

## Kesan Penggunaan Kalkulator Grafik dalam Pembelajaran Matematik: Meta-Analysis (The Effects of Using Graphic Calculators in Mathematics Learning: Meta-Analysis)

NUR EZZATUL HAMIZAH MUKHTAR & ROSLINDA ROSLI\*

### ABSTRAK

Kesan dari kemajuan teknologi yang pesat dalam pendidikan masa kini, kalkulator grafik telah menjadi salah satu pilihan guru dalam membantu proses pengajaran dan pembelajaran matematik. Tujuan kajian ini adalah untuk mensintesis dapatan kajian keberkesanan kalkulator grafik dan meninjau faktor yang mempengaruhi penggunaannya dalam pengajaran dan pembelajaran matematik. Kriteria pemilihan literatur adalah penerbitan di antara tahun 1995 hingga 2015, penggunaan kalkulator grafik sebagai kaedah intervensi, rekabentuk kajian eksperimen dan mempunyai data untuk pengiraan saiz kesan. Dapatan kajian menunjukkan intervensi dalam pengajaran dan pembelajaran matematik dengan penggunaan kalkulator grafik mempunyai kesan positif dan statistik signifikan iaitu mempunyai perubahan yang ketara di kebanyakan keputusan iaitu melalui hasil pembelajaran berasaskan pencapaian, kesedaran metakognitif, pemahaman dan sikap. Perbandingan diantara keputusan menunjukkan hasil pembelajaran berasaskan-pencapaian, berasaskan-pemahaman dan berasaskan-sikap mempunyai kesan yang besar. Ini kerana nilai saiz kesan yang diperolehi berada pada julat 0.80 dan ke atas ( $\geq 0.80$ ). Bagi hasil pembelajaran berasaskan kesedaran meta-kognitif, keputusan menunjukkan ia mempunyai kesan yang sederhana di mana nilai saiz kesan berada pada julat 0.50 sehingga 0.79. Bagi hasil pembelajaran berasaskan-keupayaan mental pula, ia membawa kepada kesan yang kecil di mana nilai saiz kesan berada pada julat 0.49 dan ke bawah ( $\leq 0.49$ ). Implikasi kajian dibincangkan bagi mempertingkatkan kesan pengajaran dan pembelajaran menggunakan kalkulator grafik.

Kata Kunci: Kalkulator grafik; Pembelajaran matematik; Meta-Analysis; Teknologi; Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan

### ABSTRACT

With the impact of rapid technological advances in education today, graphing calculators have become one choice for the teachers in teaching and learning mathematics. This study aimed to synthesize findings on the effectiveness of graphing calculators in teaching and learning mathematics and to review the factors that affect its use in teaching and learning mathematics. Literature selection criteria are publications between 1995 and 2015, using graphing calculators as a method of intervention, the experimental study design, and having the data to calculate effect sizes. The findings show that interventions in teaching and learning mathematics using graphics calculators have a positive and statistically significant effect, i.e., having significant changes in most of the results through learning outcomes based on achievement, awareness metacognitive, understanding, and attitude. The results show learning outcomes-based performance and understanding-based-based attitude has a significant effect based on the value of effect sizes obtained is in the range of 0.80 and above ( $\geq 0.80$ ). For the learning outcome of meta-cognitive, results showed a moderate impact where the value of the impact's size is from 0.50 up to 0.79. For learning outcome-based-mental capacity, on the other hand, it leads to the effect that the value of the effect is 0.49 and below range ( $\leq 0.49$ ). Implications of the study are discussed to increase the impact of teaching and learning with the graphing calculator.

Key Words: Graphic calculator; Mathematics Learning; Meta-Analysis; Technology; Technological Pedagogical Content Knowledge

## PENGENALAN

Sejajar dengan aspirasi Pelan Pendidikan Malaysia 2013-2025 dan kearah anjakan ke-7 sebagai pedagogi abad ke-21, sistem pendidikan Malaysia perlu menyediakan penambahbaikan prestasi yang lebih hebat berdasarkan tanda aras pendidikan negara lain mengikut piawaian antarabangsa. Penambahbaikan ini termasuklah piawaian dalam bidang matematik serta memberi fokus kepada kemahiran abad ke-21 seperti kemahiran penyelesaian masalah dan kemahiran menaakul di samping penguasaan teknologi (Nor'ain et al. 2015).

Matematik merupakan salah satu mata pelajaran penting dan juga mata pelajaran yang paling mencabar bagi kebanyakan pelajar (Noor Erma & Leong 2014). Berdasarkan laporan terkini *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) 2015, pencapaian matematik Malaysia telah kembali meningkat dan berada di antara 18 negara yang menunjukkan peningkatan pencapaian dengan kenaikan sebanyak 25 mata setelah mengalami penurunan selama tiga kitaran pada tahun 2003, 2009 dan 2011. Di mana pencapaian TIMSS 2011 merupakan pencapaian yang paling rendah dalam sejarah penyertaan Malaysia sejak tahun 1999 (Kementerian Pendidikan Malaysia 2015).

Laporan TIMSS diukur pada dua domain iaitu domain kognitif dan domain kandungan di mana domain kognitif melibatkan kemahiran pengetahuan, aplikasi dan penaakulan dan domain kandungan melibatkan kemahiran berasaskan nombor, algebra, geometri dan data dan peluang. Laporan tersebut telah membawa peratusan keseluruhan keputusan seperti berikut iaitu domain kognitif (pengetahuan 40%, aplikasi 35% dan penaakulan 25%) dan domain kandungan (nombor 30%, algebra 30%, geometri 20%, data dan peluang 20%). Dengan melihatkan pada keputusan tersebut, pencapaian matematik Malaysia masih boleh ditingkatkan dan memerlukan usaha keras daripada semua pihak termasuk individu pelajar dan juga guru bagi mengelakkan kejatuhan pencapaian di masa akan datang. Dan ia juga seiringan dengan kenyataan dari Kementerian Pelajaran Malaysia (2013) yang menyatakan pencapaian pelajar Malaysia masih berada di tahap peratusan yang tidak memuaskan pada tiga aspek iaitu pengetahuan 35%, mengaplikasi 40% dan penaakulan 25%.

Kelemahan pelajar dapat dilihat sama ada secara umum dan juga terperinci. Antara masalah umum yang dihadapi oleh kebanyakan pelajar ialah pelajar tidak menyukai atau tiada minat yang mendalam dengan mata pelajaran ini. Kenyataan ini disokong oleh kajian daripada Munawir dan Husna (2001) yang menyatakan bahawa antara faktor kepada lemahnya seseorang pelajar itu dalam mata pelajaran matematik ialah sikap atau minat terhadap mata pelajaran ini

sendiri. Dan ia seiringan dengan kajian oleh Keke (2008) yang menyatakan pelajar tidak bersemangat dalam mengikuti sesi pembelajaran, pelajar cenderung pasif dalam menerima apa yang diajar dari guru dan tidak berdisiplin atau hanya bersikap acuh tak acuh dalam mengerjakan tugas yang diberikan. Di kebanyakan perkara, faktor minat memainkan peranan besar di mana setiap perkara yang dilakukan seiringan dengan minat akan menjadikan kerja lebih produktif dan lebih menghasilkan keputusan yang positif. Ia dapat dilihat pada kecenderungan pelajar di mana jika diberikan perhatian yang tinggi ketika proses pembelajaran berlangsung ia menunjukkan pelajar itu mempunyai minat terhadap pelajaran tersebut.

Selain itu, kelemahan dalam gaya pengajaran dan pembelajaran tradisional juga menjadi faktor kepada peratusan pencapaian yang tidak memuaskan. Kenyataan daripada Kementerian Pelajaran Malaysia (2001) menyatakan bahawa kebanyakan guru masih gagal untuk menarik minat pelajar. Ini menyebabkan pelajar lemah dan kurang bermotivasi kerana guru masih menggunakan kaedah pengajaran lama atau dikenali sebagai konsep tradisional. Kenyataan lain turut menyokong di mana kebanyakan guru ketika proses pengajaran dan pembelajaran berlangsung hanya memberikan bahan pelajaran sahaja. Guru di lihat tidak atau jarang memberikan motivasi kepada pelajar. Hal ini disebabkan oleh bebanan kerja yang tinggi yang harus diajarkan sehingga guru cenderung hanya memberikan bahan semata-mata tanpa berusaha menaikkan minat dan motivasi belajar pelajar (Keke 2008). Malah guru juga dilihat mempunyai kekangan dalam membuat keputusan mengenai sesuatu keperluan atau strategi yang perlu disarankan untuk kepentingan pelajar.

Menurut pendapat Nor'ain et al. (2015), tindakan yang perlu diambil ialah mengenal pasti cara yang bersesuaian dalam menyediakan guru-guru matematik untuk mengajar matematik dalam abad ke-21 ini dan perkara yang perlu diusahakan bagi membangunkan pengetahuan untuk pengajaran matematik. Sehubungan dengan itu, konsep *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK) boleh diterapkan. Dimana TPCK adalah rangka kerja yang merangkumi teknologi, pedagogi, kandungan dan pengetahuan yang diperlukan dalam mempersiapkan diri guru dengan kemahiran kepada pengajaran matematik dan dapat mengintegrasikan teknologi dengan berkesan.

Dengan itu, memperlihatkan bahawa mata pelajaran ini memerlukan integrasi teknologi seperti mana penggunaan kalkulator saintifik. Kalkulator grafik menjadikan salah satu penyumbang baru yang dapat menyokong pembelajaran matematik pelajar. Kenyataan ini disokong oleh kajian daripada Morris (2014) yang menyatakan bahawa beberapa topik seperti kalkulus, memerlukan kalkulator grafik

meskipun kalkulator grafik amat sukar bagi penggunaan matematik di peringkat sekolah menengah di mana pelajar mungkin harus memeriksa masalah yang kompleks untuk memastikan langkah pengiraan mereka dengan betul.

Penggunaan kalkulator grafik juga pernah dicadangkan dalam huraian sukatan pelajaran matematik bagi sekolah menengah di Malaysia. Kalkulator grafik (KG) telah diedarkan ke beberapa ratus buah sekolah sejak tahun 2002 di seluruh negara. Namun begitu, penggunaan KG ini masih di peringkat awal dan belum berada di peringkat yang wajib di bilik darjah dan juga pemeriksaan besar (Nor'ain et al. 2009). Ini merupakan langkah permulaan di Malaysia berbanding negara-negara luar yang telah pun melaksanakan penggunaan kalkulator grafik ini iaitu sejak tahun 1998 lagi (Noraini & Nor'ain 2014).

Selain itu, Noraini (2004) menyifatkan kalkulator grafik merupakan gabungan antara komputer dan kalkulator saintifik. Beliau menerangkan bahawa penggunaan kalkulator grafik tidak hanya mengurangkan pengiraan rutin tetapi membolehkan pelajar untuk melaksanakan pengiraan dengan lebih cepat dengan kadar ketepatan yang lebih tinggi. Penggunaan kalkulator grafik ditambah pula dengan panduan pengajaran guru membawa kearah pembelajaran aktif yang dapat meningkatkan prestasi pelajar dalam matematik. Justeru, kalkulator grafik telah memberi perhatian terhadap keprihatinan guru-guru matematik dalam pengajaran mereka di China. Pelbagai penyelidikan telah dilaksanakan dan ia membawa kepada beberapa kejayaan. Di mana ia membolehkan guru-guru mengetahui sebahagian daripada kelebihan dalam penggunaan kalkulator grafik dalam pengajaran matematik (Ye 2009). Kalkulator grafik mempunyai pelbagai kegunaan. Ia dilengkapi dengan fungsi algebra yang canggih; transformasi seperti polinomial, matrik, faktorial, persamaan, limit, trigonometri dan lain-lain. Dengan adanya fungsi-fungsi tersebut, ia tidak hanya menyokong kuat terhadap pengajaran matematik tetapi ia juga telah menjadi sesuatu alat yang baik atau sesuai bagi tujuan penerokaan bebas dan eksperimen (Shore & Shore 2003).

Justeru itu, dengan penggunaan kalkulator saintifik yang sudah mula digunakan di Malaysia di peringkat pemeriksaan Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) sejak beberapa tahun yang lalu, sekarang telah tiba masanya juga untuk seterusnya mengaplikasikan penggunaan kalkulator grafik secara sepenuhnya di sekolah-sekolah dalam konteks pengajaran dan pembelajaran matematik dan juga pemeriksaan besar. Dengan penggunaannya secara penuh, ini akan meningkatkan mutu pendidikan matematik khususnya kepada pencapaian pelajar. Oleh itu, objektif kajian ini adalah:

1. Mengenalpasti pasti keberkesanan penggunaan kalkulator grafik terhadap pengajaran dan pembelajaran matematik pelajar.
2. Meninjau faktor-faktor yang mempengaruhi keberkesanan penggunaan kalkulator grafik terhadap pengajaran dan pembelajaran matematik.

#### KEPERLUAN META-ANALISIS

Peningkatan jumlah penyelidikan kajian sehingga hari ini ke atas penggunaan kalkulator grafik sebagai intervensi di bilik darjah menjadi salah satu usaha bagi pengkaji untuk mengkaji keberkesanan pendekatan ini untuk melihat sama ada terdapat penambahbaikan tahap pencapaian pembelajaran atau keputusan pelajar. Pelbagai faktor yang memungkinkan seseorang pelajar kurang memberi rangsangan atau peningkatan terhadap pencapaian mereka. Kajian Meta-analisis digunakan bagi meneroka sama ada penggunaan kalkulator grafik adalah berkesan dan berguna sebagai alat bantu pembelajaran. Pemahaman tentang sama ada pendekatan ini mempengaruhi pencapaian pelajar dalam matematik turut akan memberikan maklumat yang tidak ternilai daripada kajian sebelumnya.

Kajian sekunder melibatkan kajian sintesis dan tafsiran soalan-soalan penyelidikan, kaedah dan penemuan-penemuan yang terkumpul di dalam domain kajian yang tertentu. Hasil daripada kajian sekunder memainkan peranan yang penting di mana ia mempengaruhi dasar dan meningkatkan program-program penyelidikan dalam pelbagai bidang yang diberikan. Dalam tahun-tahun kebelakangan ini, sintesis penyelidikan dan kuantitatif meta-analisis telah mendapat perhatian sebagai pendekatan yang lebih sesuai untuk mana-mana penyelidikan (Pigott & Polanin 2020). Oleh itu, pengkaji menggunakan prosedur ini bagi melihat tahap keberkesanan penggunaan kalkulator grafik dalam pengajaran dan pembelajaran matematik bagi tujuan penambahbaikan mutu prestasi atau pun sebagai usaha kepada guru-guru untuk meningkatkan keupayaan program kepada pelajar.

#### METODOLOGI

##### REKA BENTUK KAJIAN

Reka bentuk kajian ini adalah tinjauan bagi mensintesis dapatan penyelidikan empirikal yang telah dijalankan dan memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh pengkaji (Wilson & Lipsey 2000). Meta-analisis merujuk analisis kepada analisis. Ia membawa erti analisis statistik terhadap sebuah

koleksi besar hasil analisis daripada kajian individu untuk tujuan mengintegrasikan dapatan kajian. Istilah meta ini dilihat sebagai suatu takrifan yang besar ertinya seperti mana dikatakan oleh beliau juga iaitu terdapat erti sebagai "meta-matematik," "meta-psikologi," dan "meta-penilaian" (Glass 1976). Ia juga merupakan satu prosedur pengiraan yang diambil daripada data numerikal daripada sesuatu artikel yang berkaitan mengikut tahap pengukuran yang ingin diukur.

#### KRITERIA PEMILIHAN JURNAL

Di Malaysia, penggunaan kalkulator grafik ini sudah diperkenalkan oleh Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) kepada sekolah-sekolah sejak tahun 2002. Namun begitu, pengenalan ini tidak secara sepenuhnya kepada semua sekolah-sekolah dan ianya juga terhad kerana ia memerlukan suatu bilangan yang besar bagi menyediakan untuk semua peringkat persekolahan. Ia merupakan satu langkah bagi membantu meningkatkan tahap pembelajaran yang lebih baik kepada guru dan murid di bilik darjah.

Kajian Meta-analisis memerlukan beberapa langkah bagi mengesahkan hasil dapatan yang dihasilkan di akhir kajian (DeCoster 2004). Antara langkah-langkah tersebut ialah menentukan:

1. Menghubungkan tujuan kajian
2. Mengumpul populasi kajian yang membawa kepada data mengenai hubungan kajian
3. Menghasilkan lembaran pengekodan kajian dan mengira saiz kesan
4. Mengenalpasti hasil saiz kesan dan menganalisis kesan moderasi pemboleh ubah, dan
5. Mentafsir dan melaporkan hasil kajian.

Dibawah kajian Meta-analisis ini, antara kriteria yang pertama yang ditetapkan ialah penerbitan selama 20 tahun iaitu di antara tahun 1995 hingga 2015 digunakan untuk mensistematikkan ulasan tentang kesan intervensi penggunaan kalkulator grafik ke atas pembelajaran murid. Antara langkah-langkah yang dilaksanakan iaitu mengenalpasti penggunaan istilah kekunci utama pencarian meta-sintesis. Kata kunci istilah yang digunakan dalam pencarian bagi kajian ini ialah "kalkulator grafik", "kalkulator grafik dalam pembelajaran matematik", "*graphic calculator*", "*graphing calculator*", "*graphic calculator in education mathematics*", "teknologi matematik", "penggunaan kalkulator grafik dalam matematik" dan "matematik" dipilih dan digunakan di dalam pangkalan data pendidikan berasaskan web: Pangkalan sumber maklumat pendidikan ["E-Journal", "Research Gate", "MathEdu", "ScienceDirect", "ProQuest" dan "JStor"] dan pangkalan permintaan disertasi dan tesis ["IQuest"]. Pencarian literatur juga diteruskan dengan

memeriksa senarai rujukan daripada kajian yang dipilih. Tambahan, pencarian secara manual juga dijalankan yang membawa kepada bilangan jurnal dalam pendidikan, khususnya dalam pendidikan matematik seperti Jurnal Pendidikan Matematik, Jurnal teknologi Matematik dan Jurnal Sains dan Matematik. Akhir sekali, kajian turut menggunakan pangkalan program pencarian melalui "Google" dan juga "*Advanced Google Scholar*" untuk pengesanan artikel.

Hasil pencarian yang berterusan membawa kepada sejumlah sekurang-kurangnya  $N = 166$  permulaan hasil kerja, walaubagaimanapun, sejumlah kajian harus ditolak kerana tidak bersesuaian, tidak memenuhi kriteria yang diperlukan, terdapat pertindihan kertas kerja yang selainnya dan juga terdapat kajian eksperimen yang tidak mempunyai data yang mencukupi seperti kajian daripada Nor'ain (2006) bagi mengambil kira untuk tujuan pengurusan data yang seterusnya. Setiap tajuk artikel kajian dikesan dan disusun mengikut kertas kajian yang berpotensi. Hasil susunan membawa kepada sejumlah 24 artikel (lihat Jadual 1) yang terdiri daripada jurnal ( $n = 11$ ), disertasi ( $n = 12$ ) dan prosiding ( $n = 1$ ) yang berkaitan dengan tajuk kalkulator grafik dalam pengajaran dan pembelajaran matematik.

Langkah seterusnya dalam prosedur kajian ini ialah mengkaji secara lebih teliti dan terperinci setiap kertas kerja yang diperolehi berpandukan kriteria kelayakkan. Terdapat beberapa kriteria kelayakkan yang perlu dikenalpasti, iaitu:

1. Kajian berkaitan kalkulator grafik sebagai intervensi tanpa gambaran program atau sistem komputer,
2. Kajian yang dijalankan adalah dibawah reka bentuk eksperimen atau kuasi-eksperimen (contoh: kumpulan rawatan dan kawalan, kumpulan pra-pos),
3. Kajian berbentuk Bahasa Melayu atau Bahasa Inggeris, dan
4. Mempunyai data statistik (contoh: min, sisihan piawai, kekerapan, proporsi, dan ujian-t) bagi mendapatkan tujuan penghasilan data bagi tujuan seterusnya.

#### PROSES PENGEKODAN

Berdasarkan kajian-kajian yang terkumpul, ia membawa kepada sejumlah item yang direkod melalui lembaran pengekodan di mana ia disediakan oleh pengkaji berdasarkan maklumat yang diperolehi dalam kajian-kajian tersebut. Lembaran pengekodan yang dihasilkan lebih terdiri daripada dua kategori, iaitu lembaran mengikut pemboleh ubah tidak bersandar dan pemboleh ubah bersandar. Pemboleh ubah bersandar adalah tahap pengukuran pembelajaran matematik

pelajar (cth: pencapaian, kesedaran metakognitif, pemahaman, sikap dan keupayaan mental). Antara ciri maklumat bagi pemboleh ubah tidak bersandar ialah:

1. Nama pengkaji
2. Tahun penerbitan (1995 – 2015)
3. Jenis pangkalan data (“E-Journal”, “Research Gate”, “MathEdu”, “ScienceDirect”, “ProQuest”, “JStor”, “IQuest”, dan “Google/Google scholars”)
4. Jenis penerbitan (Jurnal Artikel, Disertasi, Prosiding)
5. Sub-topik dalam subjek (Kalkulus, Statistik, Algebra, Garis lurus, dan lain-lain)
6. Saiz sampel (1-50, 50-100, lebih 100)
7. Tahap pendidikan (Menengah, Menengah Tinggi, Kolej)
8. Pengurusan tugas (Tinjauan, temubual atau lain-lain)
9. Jenis Kajian (Kuasi-eksperimen)
10. Instrumen kajian (mengikut piawaian, Tidak mengikut piawaian)
11. Jenis kurikulum (Tradisional- tanpa penggunaan kalkulator grafik atau pengurangan penggunaan, Strategi- kumpulan yang didedahkan dengan penggunaan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematik)
12. Jenis rawatan (Intervensi)
13. Tempoh rawatan (Jangka masa pendek, Jangka masa panjang)
14. Jenis kalkulator grafik (TI81 – TI85/ Plus, TI-Nspire atau mana-mana pilihan)
15. Analisis statistik yang digunakan

JADUAL 1. Kajian Empirik dalam Meta-Analisis

Kod	Kajian/Tahun	Sumber	N	Negara	Hasil Pembelajaran
E44	Autin (2001)	Disertasi	58	Antarabangsa	Pemahaman
E34	DeLoach (2013)	Disertasi	70	Antarabangsa	Pencapaian
E22	Ford (2008)	Disertasi	113	Antarabangsa	Pemahaman
E17	Harskamp et al. (2000)	<i>Mathematics Education Research Journal</i>	296	Antarabangsa	Pencapaian
E18	Hollar & Norwood (1999)	<i>Journal for Research in Mathematics Education</i>	90	Antarabangsa	Pencapaian
E27	Husna et al. (2005)	Prosiding	65	Malaysia	Pencapaian
E20	Merckling (1999)	Disertasi	127	Antarabangsa	Pencapaian; Sikap
E45	Muhundan (2005)	Disertasi	93	Antarabangsa	Pencapaian
E14	Nasari (2008)	Disertasi	60	Antarabangsa	Pencapaian; Pemahaman
E10	Nor'ain et al. (2009)	<i>International Journal of Instruction</i>	99	Malaysia	Pencapaian; Kesedaran Metakognitif Keupayaan Mental
E3	Nor'ain & Noraini (2013)	<i>Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research</i>	207	Malaysia	Pencapaian
E26	Nor'ain & Rohani (2007)	<i>Malaysian Journal of Mathematical Sciences</i>	63	Malaysia	Pencapaian; Kesedaran Metakognitif
E1	Nor'ain et al. (2011)	<i>American International Journal of Contemporary Research</i>	77	Malaysia	Pencapaian; Kesedaran Metakognitif Keupayaan Mental
E6	Noraini & Chew (2011)	<i>Academic Research International</i>	844	Malaysia	Pencapaian
E5	Noraini (2006a)	<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>	109	Malaysia	Pencapaian
E15	Noraini (2006b)	Jurnal Pendidikan Malaysia	111	Malaysia	Pencapaian
E29	Pelech (2015)	Disertasi	116	Antarabangsa	Pencapaian
E35	Reel (2010)	Disertasi	60	Antarabangsa	Pencapaian; Sikap
E9	Reznichenko (2012)	Disertasi	46	Antarabangsa	Pencapaian; Sikap
E12	Rohani et al. (2008)	<i>International Journal of Education And Information Technologies</i>	127	Malaysia	Pencapaian; Keupayaan Mental
E24	Serhan (2006)	<i>International Journal for Mathematics Teaching and Learning</i>	71	Antarabangsa	Pemahaman
E41	Shore (1999)	Disertasi	97	Antarabangsa	Pemahaman
E28	Tan, Harji & Lau (2011)	<i>Journal of Computers &amp; Education (Compedu)</i>	65	Antarabangsa	Sikap
E38	Tintera (2004)	Disertasi	163	Antarabangsa	Pencapaian

## ANALISIS DATA

Komprehensif Meta-Analysis (CMA) adalah program komputer yang merupakan perisian utama yang digunakan dalam meta-analisis untuk menjana data yang diperoleh bagi mendapatkan hasil dapatan yang sebenar. Secara umum, ia merangkumi tiga aspek iaitu kemasukan data, analisis data, dan resolusi plot statistik. Penggunaan perisian ini membolehkan pengkaji mendapatkan dapatan statistik sesuatu kajian (Meta-Analysis.com 2006). Antara dapatan daripada perisian Meta-analisis ialah data-data statistik (*effect size & heterogeneity*), plot statistik (*funnel plot, & forest plot*), moderator kajian dan sebagainya. Selang keyakinan yang berada di dalam dapatan statistik CMA menunjukkan julat di mana antara populasi min akan cenderung untuk berada. Ini bermakna dalam menunjukkan darjah ketepatan bagi anggaran min saiz kesan (Lipsey & Wilson 2001). Saiz kesan adalah satu atau lebih nilai magnitud mengenai kesan rawatan tentang kekuatan di antara dua pemboleh ubah. Saiz kesan dikira untuk mendapatkan nilai konsistensi kesan diantara artikel kajian dan keseluruhan ringkasan saiz kesan mengikut kategori hasil pembelajaran yang diukur oleh pengkaji. Jenis ukuran saiz kesan yang digunakan dalam kajian ini adalah *Hedges g* (Ellis 2010). Saiz kesan dijana daripada nilai min dan sisihan piawai yang diperolehi.

Kajian Meta-Analysis mementingkan satu proses yang tepat dan sah. Kesahan dalam kajian ini adalah dengan mengenal pasti bias penerbitan. Bias penerbitan adalah satu proses yang sukar untuk mencari secara mata kasar, tetapi jika penelitian dibuat atas setiap kajian tersebut berdasarkan hasil yang ingin dicari, maklumat bias akan dikenalpasti. Sehubungan dengan itu, para penyelidik perlu sentiasa menyemak kewujudan penerbitan bias dan menjalankan analisa kepekaan dalam menilai potensi bias (Rothstein, Sutton & Borenstein 2004). Manakala bagi ketakseragaman atau *heterogeneity*, Meta-analisis menganggap kajian yang dipilih adalah mewakili populasi sebenar. Ketakseragaman sama ada mungkin timbul daripada perbezaan sistematik antara kajian atau perbezaan rawak antara saiz kesan, atau kedua-duanya. Statistik Q digunakan untuk menentukan tahap ketakseragaman di seluruh kajian. Penanda aras yang digunakan adalah bahawa jika Q terletak berhampiran dengan 0 maka tidak terdapat ketakseragaman. Jika saiz kesan setiap kajian menghampiri keseluruhan min saiz kesan, menunjukkan sedikit atau tidak terdapat perbezaan antara saiz, kesan maka statistik Q akan hampir dengan sifar menunjukkan sedikit atau tiada perbezaan antara kesan saiz (Higgins & Thompson 2002).

Kajian moderator bagi kajian ini merujuk kepada paparan data statistik di bahagian yang ditanda sebagai analisis kesan rawak (*random-effect*). Beberapa

moderator telah dikenalpasti selepas proses penelitian kajian dijalankan ke atas kesemua jenis tahap/hasil (berasaskan-pencapaian, berasaskan-kesedaran metakognitif, berasaskan-permahaman, berasaskan-sikap dan berasaskan-keupayaan mental) yang terlibat. Antara moderator-moderator yang dikenalpasti tersebut ialah: i) tahap gred pembelajaran (kolej, menengah tinggi, menengah), ii) jenis penerbitan (diterbitkan, belum diterbitkan), iii) jenis kalkulator grafik (mana-mana pilihan kalkulator grafik, model kalkulator grafik TI81/TI82, model kalkulator grafik TI83/TI83Plus/TI84 atau pun jenis kalkulator grafik TI-Nspire) dan juga iv) tempoh intervensi (jangka pendek atau jangka panjang). Setiap sub-moderator ini ditentukan oleh pengkaji setelah perincian terhadap kesemua artikel dan kesemua jenis moderator yang dijana.

## DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Analisis ini adalah berdasarkan kajian ke atas sejumlah artikel yang dinilai terhadap kesan penggunaan kalkulator grafik dalam pencapaian, kesedaran metakognitif dan sikap, kefahaman dan keupayaan mental pelajar dalam pembelajaran matematik. Setiap kajian yang terlibat dibandingkan dengan dua kumpulan bebas iaitu kumpulan kawalan dengan kumpulan rawatan dan hasil keberkesanan antara kumpulan dilaporkan. Kesemua saiz kesan ini dianalisis di bawah unit min *Hedges g*. Bagi kehomogenan saiz kesan, apa yang dapat disimpulkan ialah dengan statistik Q (khi-kuasa dua) sebagai penunjuk varians, 19 kajian di bawah berasaskan-pencapaian adalah heterogen di mana  $Q = 140.879$  (18);  $P < 0.001$  yang menunjukkan kepelbagaian yang ketara daripada satu atau lebih kesan daripada min. Dalam sebaliknya, kesan penggunaan kalkulator grafik ke atas pelajar dalam hasil pembelajaran berasaskan-permahaman adalah besar tetapi  $Q = 6.098$  (4);  $P (0.192)$  menunjukkan ia tidak ketara secara statistik yang menunjukkan kajian adalah homogen dan boleh datang dari taburan yang sama dengan min biasa. Juga, keputusan statistik Q menunjukkan hasil pembelajaran pelajar, berasaskan-kesedaran metakognitif, berasaskan-sikap dan berasaskan-keupayaan mental terjejas secara statistik ( $P < 0.001$ ) dengan penggunaan kalkulator grafik dengan  $Q = 38.374$  (2),  $Q = 25.821$  (4) dan  $Q = 21.605$  (2) masing-masing mendedahkan kepelbagaian ketara dalam kesan min.

## KESAN KE ATAS PENCAPAIAN PELAJAR

Artikel yang dinilai terhadap kesan penggunaan kalkulator grafik dalam pencapaian iaitu 19 artikel. Jadual 2 menunjukkan nilai saiz kesan berdasarkan pencapaian.

JADUAL 2. Nilai saiz kesan berdasarkan pencapaian

Study name	Hedges g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-value	P-value
E1	0.858	0.247	0.061	0.373	1.343	3.470	0.001
E10	0.631	0.251	0.063	0.138	1.123	2.510	0.012
E12	0.728	0.217	0.047	0.302	1.154	3.347	0.001
E14	0.865	0.299	0.090	0.278	1.452	2.887	0.004
E15	1.715	0.221	0.049	1.282	2.148	7.764	0.000
E17	0.956	0.165	0.027	0.633	1.280	5.792	0.000
E18	1.004	0.222	0.049	0.569	1.440	4.523	0.000
E20	0.340	0.179	0.032	-0.011	0.690	1.899	0.058
E26	0.462	0.315	0.099	-0.154	1.079	1.470	0.142
E27	2.361	0.322	0.104	1.730	2.992	7.334	0.000
E29	0.657	0.190	0.036	0.285	1.029	3.465	0.001
E3	1.265	0.176	0.031	0.920	1.610	7.185	0.000
E34	0.693	0.279	0.078	0.145	1.240	2.480	0.013
E35	0.518	0.259	0.067	0.010	1.026	1.998	0.046
E38	2.131	0.197	0.039	1.745	2.517	10.828	0.000
E45	0.591	0.229	0.053	0.142	1.040	2.579	0.010
E5	2.636	0.261	0.068	2.124	3.147	10.103	0.000
E6	0.867	0.072	0.005	0.726	1.008	12.043	0.000
E9	0.407	0.355	0.126	-0.289	1.104	1.146	0.252
Random	1.035	0.131	0.017	0.779	1.291	7.913	0.000

Jadual 2 menunjukkan bahawa sebanyak 3 kajian mempunyai saiz kesan yang kecil (E20, E26 dan E9) iaitu di antara 0.49 dan ke bawah ( $\leq 0.49$ ); 6 kajian mempunyai saiz kesan yang sederhana (E10, E12, E29, E34, E35 dan E45) iaitu di antara 0.50 sehingga 0.79; 10 kajian mempunyai saiz kesan yang besar (E1, E14, E15, E17, E18, E27, E3, E38, E5 dan E6) iaitu di antara 0.80 dan ke atas ( $\geq 0.80$ ). Oleh itu, analisis menunjukkan statistik signifikan ( $P < 0.001$ ) dalam saiz kesan terhadap hasil pembelajaran berasaskan pencapaian.

Dengan dapatan yang diperolehi, telah membuktikan bahawa intervensi penggunaan kalkulator grafik terhadap pengajaran dan pembelajaran matematik pelajar bagi hasil pembelajaran berasaskan pencapaian adalah selari dengan dapatan kajian-kajian lepas yang menyatakan dengan penggunaan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematik telah meningkatkan tahap pencapaian mereka di kebanyakan topik-topik matematik di dalam ujian. Antara dapatan yang menyokong ialah kajian daripada (Noraini 2006a; Nor'ain et al. 2007, 2011; Noraini & Chew 2011; Nor'ain & Noraini 2013) telah menyatakan bahawa dengan mengintegrasikan teknologi dalam pendidikan sehingga terhasilnya salah satu alat pembelajaran seperti kalkulator grafik telah meningkatkan prestasi pelajar dalam ujian dengan peningkatan yang lebih baik dalam topik garis lurus dan statistik berbanding sebelum menggunakannya. Selain itu, kajian daripada (DeLoach 2013; Nasari 2008; Reel 2010; Reznichenko 2012; Shore 1999) menyatakan pelajar yang mempunyai akses kalkulator grafik secara berterusan memberi nilai skor yang tinggi di dalam ujian yang dijalankan berbanding pelajar yang tidak

mengaplikasikan penggunaannya. Tambahan, mengintegrasikan kalkulator grafik turut memberi kemampuan kepada pelajar dalam menyelesaikan masalah dalam topik algebra dan pre-kalkulus (Tintera 2004).

#### KESAN KE ATAS KESEDARAN METAKOGNITIF DAN SIKAP PELAJAR

Kesan penggunaan kalkulator grafik terhadap kesedaran metakognitif iaitu 3 artikel. Jadual 3 adalah nilai saiz kesan mengikut kesedaran metakognitif. Manakala artikel yang membahas mengenai kesan penggunaan kalkulator grafik berdasarkan sikap iaitu 5 artikel. Jadual 4 adalah nilai saiz kesan berdasarkan sikap.

Jadual 3 menunjukkan sebanyak 2 kajian mempunyai saiz kesan yang kecil (E10 dan E26) iaitu di antara 0.49 dan ke bawah ( $\leq 0.49$ ) dan 1 (E1) kajian mempunyai saiz kesan yang besar iaitu di antara 0.80 dan ke atas ( $\geq 0.80$ ). Manakala Jadual 4 menunjukkan sebanyak 2 kajian mempunyai saiz kesan yang kecil (E20 dan E9) iaitu di antara 0.49 dan ke bawah ( $\leq 0.49$ ), 1 kajian mempunyai saiz kesan yang sederhana (E15) iaitu di antara 0.50 sehingga 0.79 dan 2 kajian mempunyai saiz kesan yang besar (E28 dan E35) iaitu di antara 0.80 dan ke atas ( $\geq 0.80$ ). Oleh itu, analisis menunjukkan berdasarkan kesedaran metakognitif dan sikap tidak mempunyai kesan yang ketara ( $p > 0.001$ ).

Penggunaan kalkulator grafik dalam hasil pembelajaran berasaskan kesedaran meta-kognitif dan sikap mempunyai kesan yang positif, namun tidak berada pada tahap statistik signifikan. Kajian yang dijalankan memberi kesan yang baik kerana memiliki

skor saiz kesan yang positif dan berada pada tahap sederhana dalam pembelajaran matematik terutama pada topik garis lurus, hubungan dan fungsi. Ia menjelaskan bahawa kumpulan eksperimen atau strategi (kumpulan yang menggunakan kalkulator grafik) masih memberikan prestasi yang lebih baik berbanding kumpulan kawalan (kumpulan yang tidak menggunakan kalkulator grafik), hanya tidak mempunyai perubahan yang ketara antara kajian. Oleh itu, dapatan ini masih menyokong hipotesis yang menyatakan penggunaan kalkulator grafik dalam pengajaran dan pembelajaran matematik di bilik darjah atau institusi meningkatkan prestasi pelajar dalam penyelesaian masalah dan kemahiran sendiri pelajar bagi hasil pembelajaran berasaskan kesedaran meta-kognitif. Intervensi penggunaan kalkulator grafik turut

memberikan kesan yang positif kepada hasil pembelajaran berasaskan kesedaran meta-kognitif dan sikap pelajar dalam pembelajaran matematik. Hal ini disokong oleh kajian daripada (Nor'ain Mohd Tajudin et al. 2007, 2009, 2011) yang menyatakan pelajar daripada kumpulan strategi kalkulator grafik membawa kepada kesedaran metakognitif yang tinggi berbanding pelajar daripada kumpulan kawalan semasa pembelajaran mahupun ketika dalam ujian. Ia juga disokong oleh kajian daripada (Noraini Idris 2006a; Reel 2010; Reznichenko 2012; Tan, Harji & Lau 2011) yang menyatakan bahawa pelajar menunjukkan perubahan sikap yang tinggi secara langsung yang menunjukkan perubahan sikap yang positif terhadap pembelajaran mereka khususnya dalam topik-topik matematik.

JADUAL 3. Nilai saiz kesan mengikut kesedaran metakognitif

Study name	Hedges g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-value	P-value
E10	0.487	0.249	0.062	-0.001	0.975	1.957	0.050
E1	2.059	0.294	0.086	1.484	2.635	7.013	0.000
E26	-0.617	0.327	0.107	-1.259	0.024	-1.887	0.059
Random	0.648	0.729	0.532	-0.782	2.077	0.888	0.375

JADUAL 4. Nilai saiz kesan berdasarkan sikap

Study name	Hedges g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-value	P-value
E15	0.636	0.193	0.037	0.257	1.015	3.290	0.001
E28	2.076	0.305	0.093	1.477	2.674	6.798	0.000
E20	0.488	0.267	0.071	-0.036	1.012	1.827	0.068
E35	1.248	0.279	0.078	0.701	1.796	4.472	0.000
E9	0.093	0.352	0.124	-0.597	0.782	0.263	0.792
Random	0.909	0.308	0.095	0.305	1.513	2.947	0.003

JADUAL 5. Nilai saiz kesan berdasarkan kefahaman

Study name	Hedges g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-value	P-value
E14	1.257	0.252	0.064	0.763	1.571	4.984	0.000
E22	0.779	0.143	0.021	0.498	1.060	5.432	0.000
E24	1.247	0.269	0.073	0.720	1.775	4.632	0.000
E41	1.173	0.156	0.024	0.867	1.478	7.527	0.000
E44	0.788	0.269	0.072	0.261	1.316	2.928	0.000
Random	1.024	0.113	0.013	0.803	1.245	9.090	0.000

JADUAL 6. Nilai saiz kesan berdasarkan keupayaan mental

Study name	Hedges g	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-value	P-value
E12	0.362	0.262	0.069	-0.152	0.875	1.381	0.167
E10	-1.401	0.274	0.075	-1.938	-0.863	-5.108	0.000
E1	-0.476	0.240	0.058	-0.946	-0.005	-1.983	0.047
Random	-0.502	0.490	0.240	-1.463	0.459	-1.024	0.036

#### KESAN KE ATAS KEFAHAMAN PELAJAR

Jumlah artikel yang dianalisis berdasarkan kefahaman adalah 5 artikel. Jadual 5 adalah nilai saiz kesan berdasarkan kefahaman. Sebanyak 2 kajian mempunyai

saiz kesan yang sederhana (E22 dan E44) iaitu di antara 0.50 sehingga 0.79 dan 3 kajian mempunyai saiz kesan yang besar (E14, E24 dan E41) iaitu di antara 0.80 dan ke atas ( $\geq 0.80$ ). Oleh itu, analisis menunjukkan



statistik signifikan ( $p < 0.001$ ) dalam saiz kesan terhadap hasil pembelajaran berasaskan kefahaman.

Dapati kajian di atas selari dengan hasil kajian daripada Serhan (2006), yang menjelaskan bahawa pelajar memperoleh daya pemahaman yang baik bagi kumpulan strategi (kumpulan yang menggunakan kalkulator grafik) dalam eksperimen yang dijalankan berbanding dengan kumpulan kawalan (kumpulan tanpa kalkulator grafik). Kajian daripada Muhundan (2005) menyatakan dengan aplikasi kalkulator grafik, ia dapat meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik-topik matematik yang sukar seperti subtopik had dan perbezaan. Menurutnya lagi, penggunaan teknologi ini sentiasa menuntut dalam penyelesaian matematik kepada pelajar, khususnya terhadap topik kalkulus. Penggunaan alat ini juga disokong oleh kajian daripada Noraini et al. (2003), di mana beliau menghuraikan pelajar membentuk pemahaman yang lebih baik daripada matematik yang terlibat dan lebih bermotivasi untuk berhadapan dengan masalah yang lebih kompleks.

#### KESAN KE ATAS KEUPAYAAN MENTAL PELAJAR

Kesan penggunaan kalkulator grafik berdasarkan keupayaan mental iaitu 3 artikel. Jadual 6 adalah nilai saiz kesan berdasarkan keupayaan mental.

Jadual 6 menunjukkan bahawa terdapat 3 kajian yang dikaji dalam hasil pembelajaran ini membawa kepada keputusan yang sama iaitu mempunyai saiz kesan yang kecil (E12, E10 dan E1) iaitu di antara 0.49 dan ke bawah ( $\leq 0.49$ ). Oleh itu, analisis menunjukkan berdasarkan keupayaan mental tidak mempunyai kesan yang ketara ( $p > 0.001$ ).

Penggunaan kalkulator grafik dalam hasil pembelajaran berasaskan keupayaan mental mempunyai kesan yang negatif dan tidak berada pada tahap statistik signifikan. Dengan dapatan yang menunjukkan hasil pembelajaran berasaskan keupayaan mental berada pada nilai yang tidak memuaskan, pengkaji beranggapan ini mungkin disebabkan oleh halangan-halangan yang dihadapi oleh pelajar semasa penggunaan kalkulator grafik di mana terdapat juga pelajar yang tidak dapat menyesuaikan atau belum menyesuaikan diri mereka dengan alat ini seperti kajian yang dijalankan oleh Nor'ain et al. (2007) yang menyatakan pelajar menghadapi kesukaran dalam menggunakan kalkulator grafik kerana ia adalah kali pertama kalkulator grafik telah diperkenalkan kepada mereka sebagai alat pembelajaran matematik. Menurut kajian yang dijalankan oleh Nor'ain dan Noorul Izzati (2014) pula, hasil dapatan menunjukkan nilai min yang tertinggi iaitu 3.97 (SD 0.96) iaitu item 16 (saya perlu ingat kekunci yang digunakan untuk mendapatkan jawapan). Min yang ditunjukkan berada di lingkungan

3.67 - 5.00. Justeru itu, ia menunjukkan bahawa pelajar mempunyai halangan yang tinggi untuk mengingat kekunci kalkulator grafik bagi mendapatkan jawapan terhadap penggunaan kalkulator grafik dalam proses pengajaran dan pembelajaran matematik dalam topik garis lurus.

#### FAKTOR-FAKTOR KEBERKESANAN KALKULATOR GRAFIK

Seterusnya, faktor-faktor yang mempengaruhi keberkesanan penggunaan kalkulator grafik terhadap pengajaran dan pembelajaran matematik ialah ciri-ciri dalam alat ini sendiri iaitu visualisasi, eksplorasi dan sistem kekunci. Visualisasi merupakan faktor utama dalam kalkulator grafik yang membantu memudahkan pemahaman pelajar terhadap topik matematik. Visualisasi memudahkan penerangan konsep kerana ia disokong oleh gambaran imej dan mempunyai paparan skrin yang jelas, iaitu mempunyai ukuran  $64 \times 96$  pixel. Paparan yang dapat dilihat pada skrin kalkulator grafik menyediakan persekitaran visualisasi yang boleh menyebabkan penganalisan untuk menterjemah imej daripada suatu fungsi yang berbentuk abstrak menjadi bentuk graf yang dapat direfleksikan kaitannya (Haspiah 2006). Skrin grafik juga menggantikan satu skrin paparan berangka. Ciri-ciri ini, ditambah pula dengan perisian terbina dalam, mampu menjalankan semua jenis kerja-kerja matematik. Beberapa fungsi alat ini adalah graf fungsi, fungsi menjadualkan, menganalisis data statistik, memanipulasi matriks, persamaan-masalah, kalkulus, kebarangkalian dan analisis kompleks (Rohani et al. 2008).

Faktor kedua ialah bersifat eksplorasi. Kalkulator grafik memberikan pelajar ruang untuk mengeksplorasi dimana eksploratori merupakan persekitaran sedia terbina dalam kalkulator grafik iaitu suatu keadaan dapat berlakunya aktiviti penjelajahan atau penerokaan yang boleh berlangsung semasa pembelajaran. Wujudnya persekitaran eksploratori ini membolehkan pelajar melakukan aktiviti pembelajaran secara sendiri tanpa risau apabila melakukan kesalahan semasa pembelajaran (Haspiah 2006). Faktor ketiga ialah sistem kekunci. Kekunci kalkulator grafik jelas untuk digunakan kerana telah dikumpulkan secara KATALOG abjad yang merangkumi semua operasi kalkulator, disusun dalam satu menu, hingga mudah mencari perintah dan fungsinya. Dengan sistem kekunci yang tersusun sama seperti kalkulator yang sedia ada, ia tidak menyulitkan lagi penggunaannya terutama kepada pelajar.

Dengan adanya alat ini, tidak mustahil pencapaian pelajar mengalami peningkatan kerana banyak kesan positif yang dapat dilihat daripada ujian yang dijalankan oleh kebanyakan pengkaji-pengkaji lepas. Kajian daripada (Ye 2009) menyatakan: i) penggunaan kalkulator grafik tidak menjejaskan sesi pengajaran

dan pembelajaran matematik malah ia membantu dalam memahami konsep matematik, kualiti dan lain-lain, ii) penggunaan kalkulator grafik di peringkat menengah adalah pengalir kepada sistem penilaian terutamanya dalam kaedah peperiksaan yang dibina, iii) penggunaan kalkulator grafik juga menggalakkan sesuatu kemodenan dalam buku teks Matematik, dan bersesuaian kepada maklumat, visualisasi, kepelbagaian, dan popularasi kandungan bahan pengajaran. Penggunaan kalkulator grafik dapat mengubah pendekatan pembelajaran lama kepada kepelbagaian dalam pembelajaran kini melalui pembelajaran sendiri, kerjasama dan penerokaan (Ye 2009).

Selain itu, ia membawa satu proses pengiraan yang lebih cekap dengan penerokaan yang dialami sendiri menjadikan ia semakin minat dalam pembelajaran matematik. Hal ini di ulas oleh kajian Nor'ain dan Noraini (2013). Beliau menyatakan penggunaan kalkulator grafik dalam pengajaran dan pembelajaran matematik membolehkan pelajar mengalami pelbagai jenis penerokaan berpandu. Ia menjadikan kaedah pengiraan dan manipulasi algebra yang lebih cekap dan tepat daripada kaedah kertas-dan-pensil semata-mata. Pelajar juga boleh menyiasat kesan perubahan fungsi parameter pada bentuk graf. Tanpa teknologi kalkulator grafik, aktiviti-aktiviti seperti ini akan menjadi terlalu sukar untuk mencuba. Aktiviti penerokaan dalam matematik boleh memudahkan pendekatan yang aktif untuk belajar berbanding dengan pendekatan pasif di mana pelajar hanya duduk dan hanya mendengar dari guru.

#### KESIMPULAN

Penggunaan kalkulator grafik memberi kesan yang ketara terhadap tahap pendidikan atau polisi pencapaian pelajar dalam kebanyakan hasil pembelajaran. Ini sejajar dengan matlamat dalam aspirasi Pelan Pendidikan Malaysia 2013-2025 dengan anjakan ke-7 ke arah pedagogi abad ke 21 dalam meningkatkan mutu prestasi pendidikan Malaysia. Penggunaan kalkulator grafik mutu pencapaian sekolah dan pelajar khususnya akan mempunyai peningkatan yang berganda dan dapat menjadikan salah satu penanda aras dalam pendidikan dunia seperti mana kebanyakan negara luar sudah mempratikkan amalan ini sejak berabad yang lalu meskipun hanya terdapat sesetengah negara sahaja yang membenarkan penggunaan kalkulator grafik ke dewan peperiksaan. Ia juga tidak membataskan kemahiran baru yang diperolehi walaupun pelajar hanya menggunakannya semasa pembelajaran kelas kerana penggunaan kalkulator grafik akan turut merangsang kemahiran sendiri pelajar seperti kemahiran terhadap kesedaran

meta-kognitif, pemahaman, sikap dan keupayaan mental.

#### PENGHARGAAN

Kajian penyelidikan ini dibiayai oleh geran Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, GG-2019-015.

#### RUJUKAN

- \* Rujukan yang bertanda menunjukkan kajian empirikal dalam meta-analisis.
- \*Autin, N. P. 2001. The effects of graphing calculators on secondary students' understanding of the inverse trigonometric functions. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=5226080>
- DeCoster, J. 2004. Meta-analysis notes. <http://www.stat-help.com/Meta%20analysis%202009-06-01.pdf>
- \*DeLoach, M. 2013. The impact of graphing calculators on high school students' performance on a standardized mathematics test (Doctoral dissertation, University of Phoenix). <https://search.proquest.com/docview/1512421342?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Ellis, P. D. 2010. *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge: Cambridge University Press.
- \*Ford, S. 2008. The effect of graphing calculators and a three-core representation curriculum on college students' learning of exponential and logarithmic functions. <https://repository.lib.ncsu.edu/handle/1840.16/4839>
- Glass, G. V. 1976. Primary, secondary, and meta-analysis of research'. *American Educational Research Association* 5(10): 3-8.
- \*Harskamp, E., Suhre, C. & Van Streun, A. 2000. The graphics calculator and students' solution strategies. *Mathematics Education Research Journal* 12(1): 37-52.
- Haspiah Basiran. 2006. Pembangunan dan penilaian modul pengajaran dan pembelajaran menggunakan kalkulator grafik dalam pembelajaran persamaan kuadratik.
- Higgins, J. P. & Thompson, S. G. 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine* 21(11): 1539-1558.
- \*Hollar, J. C. & Norwood, K. 1999. The effects of a graphing-approach intermediate algebra curriculum on students' understanding of function. *Journal for Research in Mathematics Education*: 220-226.
- \*Husna Hasan, Munawir Azizan & Suraiya Kassim. 2005. The use of graphic calculators in Malaysian secondary schools: Students' perception and teachers' constraints. *Proceedings of 10 th Asian*. <http://epatcm.any2any.us/EP/EP2005/2005P146/fullpaper.pdf>
- Idris, N., Lian, T. B., Eng, D. H., Siew, G. L. & Mahfud, N. 2003. A graphing calculator-based instruction and its impact on the teaching and learning of mathematics. *Graphing Calculators in Mathematics: Potential and Application*, 11-12.

- Keke, T. A. 2008. Minat dan motivasi dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Penabur* 7(10): 11–21.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 2001. *Pembelajaran secara konstruktivisme*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 2013. *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025*. Putrajaya.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 2015. *Laporan TIMSS 2015*.  
[http://www.moe.gov.my/images/Terbitan/Rujukan-Akademik/pubfile\\_file\\_002124.pdf](http://www.moe.gov.my/images/Terbitan/Rujukan-Akademik/pubfile_file_002124.pdf)
- \*Merckling, W. J. 1999. Relationship (s) between the perceptual preferences of secondary school students and their achievement in functions using a graphing calculator. St. John's University.  
<https://www.learnlib.org/p/124273/>
- Meta-Analysis.com. 2006. Comprehensive meta analysis. Introduction to the program. <https://www.meta-analysis.com/downloads/Meta-Analysis-Tutorial.pdf>
- Morris, G. D. 2014. *Calculate with confidence*. (6th Ed.). St. Louis: Mosby
- \*Muhundan, A. 2005. Effects of using graphing calculators with a numerical approach on students' learning of limits and derivatives in an applied calculus course at a community college.  
<https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1779&context=etd>
- Munawir Azizan & Husna Hasan. 2001. Kajian penggunaan kalkulator grafik dalam pengajaran dan pembelajaran matematik di sekolah menengah.
- \*Nasari, G. Y. 2008. The effect of graphing calculator embedded materials on college students' conceptual understanding and achievement in a calculus i course. Wayne State University.  
<https://search.proquest.com/docview/304443197?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Noor Erma Abu & Leong Kwan Eu. 2014. Hubungan antara sikap, minat, pengajaran guru dan pengaruh rakan sebaya terhadap pencapaian Matematik tingkatan 4. *Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik* 2(1): 1–10.
- Nor'ain Mohd Tajuddin, Rohani Ahmad Tarmizi, Mohd Majid Konting & Wan Zah Wan Ali. 2009. Instructional efficiency of the integration of graphing calculators in teaching and learning mathematics. *International Journal of Instruction* 2(2): 11-30.
- Nor'ain Mohd Tajudin & Noorul Izzati Zarkasi. 2014. Using graphing calculator technology to support learning for straight line topic. doi:10.1063/1.4887677
- \* Nor'ain Mohd Tajudin & Noraini Idris. 2013. TI-NSPIRE CX graphing calculator: Enhancing students' performance in mathematics learning. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research* 1(1): 105–115.
- \* Nor'ain Mohd Tajudin & Rohani Ahmad Tarmizi. 2007. The effects of using graphic calculators in teaching and learning of mathematics. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences* 1(1): 45–61.
- Nor'ain Mohd Tajudin, Marzita Puteh, Mazlini Adnan, Mohd Faizal Nizam Lee Abdullah & Amalina Ibrahim. 2015. Persepsi dan amalan pengajaran guru matematik dalam penyelesaian masalah algebra. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia* 5(2): 12–22.
- \* Nor'ain Mohd Tajudin, Rohani Ahmad Tarmizi, Wan Zah Wan Ali & Mohd Majid Konting. 2011. The use of graphic calculator in teaching and learning of mathematics: Effects on performance and metacognitive awareness. *American International Journal of Contemporary Research* 1(1): 59–72.
- Nor'ain Mohd Tajudin, Rohani Ahmad Tarmizi, Wan Zah Wan Ali & Mohd Majid Konting. 2007. The effects of using graphic calculators in teaching and learning of mathematics. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences* 1(1): 45–61.
- \* Nor'ain Mohd. Tajudin, Rohani Ahmad Tarmizi, Wan Zah Wan Ali & Mohd. Majid Konting. 2009. The effects of using graphing calculators in teaching and learning of mathematics on students' performance. *Jurnal Sains dan Matematik* 1(1): 45–61.
- Nor'ain Mohd Tajudin. 2006. Teaching and learning of mathematics using graphic calculators.  
<http://merr.utm.my/id/eprint/2541>
- \*Noraini Idris & Chew Cheng Meng. 2011. Effect of graphic calculator-based performance assessment on mathematics achievement. *Academic Research International* 1(1): 5–14.
- Noraini Idris & Mohd Tajudin. 2014. TI-Nspire CX graphing calculator technology- based learning environment: Enhancing higher order thinking skills and mathematics Performances (October 2015).
- Noraini Idris. 2004. Exploration and entertaining mathematics: Why graphics calculator. In *Proceedings of the 2nd National Conference on Graphing Calculators* (pp. 45-54).
- \*Noraini Idris. 2006a. Exploring the effects of TI-84 plus on achievement and anxiety in mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 2(3): 66–78.
- \*Noraini, I. 2006b. Usage of Graphing Calculator TI-83 Plus: Motivation and Achievement. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 31, 143-156.
- \*Pelech, P. A. 2015. The effect of the ti-nspire on student achievement in common core algebra (Doctoral dissertation, Concordia University Chicago).  
<https://search.proquest.com/docview/1699340717?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Pigott, T. D. & Polanin, J. R. 2020. Methodological guidance paper: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research* 90(1): 24–46.
- \*Reel, L. A. 2010. The impact of unlimited access to graphing calculators on mathematics achievement of low socioeconomic students (Doctoral dissertation, Walden University).  
<https://search.proquest.com/docview/497103596?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- \*Reznichenko, N. 2012. Learning intermediate algebra with graphing calculator in community college: A study of graphing calculator implementation (Doctoral dissertation, Morgan State University).  
<https://search.proquest.com/docview/1030444211?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Rohani Ahmad Tarmizi, Ahmad Fauzi Mohd. Ayub, Kamariah Abu Bakar & Aida Suraya Md. Yunus. 2008. Learning mathematics through utilization of technology: Use of autograph technology vs handheld graphing calculator. *Edu'08: Proceedings of the 7th Wseas*

- International Conference on Education and Educational Technology* 2(3), 71–76.
- \*Rohani Ahmad Tarmizi, Ahmad Fauzi Mohd Ayub, Kamariah Abu Bakar & Aida Suraya Yunus. 2008. Instructional efficiency of utilization of autograph technology vs handheld graphing calculator for learning algebra. *International Journal of Education and Information Technologies* 2(3): 184–193.
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J. & Borenstein, M. 2005. Publication bias in meta-analysis. *Publication Bias in Meta-Analysis: Prevention, Assessment and Adjustments*: 1-7.
- \*Serhan, D. 2006. The effect of graphing calculators uses on students' understanding of the derivative at a point. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning* (08-05): 30.
- \*Shore, M. A. 1999. The effect of graphing calculators on college students' ability to solve procedural and conceptual problems in developmental algebra (Doctoral dissertation, West Virginia). <https://search-proquest-com.ezplib.ukm.my/docview/304534250/fulltextPDF/54939A819A7B4413PQ/1?accountid=27931>
- Shore, M. A. & Shore, J. B. 2003. An integrative curriculum approach to developmental mathematics and the health professions using problem-based learning. *Math Computation Education* 37(1): 29-38.
- \*Tan, C. K., Harji, M. B. & Lau, S. H. 2011. Fostering positive attitude in probability learning using graphing calculator. *Computers & Education* 57(3).
- \*Tintera, P. J. C. 2004. The facilitative role of graphing calculators in learning college algebra: An analysis of adult learner's learning style and self-efficacy in mathematics (Doctoral dissertation, Texas A&M University-Corpus Christi and Texas A&M University-Kingsville). <https://search.proquest.com/docview/305053405?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Wilson, S. J. & Lipsey, M. W. 2000. Wilderness challenge programs for delinquent youth: A meta-analysis of outcome evaluations. *Evaluation and Program Planning* 23(1): 1-12.
- Ye, L. 2009. Integration of graphing calculator in mathematics teaching in China. *Journal of Mathematics Education* 2(2): 134–146.

Nur E'zzatul Hamizah Mukhtar  
Fakulti Pendidikan  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Emel: nehmhmukhtar@gmail.com

Roslinda Rosli  
Fakulti Pendidikan  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Emel: roslinda@ukm.edu.my

\* Pengarang untuk surat-menyurat, emel: roslinda@ukm.edu.my