdP menggunakan perisian dinamik GeoGebra. Penilaian kualiti PdP dilakukan oleh Ketua Panitia Matematik yang berpengalaman mengajar matematik selama 20 tahun dan pernah terlibat dalam pencerapan PdP matematik guru lain di sekolah ini. Sesi pengajaran guru dinilai dengan menggunakan instrumen Pencerapan Pengajaran dan Pembelajaran dan instrumen Pencerapan KBAT dalam Pengajaran dan Pembelajaran. Kedua-dua instrumen ini diadaptasi daripada instrumen yang dibangunkan oleh Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti dan digunakan dalam setiap kali pemeriksaan sekolah dan pencerapan PdP matematik oleh nazir. Instrumen Pencerapan Pengajaran dan Pembelajaran berpandukan 12 aspek penilaian PdP yang dinyatakan jelas dalam Standard Kualiti Pendidikan Malaysia 2010 manakala instrumen Pencerapan KBAT dalam Pengajaran dan Pembelajaran dibina pada tahun 2015 dengan membuat penilaian PdP guru dalam aspek kaedah penyampaian guru, teknik penyoalan dan hasil kerja murid.

Untuk menyokong keyakinan data kuantitatif, penyelidik juga mendapatkan data kualitatif dalam kajian berbentuk kuasi eksperimen ini (Creswell, 2013, Noraini, 2013). Data kualitatif dikutip melalui temubual dengan guru dan juga temu bual dengan murid (responden kajian). Situasi sebenar guru melaksanakan PdP dan penglibatan murid dalam aktiviti pembelajaran juga dirakamkan dengan cara rakaman video dan audio.

Kajian Rintis

Sebelum kajian sebenar, penyelidik telah menjalankan ujian rintis ke atas sampel 84 (kumpulan kawalan = 42, kumpulan eksperimen = 42) murid tingkatan dua dari sekolah lain (tidak sama sampel sekolah kajian sebenar). Responden kedua-dua kumpulan telah ditaksir dengan instrumen Ujian Topikal dan Ujian Keupayaan Visualisasi Spasial (UKVS) dalam Ujian Pra dan Ujian Pos. Hasil kajian rintis menunjukkan responden kumpulan kawalan yang mengikuti PdP berpendekatan konvensional (menggunakan pensel, kertas dan peralatan geometri) mempunyai tahap penguasaan dalam Ujian Pos bagi Ujian Topikal dan UKVS yang lebih rendah berbanding responden kumpulan eksperimen (menggunakan perisian GeoGebra). Tahap penguasaan yang paling tinggi yang dapat dicapai oleh responden kumpulan kawalan adalah pada tahap 4 berbanding responden kumpulan eksperimen mendapat tahap 6 dalam Pentaksiran Berasaskan Sekolah (PBS). Hasil tugas responden kumpulan kawalan kurang kreatif dan inovatif berbanding dengan kumpulan eksperimen yang dapat menyelesaikan soalan berunsur kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) daripada idea kreatif dan inovatif serta menjadi contoh terbaik kepada murid lain. Analisis Ujian t menunjukkan pencapaian Ujian Topikal dalam Ujian Pos bagi sampel kajian rintis ini ($n = 84$), kumpulan eksperimen ($M = 71.43$, $SD = 13.98$, $n = 42$) secara signifikan, $p < .05$ memperoleh skor inferensi yang lebih tinggi daripada kumpulan kawalan ($M = 57.62$, $SD = 21.51$, $n = 42$). Begitu juga dalam UKVS dalam Ujian Pos bagi sampel kajian rintis ini ($n=84$), analisis Ujian t menunjukkan kumpulan eksperimen ($M = 86.93$, $SD = 14.05$, $n = 42$) secara signifikan, $p < .05$ memperoleh skor inferensi yang lebih tinggi daripada kumpulan kawalan ($M = 70.33$, $SD = 7.75$, $n = 42$). Kesimpulan kajian rintis yang dijalan oleh penyelidik didapati:

1. Pencapaian responden kumpulan eksperimen yang menerima rawatan perisian dinamik Geogebra adalah lebih baik daripada kumpulan kawalan yang tidak menerima rawatan.
2. Pencapaian responden kumpulan eksperimen dalam ujian pos (penggunaan perisian dinamik GeoGebra) adalah lebih baik daripada ujian pra (tanpa penggunaan perisian dinamik GeoGebra).
3. Hasil kerja yang ditunjukkan dalam ujian pos kumpulan eksperimen mempunyai ciri-ciri kreatif dan inovatif hasil daripada idea responden sendiri.
4. Hasil kerja dalam ujian pos kumpulan eksperimen adalah lebih menarik berbanding kumpulan kawalan.
5. Penggunaan konsep geometri jelas ditunjukkan oleh responden eksperimen dalam protocol pembinaan perisian dinamik GeoGebra.
6. Responden kumpulan eksperimen dapat mempersembahkan hasil kerja mereka dengan penuh berkeyakinan menggunakan perisian dinamik GeoGebra.

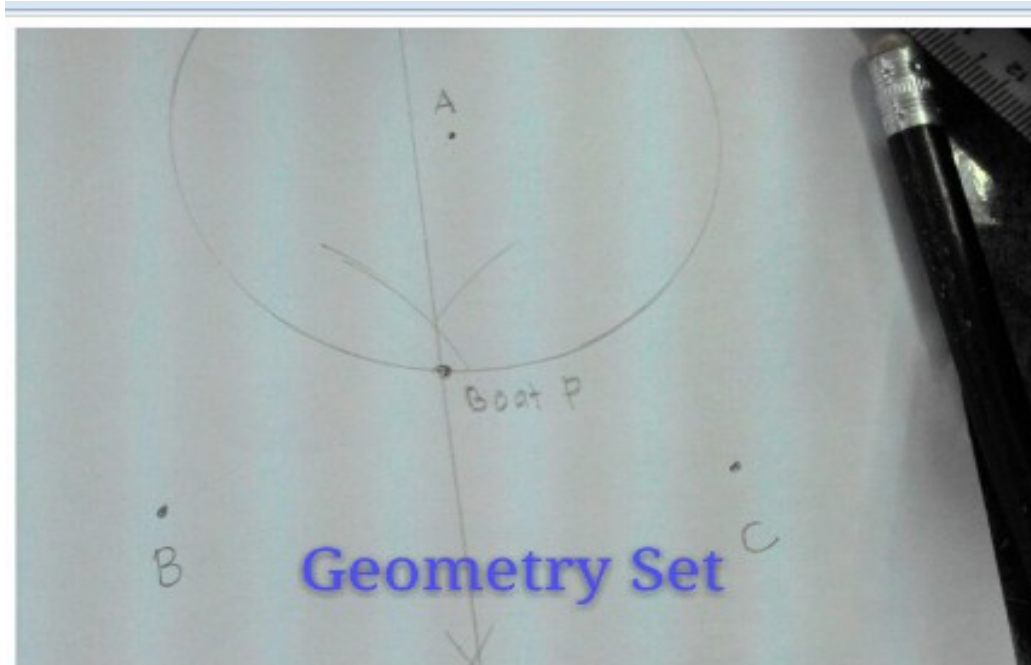
PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Pembelajaran modular yang menekankan kepentingan pembelajaran penyelesaian masalah dan pembelajaran projek memberi ruang dan peluang kepada murid mengikuti pembelajaran yang menghubungkan dengan kehidupan harian. Kaedah pembelajaran penyelesaian masalah dan projek yang diterapkan dalam pembelajaran modular ini dapat menerangkan strategi pembelajaran pengalaman melalui pembelajaran konstruktivisme dan kontekstual sama ada secara *hands-on*, penerokaan, penemuan atau penciptaan. Pembelajaran penyelesaian masalah dan projek membolehkan murid terlibat secara fleksibel dan aktif, dalam ruang dan masa yang sesuai dan mengikut keupayaan individu serta kreativiti masing-masing.

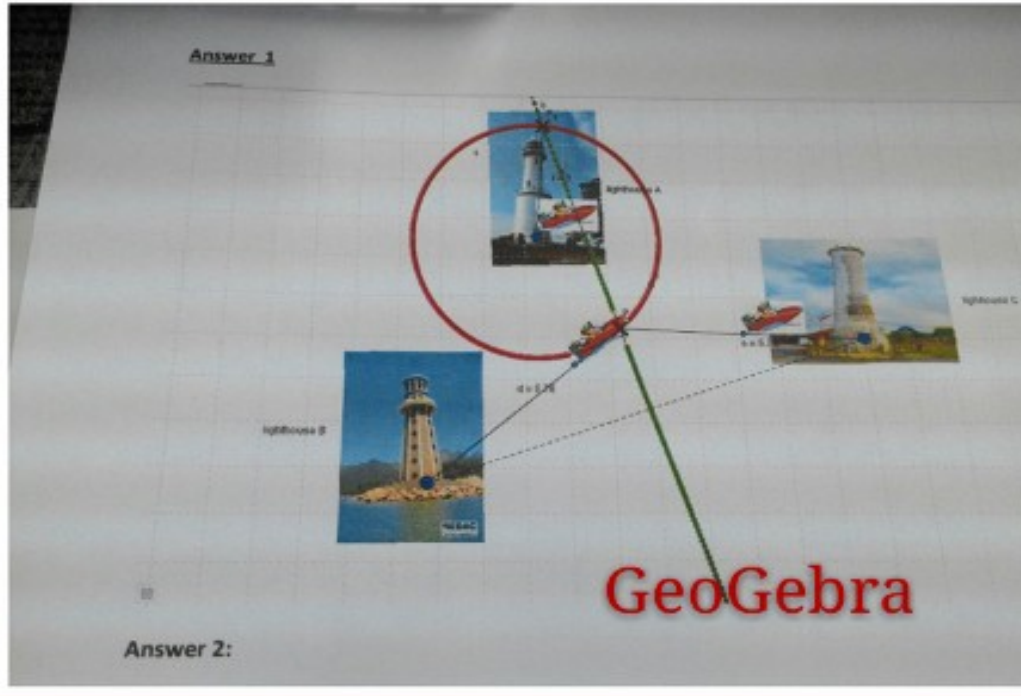
Penggabungan pengetahuan, kemahiran dan nilai membolehkan murid memvisualisasikan konsep matematik secara lebih bermakna melalui bantuan perisian dinamik GeoGebra. Perkembangan kognitif murid dapat dikenal pasti dengan jelas dan sistematik daripada tahap mudah kepada susah dan juga daripada

konsep abstrak kepada konkrit. Protokol pembinaan dalam perisian dinamik GeoGebra memperlihatkan strategi bermakna yang digunakan oleh murid dalam penyelesaian masalah, mevisualisasi dan merangka konsep matematik. Kesilapan murid dalam protokol pembinaan dapat dikesan serta merta untuk dibuat pembedulan.

Soalan KBAT memerlukan keupayaan aras kognitif mengaplikasi dan menaakul, dan ini dapat ditunjukkan dengan jelas oleh murid yang telah didedahkan dengan penggunaan perisian dinamik GeoGebra. Modul Panduan Penggunaan Perisian Dinamik GeoGebra yang disediakan menjadi rujukan murid di mana setiap strategi yang diperkenalkan telah dapat membantu murid menyelesaikan permasalahan geometri dengan rasa yakin dan berkesan. Hasil kerja murid kumpulan kawalan dan kumpulan eksperimen dalam kajian rintis adalah ditunjukkan dalam Rajah 1 dan 2.



Rajah 1



Rajah 2

RUJUKAN

- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2015). Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran Matematik Kurikulum Standard Sekolah Menengah. Penerbitan BPK, KPM.
- Cresswell, J.W. (2008). Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Penerbitan Sage
- Ferdinand, D.R. (2011). Toward a Visually-Oriented School Mathematics Curriculum. NY:Springer.
- Hohenwarter, M. & Lavicza, Z. (2007). Mathematics teacher development with ICT: Towards an international GeoGebra institute. Dalam D.Kuchemann (Ed.). *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27.
- Iranzo, N. & Fortuny, J.M. (2011). Influence of GeoGebra on Problem Solving Strategies. Dalam Bu, L. & Schoen, R (Eds.), *Model-centered learning pathways to mathematical understanding using GeoGebra* (pp. 91-103), The Netherlands: Penerbit Sense.
- Jarvis, D., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2011). GeoGebra, democratic access, and sustainability: Realizing the 21st-century potential of dynamic mathematics for all. Dalam Bu, L. & Schoen, R (Eds.), *Model-centered learning pathways to mathematical understanding using geogebra* (pp. 231-241), The Netherlands: Penerbitan Sense.
- Kementerian Pendidikan Malaysia (2012). Laporan Pemeriksaan Kebangsaan Tahun 2012. Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti.
- Kementerian Pendidikan Malaysia (2013). Laporan Pemeriksaan Kebangsaan Tahun 2013. Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti.
- Ljubica, D. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *ComSIS*, 6(2), 191-203.
- Marzita, P. (2002). Factors Associated with mathematics Anxiety. Malaysia: Penerbitan Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Noraini, I. (2013). Penyelidikan dalam Pendidikan. Malaysia: Penerbitan Mc Graw Hill.
- Philips, L.M., Norris, S.P. & Macnab, J.S. (2010). Visualization in Mathematics, Reading and Science Education. NY:Springer.

- Warabhorn Preechapom, Devadason Robert Peter, Wahyudi, Cheah Ui Hock,&Teoh Boon Tat. (2012). Teachers' Use of The Geometer's Sketchpad in Malaysian Secondary Schools: A Survey Report. Penang: Seameo Recsam.
- Way, J. & Beardon, T. (2003). ICT and Primary Mathematics. England: Open University.