

PENGGUNAAN KALKULATOR GRAFIKDALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA: MASIH RELEVANKAH?

Kurnia Putri Sepdikasari Dirgantoro
Kurnia.dirgantoro@uph.edu
Universitas Pelita Harapan

ABSTRACT

THE USE OF GRAPHIC CALCULATOR IN MATHEMATICS LEARNING: IS IT STILL RELEVANT?

In the middle of the advancement of technology today where the rapid development of a wide range of software that can be used in mathematics, it seems the use of graphing calculators in the classroom are being abandoned. Relatively expensive, parents and schools tend to think twice before buying a graphing calculator for their children as well as the availability of media learning in school. However, is it true that the used of graphic calculator are not relevant at this time? It is intended to be a review of theory to answer these questions.

Keywords: *graphic calculator, mathematics learning*

Article Info

Received date: 20 Des 2016

Revised date: 21 Maret 2017

Accepted date: 9 Mei 2017

PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan, paradigma pendidikan telah bergeser dari pembelajaran yang terpusat pada guru (*teacher centered*) menjadi pembelajaran yang terpusat pada siswa (*student centered*). Ini artinya, proses belajar mengajar yang semula menjadi tanggung jawab guru sepenuhnya, saat ini cenderung menjadi tanggung jawab bersama antara guru dengan siswa. Dengan adanya perubahan paradigma ini, siswa dalam kegiatan pembelajaran tidak hanya berperan sebagai obyek yang sekedar menerima apa yang diberikan oleh guru melainkan dituntut untuk aktif dalam mengkonstruksi pemahamannya sendiri. Proses pembelajaran diarahkan dan difokuskan agar siswa dapat mengembangkan kemampuan dalam mengeksplorasi ide-ide dan konsep matematika.

Selain perubahan paradigma dalam pendidikan tersebut, seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi maka peran teknologi dalam pendidikan pun semakin besar. Perkembangan teknologi yang demikian cepat serta penerapannya yang semakin luas ke berbagai bidang tak terkecuali dalam pendidikan, menjadikan teknologi mendapat perhatian besar untuk digunakan dalam mendukung kegiatan pembelajaran. Dengan menggunakan teknologi sebagai media dalam pembelajaran maka pembelajaran dapat lebih menarik, meningkatkan interaksi siswa, mempersingkat waktu pembelajaran dan meningkatkan kualitas pembelajaran. Teknologi dinilai memegang peranan penting dalam pembelajaran pada berbagai bidang studi, tak terkecuali matematika.

National Council of Teachers of Mathematics (2000) menyatakan bahwa teknologi merupakan komponen penting dalam pembelajaran matematika. Teknologi mempengaruhi bagaimana matematika diajarkan dan meningkatkan belajar siswa. Robova (2002) menyatakan bahwa dalam pembelajaran matematika tradisional, guru memberikan informasi lengkap kepada siswa dan siswa hanya menerima secara pasif. Namun, pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran mendorong dan memungkinkan pendekatan serta prosedur baru dalam belajar dan mengajar matematika—khususnya penyelidikan lebih dalam terhadap masalah, penemuan hubungan antara fenomena dan lain sebagainya. Selain itu, teknologi dapat membantu siswa dalam mengembangkan pemahaman yang lebih baik mengenai konsep-konsep matematika yang abstrak melalui visualisasi atau representasi grafis, siswa juga dapat menunjukkan hubungan antara obyek dan sifat yang dimilikinya. Pemahaman yang lebih dalam terhadap konsep matematis akan membawa dampak pada meningkatnya kemampuan siswa untuk memperoleh pengetahuan tentang matematika secara lebih mendalam.

Teknologi yang memiliki pengaruh besar dalam pembelajaran matematika adalah komputer dan kalkulator. Penggunaan kedua teknologi ini telah lama diterapkan dalam pembelajaran di kelas,

khususnya penggunaan kalkulator. Pada awalnya penggunaan kalkulator hanya sebatas membantu perhitungan sederhana namun lama kelamaan dengan fitur kalkulator yang menjadi semakin canggih maka fungsi kalkulator pun menjadi semakin banyak dan kompleks. Saat ini kalkulator grafik sebagai perkembangan kalkulator memiliki berbagai fitur menarik yang dapat menggambar grafik, menyelesaikan persamaan, memanipulasi ekspresi aljabar, membantu dalam kalkulus, matriks, trigonometri, statistik, dan masih banyak lagi. Dengan fitur yang semakin canggih maka kalkulator grafik semakin membawa kemudahan bagi siswa dan guru sebagai media dalam proses pembelajaran.

Namun, tidak hanya kalkulator grafik yang semakin berkembang, komputer sebagai media pembelajaran pun semakin canggih. Jika dahulu komputer kehadirannya hanya terbatas pada sebuah tempat karena ukurannya yang cukup besar, namun saat ini komputer pun lebih praktis dan mudah dibawa dengan ukuran yang tidak terlalu besar, seperti *laptop*, *notebook*, dan *tablet*. Selain itu, perkembangan *software-software* pendukung pun semakin cepat. Saat ini dapat ditemui adanya berbagai *software* yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran matematika seperti Cabri, Delphi, Cinderella, Mathlab, Geometer's Sketchpad, Geogebra, Microsoft Mathematics, Autograph dan lain sebagainya.

Seiring dengan bermunculannya berbagai *software* yang dapat digunakan untuk membantu siswa dalam pembelajaran matematika di kelas maka dirasakan bahwa penggunaan kalkulator grafik semakin ditinggalkan. Dengan menggunakan layar komputer yang lebih besar dan manipulasi-manipulasi yang dapat dilakukan oleh *software-software* tersebut maka penggunaan *software* matematika terlihat lebih menarik dibandingkan dengan kalkulator grafik. Namun, apakah benar bahwa saat ini penggunaan kalkulator grafik di kelas matematika sudah tidak relevan seiring dengan perkembangan teknologi komputer yang semakin canggih?

KAJIAN PUSTAKA

Perkembangan Kalkulator

Pada awalnya, kalkulator diciptakan untuk membantu manusia dalam proses perhitungan/aritmatika sederhana seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Namun semakin lama dengan teknologi yang semakin berkembang maka kalkulator pun semakin canggih sehingga manfaat kalkulator menjadi semakin beragam dan kompleks.

Berikut perkembangan kalkulator hingga yang ada sekarang ini.

1. Kalkulator Non-Mekanik

a) Sempoa

Sempoa merupakan alat hitung paling tua yang pernah ada. Asal usul sempoa masih sangat sulit dilacak karena terdapat banyak alat hitung yang serupa dengan sempoa di berbagai kebudayaan dunia. Diperkirakan sempoa sudah ada di Babilonia sekitar tahun 2400 SM dan di Tiongkok sekitar tahun 300 SM.

b) Napier's Bones (1612)

John Napier menciptakan Napier's Bones guna menghitung persamaan perkalian untuk sembilan kelipatan pertama dari angka.

c) Slide Rule (1622)

Slide Rule merupakan alat yang diciptakan oleh William Oughtred berdasarkan Napier's Bones. Slide Rule digunakan selama berabad-abad sampai ditemukannya kalkulator mekanik dan elektronik.

2. Kalkulator Mekanik

a) Calculating Clock (1623)

Calculating Clock diciptakan oleh seorang astronom dan matematikawan Jerman, Willhelm Schickard pada tahun 1623 dan dapat melakukan penjumlahan hingga 6 digit angka.

b) Tahun 1642: Pascaline (1642)

Pada tahun 1642, Blaise Pascal yang saat itu berusia 18 tahun menciptakan apa yang ia sebut sebagai kalkulator roda numerik (*numerical wheel calculator*) untuk membantu ayahnya melakukan perhitungan pajak. Alat ini digunakan untuk menghitung pajak di Prancis sampai tahun 1799. Kalkulator ini berupa kotak persegi kuning yang menggunakan roda putar bergerigi untuk menjumlahkan bilangan hingga 8 digit dan dinamakan Pascaline. Pascaline

merupakan alat penghitung bilangan berbasis sepuluh. Kelemahan alat ini adalah masih terbatas hanya pada melakukan proses penjumlahan.

c) **Stepped Reckoner (1672)**

Seorang matematikawan dan filsuf Jerman, Gottfried Wilhelm von Leibniz pada tahun 1694 memperbaiki Pascaline dengan membuat mesin yang dapat mengalikan. Sama seperti Pascaline, alat mekanik ini bekerja dengan menggunakan roda-roda gerigi. Leibniz mempelajari catatan dan gambar-gambar yang dibuat oleh Pascal guna menyempurnakan alatnya.

d) **Hahn Calculator (1773)**

Berbasis mesin hitung Stepped Reckoner, Philip Mattheus Hahn mengembangkan Hahn Calculator pada tahun 1733. Kalkulator ini digunakan untuk membantu menghitung parameter waktu dan planetarium.

e) **Arithmometer (1820)**

Arithmometer adalah kalkulator yang pertama kali dikomersialkan. Kalkulator ini diciptakan oleh Charles Xavier Thomas de Colmar dan dibuat berdasarkan kalkulator Leibniz. Arithmometer sudah bisa melakukan 4 operasi perhitungan, yaitu penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.

f) **IBM 608 (1954)**

IBM 608 merupakan kalkulator dengan transistor pertama di dunia. Kalkulator ini tidak menggunakan tabung vakum, namun menggunakan lebih dari 3000 germanium transistor.

g) **ANITA MK-8 (1961)**

ANITA merupakan singkatan dari “A New Inspiration to Accounting” atau “A New Inspiration to Arithmetic”. ANITA MK-8 dirilis oleh Bell Punch Co. pada tahun 1961 dan terbuat dari 170 katoda tabung vakum. ANITA MK-8 dijual di seluruh dunia dan merupakan satu-satunya kalkulator *desktop* elektronik komersial selama lebih dari dua tahun.

3. Kalkulator Genggam

a) **Cal- Tech (1967)**

Cal- Tech merupakan kalkulator kecil pertama. Kalkulator ini merupakan cikal bakal kalkulator genggam yang ada pada saat ini. Cal- Tech dikembangkan oleh Texas Instruments dan dirilis secara komersial pada tahun 1970. Kalkulator ini memiliki *keyboard* dengan 18 tombol dan tampilan yang mampu menampilkan hingga 12 digit angka.

b) **Busicom LE-120A “HANDY” (1971)**

Kalkulator Busicom LE-120A lebih populer dengan sebutan “HANDY” merupakan kalkulator pertama yang benar-benar *portable* dan dapat dibawa ke mana-mana dengan mudah. Dengan layar LED 12 digit berwarna merah, HANDY dijual dengan harga \$395 pada Januari 1971.

c) **HP-65 (1974)**

HP-65 yang dikembangkan oleh Hewlett-Packard merupakan kalkulator pertama yang dapat diprogram. Pengguna dapat membeli *card* yang berisi program atau memprogram sendiri hingga 100 baris kode dan menyimpannya di *blank card*. HP-65 dilengkapi dengan 35 tombol dengan lebih dari 80 operasi perhitungan.

d) **Casio fx-7000G (1985)**

Casio fx-7000G merupakan kalkulator grafik pertama. Kalkulator ini dibuat dengan 422 byte memori dan bisa menyimpan hingga 10 program. Pengguna dapat melakukan 82 operasi perhitungan *scientific*. Layar Casio fx-7000G dapat menampilkan hingga 8 baris di mana masing-masing baris memuat 16 karakter.

e) **Sharp EL-9650 (2003)**

Sharp EL-9650 merupakan kalkulator pertama yang memiliki teknologi *touchscreen*. Namun sayangnya, kalkulator ini tidak begitu sukses di pasaran.

f) **Casio fx-CG10 (2010)**

Casio fx-CG10 yang dijuluki PRIZM adalah kalkulator grafik pertama yang menggunakan layar *full color* dengan resolusi 216×384 piksel dan ukuran 3,7 inci. PRIZM memiliki 16 MB memori flash, juga koneksi USB yang memungkinkan transfer data dan gambar antar kalkulator atau dengan komputer dan koneksi ke proyektor LCD Casio.

Kalkulator Grafik

Kalkulator grafik merupakan salah satu produk inovasi yang dikembangkan untuk memaksimalkan fungsi dari kalkulator. Jika sebelumnya kalkulator hanya dikembangkan dalam membantu perhitungan maka dengan kalkulator grafik, pengguna dapat membuat grafik suatu persamaan. Grafik yang dapat dibuat bukan hanya grafik dari fungsi sederhana melainkan juga fungsi yang lebih rumit yang sebelumnya sulit untuk digambarkan dengan cara manual.

Kalkulator grafik pertama kali dikembangkan oleh Casio Computer Co. Ltd dengan nama Casio fx-7000G dan diperkenalkan kepada publik pada tahun 1985 dan dijual dengan harga \$90. Karakteristik utama Casio fx-7000G adalah kemampuannya untuk menggambarkan grafik fungsi dan bahwa kalkulator ini dapat diprogram. Kalkulator Casio fx-7000G memiliki ukuran 165 mm × 82 mm × 15 mm dengan berat 152 gram. Kalkulator ini menggunakan desain LCD Dot Matrix sebagai jendela display dan dapat menampilkan hingga 8 baris layar di mana masing-masing layar dapat diisi hingga 16 karakter. LCD ini belum mampu menampilkan layar berwarna melainkan hanya tampilan skala abu-abu.

Lebih maju dari kalkulator sebelumnya HANDY yang mampu menyelesaikan 80 perhitungan, Casio fx-7000G menawarkan 82 fungsi ilmiah dan mampu melakukan perhitungan manual aritmatika dasar. Kalkulator Casio fx-7000G dapat menghitung fungsi aritmatika dasar dengan presisi hingga 13 digit. Banyak fungsi yang terintegrasi ke dalam kalkulator termasuk aritmatika dan perhitungan aljabar, seperti: akar kuadrat, fungsi eksponensial, faktorial, logaritma dan fungsi trigonometri. Fungsi khusus lainnya juga diimplementasikan ke dalam kalkulator termasuk fungsi hiperbolik dan statistik, konversi secara biner/oktal/heksadesimal/sexagesimal, dan grafik plot.

Layaknya kalkulator Casio lainnya, kalkulator Casio fx-7000G memiliki modus pemrograman dengan memori sebesar 422 byte. Pengguna dapat menyimpan program yang mereka buat dalam salah satu dari sepuluh slot pemrograman. Kalkulator ini menggunakan bahasa pemrograman tokenized ketika membuat program yang lebih kompleks untuk mengefisienkan memori. Salah satu contohnya adalah program yang memperkirakan sebuah integral tak tentu melalui penggunaan Aturan Simpson. Casio fx-7000G memiliki 26 memori numerik sebagai standar. Memori tambahan dapat dibuat dengan mengurangi jumlah byte yang tersedia untuk program sehingga memungkinkan total 78 memori maksimal.

Adapun dalam menampilkan grafik, kalkulator grafik pertama ini mampu menampilkan grafik yang sudah diprogram atau grafik yang dibuat oleh pengguna. Pengguna juga dapat menampilkan kembali salah satu grafik yang telah ia program sebelumnya. Grafik statistik yang dapat dihasilkan adalah grafik batang, grafik garis, kurva distribusi normal dan garis regresi.

Kalkulator grafik terbaru saat ini juga dirilis oleh Casio Computer Co. Ltd dengan nama Casio fx-CP400 yang merupakan kalkulator model baru dengan seri ClassPad. Kalkulator ini dilengkapi dengan panel sentuh berwarna menggunakan layar LCD 4,8 inchi dengan resolusi tinggi 320 × 528 piksel yang memuat 65.536 warna sehingga memudahkan untuk mengamati rumus matematika, grafik dan gambar, juga lebih nyaman saat pengoperasiannya. Kalkulator ini mulai dipasarkan di berbagai negara mulai awal musim panas tahun 2013 dengan kisaran harga \$135.68 hingga \$170.10.

Casio fx-CP400 memiliki memori 500KB RAM dan 5,5MB Flash ROM, 24MB USB Flash Drive, dan menggunakan baterai AAA 4 buah. Adapun ukurannya adalah 206 mm × 89 mm × 21,1 mm dengan berat 320 gram. Kalkulator ini juga dilengkapi dengan port USB dengan standar USB 2.0 yang memudahkan dalam pentransferan data dan kompatibilitas dengan proyektor data Casio untuk mengaktifkan layar kalkulator sehingga dapat diproyeksikan pada layar besar.

Fitur baru menarik lainnya dari kalkulator ini memungkinkan pengguna untuk beralih dari tampilan vertikal menjadi horizontal dengan menggunakan sebuah tombol. Tampilan horizontal membuat pengguna lebih nyaman dalam menampilkan formula atau persamaan matematika yang cukup panjang dengan hanya menggunakan satu baris.

Pengguna kalkulator Casio fx-CP400 dapat menggambar bentuk grafis di atas gambar untuk mempelajari fenomena seperti parabola yang dihasilkan oleh air mancur atau kelengkungan sebuah antena. Dengan menggabungkan antara fungsi matematika dengan fenomena kehidupan nyata maka cara ini akan merangsang minat siswa dalam mempelajari matematika.

Shore & Shore (Ye, 2009) menyatakan bahwa melalui berbagai fitur yang terdapat dalam kalkulator grafik maka penggunaannya tidak hanya dapat memberikan dukungan yang kuat bagi pengajaran matematika, terutama mulai topik kalkulus dan topik matematika yang lebih tinggi lainnya di tingkat sekolah menengah, tetapi juga telah menjadi alat yang baik bagi eksplorasi dan percobaan.

Kalkulator grafik dalam Pembelajaran Matematika

Kalkulator sebagai alat dalam pembelajaran matematika telah lama digunakan di kelas-kelas matematika. Di Amerika pada tahun 1975, National Advisory Committee on Mathematical Education (NACOME) mengusulkan penggunaan kalkulator sehingga siswa dapat mengerjakan soal-soal matematika. Dengan adanya penggunaan kalkulator maka siswa dapat lebih terfokus pada masalah yang mereka hadapi. Kemudian pada tahun 1976, NCTM telah mempublikasikan bermacam-macam artikel, buku-buku, dan pernyataan posisi, semuanya menyarankan penggunaan kalkulator secara reguler dalam pengajaran matematika pada semua tingkatan.

Sejalan dengan hal tersebut National Research Council (1989) menyatakan bahwa dengan menggunakan kalkulator di kelas maka pembelajaran matematika dapat menjadi lebih aktif dan dinamis, siswa dapat mengeksplorasi matematika sendiri, dan kelemahan siswa dalam aljabar/perhitungan tidak dapat mencegah siswa dalam pemahaman yang lebih maju terhadap ide-ide dan konsep matematika. Pengintegrasian kalkulator grafik di kelas matematika telah dikembangkan dan digunakan di Amerika Serikat sejak tahun 1980-an (NRC, 2001).

Pada pernyataan posisinya tahun 2005 tentang perhitungan dan kalkulator, NCTM menjelaskan pandangannya yang telah berlangsung lama bahwa ada tempat yang penting dalam kurikulum untuk penggunaan kalkulator dan pengembangan berbagai jenis keterampilan perhitungan. (www.nctm.org). Hal ini diperkuat dengan pernyataan NRC (2001) bahwa penggaris dan kalkulator ternyata lebih sering digunakan dalam mengajar matematika daripada benda manipulatif.

NCTM (Horton, Storm, & Leonard, 2004) menguraikan beberapa tujuan penggunaan kalkulator grafik di kelas matematika, yaitu dalam aspek:

1. Speed: Setelah siswa menguasai keterampilan matematis, maka penggunaan kalkulator grafik dimungkinkan untuk menghitung, menggambar grafik dan membuat tabel nilai dengan lebih cepat.
2. Leaping Hurdles: Tanpa teknologi, hampir mustahil bagi siswa yang hanya memiliki sedikit keterampilan dalam perhitungan pecahan dan bilangan bulat untuk belajar aljabar dalam cara yang berarti (meaningful way). Akibatnya, program di SMA dengan tingkat yang lebih rendah sering kali menjadi program remediasi aritmatika. Dengan menggunakan kalkulator, semua siswa memiliki kesempatan untuk belajar matematika dengan lebih kaya. Siswa dapat menggunakan kalkulator untuk membantu mereka melakukan keterampilan yang tidak mampu mereka lakukan sendiri.
3. Connections: Penggunaan kalkulator grafik dapat membantu siswa membuat hubungan antara representasi yang berbeda dari model matematika. Siswa dapat dengan cepat melakukan manipulasi pada tabel, grafik dan bentuk-bentuk aljabar.
4. Realism: Guru tidak lagi dibatasi dalam menggunakan data yang mengarah pada solusi integral sederhana atau lainnya. Kemampuan ini memungkinkan analisis data menjadi terintegrasi dalam kurikulum tradisional.

PEMBAHASAN

Berikut akan dibahas mengenai penggunaan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika di sekolah.

Hasil Penelitian Mengenai Penggunaan Kalkulator Grafik dalam Pembelajaran Matematika

Banyak penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan penggunaan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika di kelas. Berikut akan dipaparkan beberapa penelitian yang mewakili penelitian dari negara-negara di berbagai belahan dunia.

Di Amerika, Walter Ryan pada tahun 1992 (Banks, 2011) mempelajari pengaruh penggunaan kalkulator grafik terhadap sikap siswa dalam pembelajaran geometri. Ia menemukan bahwa dengan menggunakan kalkulator grafik maka sikap siswa terhadap matematika menjadi sangat positif. Selain itu, prestasi geometri siswa juga meningkat. Faktor-faktor yang mungkin berkontribusi terhadap positifnya sikap siswa dapat mencakup kemudahan visualisasi, kerja kelompok dan kebaruan dalam menggunakan teknologi. Penelitian yang dilakukan oleh Pomerantz and Waits (1997) menunjukkan bahwa kalkulator grafik dapat meningkatkan kepercayaan diri dan pemahaman konsep siswa, serta mengembangkan kemampuan pemecahan masalah. NRC (2001) menyatakan bahwa penggunaan

kalkulator grafik dapat meningkatkan kinerja siswa dalam kegiatan pembelajaran. Horton, Storm, & Leonard pada tahun 2004 meneliti tentang pengintegrasian kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika dengan materi aljabar. Penelitian tersebut memperoleh hasil sejalan dengan pernyataan NRC, yaitu bahwa pembelajaran dengan kalkulator grafik dapat meningkatkan kinerja dan mengembangkan kemampuan aljabar siswa. Untuk siswa kelompok bawah, penggunaan kalkulator grafis memudahkan mereka dalam proses perhitungan sehingga mereka dapat lebih fokus dalam menyelesaikan masalah dan tidak terbebani dengan perhitungan sederhana. Sedangkan untuk kelompok atas, kalkulator grafik memberikan kesempatan untuk memeriksa kembali jawaban mereka sehingga mereka memiliki keyakinan ekstra juga. Ini berarti, penggunaan kalkulator dapat meningkatkan keyakinan diri siswa.

Robova pada tahun 2002 melakukan penelitian tentang pemanfaatan kalkulator grafik dalam mata kuliah “didaktik matematika” dan “metode *problem solving*” dengan sampel para calon guru matematika Universitas Charles di Praha. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa dengan menggunakan kalkulator grafik maka para calon guru tersebut semakin baik dalam pengembangan konsep aljabar, geometri dan kalkulus diferensial, serta dalam pemecahan masalah yang menyangkut topik tersebut. Visualisasi yang diberikan kalkulator grafik dapat membantu dalam memahami materi dan membuat daya ingat akan konsep-konsep abstrak matematika menjadi lebih baik.

Ocak (2008) meneliti pengaruh penggunaan kalkulator grafik dalam materi fungsi kompleks pada mahasiswa di Turki. Menurut hasil penelitiannya, penggunaan kalkulator grafik meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Selain itu, kemampuan representasi mahasiswa pun meningkat. Namun, temuan lainnya adalah bahwa pengalaman menggunakan kalkulator grafik merupakan faktor penting dalam pembelajaran. Mahasiswa perlu mengetahui fitur-fitur yang terdapat pada kalkulator grafik, mereka juga perlu memiliki keterampilan dan pengalaman yang cukup untuk mengoperasikan kalkulator grafik, tidak hanya keterampilan berpikir dan penguasaan konsep matematika.

Di Ghana pada tahun 2007, Dontwi, Boateng and Owusu-Ansah melakukan penelitian mengenai pemanfaatan kalkulator grafik dalam kegiatan budidaya ikan. Para peneliti ini menyadari bahwa kalkulator grafik memiliki banyak kemampuan untuk memecahkan masalah, baik ilmiah maupun non-ilmiah. Dalam penelitiannya, mereka mengembangkan aplikasi dengan kalkulator grafis untuk membantu penebaran ikan di tambak ikan dengan skema pencocokan (*matching scheme*) untuk menetapkan jenis ikan. Dengan menggunakan aplikasi yang telah dibuat, para penambak ikan dapat menentukan jenis-jenis ikan yang dapat bertahan di kolam masing-masing.

Penelitian yang dilakukan Ye (2009) selama beberapa tahun terhadap siswa sekolah menengah, mahasiswa perguruan tinggi, mahasiswa pascasarjana dan guru di China memperoleh hasil bahwa kalkulator grafik adalah alat yang efektif dalam membantu proses pembelajaran matematika di kelas.

Di Malaysia, penelitian Idris (2006) menemukan hasil bahwa penggunaan kalkulator grafik di kelas memberikan efek positif pada pembelajaran matematika. Hasil studi menunjukkan bahwa penggunaan kalkulator grafik dalam proses belajar mengajar bermanfaat dalam pemahaman, keterampilan komunikasi, dan prestasi siswa. Dengan menggunakan kalkulator grafik, siswa tidak hanya terlibat dalam pembelajaran, tetapi juga terdorong untuk berpartisipasi dalam diskusi kelas, meminta penjelasan dan pembenaran untuk jawaban dan dengan demikian menciptakan iklim positif. Siswa termotivasi untuk mencapai tujuan pembelajaran yang mereka anggap relevan untuk kebutuhan mereka. Ketika siswa menganggap belajar menjadi menarik, menyenangkan, secara pribadi bermakna, dan relevan dengan konteks dalam keseharian mereka maka hal itu dapat mendukung dan mendorong kontrol pribadi, motivasi belajar dan *self-regulation* dalam proses secara alami. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Tajudin *et al.* (2007a, 2007b, 2011) menunjukkan bahwa pengintegrasian kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan prestasi siswa dalam materi Garis Lurus, meningkatkan kinerja siswa dalam proses pembelajaran, mengurangi beban kognitif, meningkatkan kesadaran metakognitif siswa, dan mempengaruhi sikap siswa terhadap matematika. Adapun yang menjadi catatan dalam penelitian Tajudin *et al.* (2011) adalah bahwa hasil penelitian sangat dipengaruhi dengan keterampilan siswa dalam menggunakan kalkulator grafik. Apabila sampel penelitian adalah siswa yang hampir tidak tahu bagaimana menggunakan kalkulator grafik maka hasil penelitian ini mungkin akan berbeda. Konsekuensi negatif dari efek perpecahan perhatian mungkin melebihi efek positif dari pengurangan beban kognitif. Di sisi lain, hasil pada kinerja mungkin jauh

lebih besar jika sampel penelitian adalah siswa yang sangat mahir dalam menggunakan kalkulator grafik.

Di Indonesia sendiri penelitian tentang penggunaan kalkulator grafik masih sangat jarang ditemui. Studi kasus yang dilakukan oleh Marsigit dan Siswanto pada tahun 2003 mengenai penggunaan kalkulator grafik pada siswa kelas 1 di SMK Muhammadiyah IV Yogyakarta dengan materi persamaan dan pertidaksamaan memperoleh beberapa hasil, antara lain: 1) kalkulator grafik dapat digunakan untuk mencocokkan gambar grafik, mencocokkan jawaban himpunan penyelesaian dan memberikan pengalaman yang nyata tentang gambar grafik, 2) metode dalam menyelesaikan soal persamaan dan pertidaksamaan dapat dipandang sebagai perintah, manipulasi simbolik dan grafik pada kalkulator, 3) kalkulator grafik bermanfaat untuk menunjukkan jawaban yang sebelumnya dihitung tanpa kalkulator dan mempercepat penyelesaian soal matematika. Adapun kendala yang terjadi adalah kesulitan siswa dalam membahasakan kalimat matematika ke dalam bahasa kalkulator dan dalam mengungkapkannya setiap tampilan layar kalkulator ke dalam kalimat matematika.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nurlaelah, Suhendra dan Turmudi pada tahun 2003 dalam mengintegrasikan kalkulator grafik untuk meningkatkan keterampilan dan kemampuan berpikir matematik memperoleh hasil bahwa pembelajaran dengan menggunakan kalkulator grafik pada siswa kelas 2 SMU dapat membantu siswa dalam memahami konsep yang dipelajari, dalam hal ini berkaitan dengan konsep lingkaran. Kemudian, pembelajaran ini pun dapat meningkatkan motivasi siswa. Siswa menjadi lebih tertantang dan termotivasi dalam melakukan eksplorasi untuk materi yang lebih sulit. Ini berarti, pembelajaran dengan bantuan kalkulator grafik memberikan nuansa yang mendorong siswa untuk belajar secara aktif dan tidak menanggapi bahwa matematika adalah pelajaran yang hanya disampaikan guru. Sementara berdasarkan hasil analisis pada soal tes yang diberikan memberi kesimpulan bahwa dengan pembelajaran ini, siswa sudah mampu membuat dugaan-dugaan untuk konsep yang lebih lanjut.

Manfaat Kalkulator Grafik dalam Pembelajaran Matematika

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menyelidiki seberapa besar manfaat kalkulator grafik dalam pembelajaran di kelas. Studi yang dilakukan Streun, Harkskamp & Suhre (Ye, 2009) menghasilkan temuan bahwa penggunaan kalkulator grafik dapat mengurangi beban siswa sehingga siswa dapat memanfaatkan waktu lebih banyak untuk pemahaman dan aplikasi matematika yang dapat merangsang antusiasme mereka untuk belajar. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian yang dilakukan oleh Tajudin *et al.* (2007a, 2007b, 2011) mengenai penggunaan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika bahwa penggunaan kalkulator grafik dapat mengurangi beban kognitif siswa karena sebagian besar dari proses kognitif diambil alih oleh kalkulator grafik. Hal ini memungkinkan siswa untuk memusatkan perhatian pada masalah yang akan dipecahkan bukan hanya sekedar pada perhitungan rutin, manipulasi aljabar atau grafik membosankan yang membuat perhatian siswa teralihkan dari masalah ke perhitungan, dan lain-lain dan kemudian kembali ke masalah.

Hasil penelitian Tarmizi (2006), Tajudin *et al.* (2007b, 2011) juga menunjukkan ada bukti yang cukup untuk menyimpulkan bahwa mengintegrasikan penggunaan kalkulator grafik dapat meningkatkan keterampilan metakognitif siswa selama memecahkan masalah. Keterampilan metakognitif merupakan keterampilan akan kesadaran berpikir seseorang tentang proses berpikirnya sendiri.

Kajian NRC (2001), penelitian Nurlaelah, Suhendra & Turmudi (2003), serta penelitian Ye (2009) menemukan bahwa penggunaan kalkulator grafik dalam proses pembelajaran matematika memiliki manfaat bagi eksplorasi siswa. Siswa dapat berpartisipasi aktif dalam percobaan dan penemuan proses dengan menggunakan kalkulator. Pembelajaran dengan penemuan ini berlaku terutama untuk proses pembelajaran yang menyangkut konsep, aturan, rumus dan teorema matematika. Dengan menggunakan kalkulator grafik maka kinerja siswa dalam pembelajaran matematika menjadi meningkat (Tajudin *et al.*, 2007a, 2007b, 2011) sehingga berpengaruh pada meningkatnya prestasi siswa (Idris, 2006; Tajudin *et al.*, 2007a, 2007b, 2011; Burrill & Breaux, 2009; Banks, 2011).

Dalam segi kognitif, pengintegrasian kalkulator grafis dapat meningkatkan daya matematis siswa, mencakup pemahaman konsep (Pomerantz & Waits, 1997; Robova, 2002; Idris, 2006), pemecahan masalah (Pomerantz & Waits, 1997; Robova, 2002; Horton, Storm, & Leonard, 2004; Tajudin *et al.*, 2007a; Mesa, 2008), representasi (Ocak, 2008), komunikasi (Idris, 2006) dan

kemampuan matematis lainnya sehingga prestasi siswa dalam matematika menjadi semakin baik (Idris, 2006; Tajudin *et al.*, 2007a, 2007b, 2011; Banks, 2011).

Begitu pula dalam segi afektif. Pembelajaran matematika dengan menggunakan kalkulator grafik dapat membuat siswa bersikap positif terhadap matematika (Banks, 2011; Tajudin *et al.*, 2007a, 2007b, 2011), meningkatkan kepercayaan diri (Pomerantz & Waits, 1997), keyakinan diri (Horton, Storm, & Leonard, 2004), juga motivasi belajar (Nurlaelah, Suhendra, & Turmudi, 2003; Idris, 2006) dan *self-regulation* siswa (Idris, 2006).

Kekurangan dan Kelebihan Kalkulator Grafik

Adapun kekurangan yang ditemukan dalam kalkulator grafik adalah sebagai berikut.

1. Harga yang cukup mahal sehingga tidak dapat menjangkau berbagai kalangan. Di China dengan harga kalkulator grafik tidak dapat menjangkau anak-anak pedesaan yang mayoritas orang tuanya hidup dari bertani (Ye, 2009).
2. Promosi yang belum cukup baik sehingga masih ada orang yang belum mengenal kalkulator grafik.
3. Bahasa pemrograman dari kalkulator grafik adalah bahasa inggris. Begitu pula bahasa dari buku panduan yang diterbitkan sehingga apabila konsumen tidak terlalu menguasai bahasa inggris maka mereka dapat mengalami kesulitan dalam pengoperasian kalkulator grafik.
4. Perlu waktu yang cukup agar siswa terbiasa menggunakan kalkulator grafik dalam pembelajaran di kelas. Begitu pula dengan guru. Pelatihan yang cukup perlu dilakukan terhadap guru-guru agar dapat menguasai kalkulator grafik untuk kemudian mengajarkan penggunaannya pada siswa. Lee and McDougall (2010) menyatakan bahwa guru yang mahir dalam menggunakan kalkulator grafik dapat mengajar siswanya untuk dapat menggunakan kalkulator grafik mereka secara efektif dan efisien.

Kelebihan kalkulator grafik di antaranya sebagai berikut.

1. Dapat digunakan dalam berbagai konsep matematika, seperti aritmatika, aljabar, geometri, statistik, kalkulus dan diferensial, trigonometri, polinomial, fungsi logaritma, eksponensial dan lainnya.
2. Praktis dan mudah dibawa ke mana-mana.
3. Kemudahan dalam mengakses. Kalkulator grafik lebih mudah digunakan dalam pembelajaran di kelas dibandingkan dengan *software* lainnya yang memerlukan komputer sebagai media penggunaannya. Tajudin *et al.* (2007b) menyatakan bahwa banyak sekolah di berbagai negara dilengkapi dengan laboratorium komputer yang memadai, namun tidak semua siswa dapat memiliki akses pada laboratorium komputer secara teratur. Laboratorium komputer biasanya digunakan untuk semua mata pelajaran yang diajarkan di sekolah sehingga sulit untuk menggunakannya secara teratur dalam pembelajaran matematika. Kissane (Tajudin *et al.*, 2007b) menyatakan bahwa kalkulator grafik memiliki potensi untuk dapat tersedia dan digunakan setiap saat, tidak tergantung pada ketersediaan media lain.
4. Menghemat waktu yang diperlukan untuk perhitungan sehingga siswa dapat lebih terfokus pada pemahaman konseptual dan pemecahan masalah.
5. Siswa yang memiliki keterbatasan dalam kemampuan berhitung bisa memperoleh bantuan dalam melakukan perhitungan.
6. Mudah dalam pengoperasiannya.
7. Bertenaga baterai sehingga tahan lama. Ada atau tidaknya listrik tidak menjadi penghalang untuk dapat menggunakan kalkulator grafik.
8. Versi kalkulator grafik terbaru yaitu Casio fx-CP400 dapat menggabungkan fungsi matematika dengan fenomena kehidupan nyata sehingga dapat merangsang minat siswa dalam mempelajari matematika.

Kajian Lebih Lanjut

Walaupun pengintegrasian kalkulator dalam pembelajaran matematika telah berlangsung sangat lama namun penggunaannya dalam pembelajaran matematika sampai saat ini masih menimbulkan kontroversi. NRC (2001) menyatakan walaupun pendidik matematika telah menganjurkan penggunaan kalkulator sejak tahun 1970-an, namun kekhawatiran terus-menerus dinyatakan sehubungan dengan penggunaan kalkulator secara ekstensif dalam pembelajaran

matematika. Beberapa pihak, seperti guru dan orang tua (Banks, 2011) khawatir bahwa penggunaan kalkulator dapat mengganggu penguasaan siswa terhadap keterampilan dasar seperti menghitung. Mereka khawatir bahwa siswa menjadi tergantung pada teknologi tersebut sehingga tidak mampu untuk melakukan aritmatika sederhana jika mereka belajar dengan menggunakan kalkulator sebelum sepenuhnya memahami konsep-konsep dasar matematika. Beberapa penelitian telah dilakukan sehubungan dengan menentukan waktu yang paling tepat bagi siswa untuk mulai menggunakan kalkulator. Hasilnya, di Korea berdasarkan penelitian Park pada tahun 1998 (Ahn, 2001), kelas 5 dianggap sebagai periode yang tepat untuk mulai menggunakan kalkulator. Sedangkan di Jepang dan Inggris, bukti penelitian menunjukkan bahwa kelas 3 dan kelas 4 mungkin merupakan waktu yang tepat untuk memperkenalkan penggunaan kalkulator (Ahn, 2001).

NRC (2001) menyatakan bahwa sejumlah besar studi empiris mengenai penggunaan kalkulator dalam jangka panjang umumnya juga menunjukkan bahwa penggunaan kalkulator tidak mengancam pengembangan keterampilan dasar, malahan penggunaan kalkulator dapat meningkatkan pemahaman konseptual, kompetensi strategis dan disposisi terhadap matematika. Secara keseluruhan, penelitian telah menunjukkan bahwa keberadaan kalkulator tidak membawa pengaruh negatif terhadap kemampuan tradisional seperti menghitung. Siswa yang menggunakan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika ditemukan memiliki sikap yang positif terhadap matematika (Idris, 2006; Tajudin *et al.*, 2007b; Banks, 2011) dan memiliki *self-concept* yang lebih baik dalam matematika.

Hal terpenting yang dibutuhkan adalah bagaimana guru dapat memainkan peran dalam mengatur eksplorasi siswa di dalam kelas. Guru perlu mengetahui kapan waktu yang tepat untuk mengintegrasikan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika. Tidaklah tepat apabila menggunakan kalkulator untuk menyelesaikan permasalahan matematika tanpa diawali dengan pemahaman konsep-konsep matematika terlebih dahulu (Markaban, 2009). Penting untuk menegaskan bahwa teknik perhitungan dengan tangan tidak sepenuhnya diabaikan dan dihilangkan. Hal ini berarti perlunya penekanan pada keseimbangan penggunaan kalkulator dan kertas-pensil (Pomerantz and Waits, 1997). Eksplorasi awal pun sering kali paling baik digunakan tanpa menggunakan kalkulator. NRC (2001) mengemukakan bahwa penguasaan fakta-fakta dasar, perhitungan mental dan perhatian kepada teknik perhitungan dengan tangan tetap penting bagi semua siswa. Dalam pelajaran di mana keterampilan tersebut menjadi fokus maka kalkulator harus dibatasi penggunaannya. Ketika siswa mempelajari kemampuan dasar di mana kalkulator tidak diperlukan maka siswa jarang menggunakan kalkulator secara tidak tepat. Dan jika kalkulator selalu ada dalam penggunaan yang tepat, maka siswa akan belajar kapan dan bagaimana kalkulator dapat digunakan dengan baik sehingga mereka tidak akan selalu bergantung sepenuhnya pada kalkulator grafik.

Masalah lain yang dihadapi adalah dengan semakin berkembangnya peralatan genggam canggih lainnya seperti telepon genggam yang memiliki aplikasi serupa dengan kalkulator grafik. Dengan harga kalkulator grafik yang cukup mahal, orang tua serta sekolah perlu berpikir dua kali untuk menyediakan kalkulator grafik bagi anak-anak maupun siswa di sekolah. Masalah ini pada dasarnya menjadi masalah produsen pembuat kalkulator grafik. Casio dan Texas Instruments sebagai contohnya merupakan dua perusahaan penghasil kalkulator grafik terbesar di dunia. Saat ini Casio dan TI telah mengeluarkan produk baru kalkulator grafik yang dilengkapi dengan layar warna dan fitur-fitur lain yang dirancang untuk mempertahankan tempat mereka di sekolah. Selain itu dengan harga yang semakin terjangkau maka keberadaan kalkulator, khususnya kalkulator grafik dalam kegiatan pembelajaran matematika di kelas dapat tetap dipertahankan.

Saat ini tetap terjadi peningkatan yang stabil dalam penggunaan teknologi genggam seperti kalkulator grafik (Kissane dalam Tajudin *et al.*, 2007b). Salah satu alasannya yaitu karena kemudahan dalam mengakses kalkulator yang dapat dilakukan setiap waktu. Tidak seperti *software-software* matematika lainnya yang memerlukan komputer sebagai media yang menjadikannya terbatas dan tidak dapat diakses setiap saat. Selain itu, penelitian Tarmizi *et al.* (2008) mengenai pemanfaatan teknologi *software* Autograph dan kalkulator grafik dalam mempelajari aljabar memperoleh hasil bahwa pembelajaran matematika dengan memanfaatkan kalkulator grafik lebih efisien dibandingkan dengan pembelajaran berbantuan *software* Autograph dan metode konvensional.

Kemudahan lain yang dapat dirasakan adalah dengan tersedianya *software* kalkulator grafik seperti TI-83 yang dapat di-*download* secara gratis. Dengan kemudahan ini, maka siswa yang belum dapat menjangkau kalkulator grafik yang asli karena dibatasi oleh faktor harga, maka mereka dapat mendownload *software* ini dengan cuma-cuma.

SIMPULAN

Kalkulator grafik adalah alat yang penting bagi guru dan siswa dalam pembelajaran matematika dan perangkat ini terus menjadi lebih fleksibel. Seiring dengan bertambah majunya teknologi genggam, perusahaan-perusahaan pengembang kalkulator tidak lantas tinggal diam. Dengan menyediakan fitur menarik seperti layar berwarna dan layar sentuh juga dengan fungsi matematika yang semakin beragam serta harga yang semakin terjangkau maka kalkulator grafik tidak tertinggal dari teknologi lainnya. Selama empat puluh tahun terakhir, kalkulator telah berevolusi dari mesin sederhana yang dapat melakukan sedikit operasi dasar aritmatika menjadi komputer kecil yang telah mengubah cara belajar matematika baik di sekolah dasar hingga menengah juga di perguruan tinggi. Kekhususannya dengan ukuran mungil sehingga mudah dibawa ke mana-mana dan tenaga baterai yang tahan lama membuat kalkulator grafik masih mendapat tempat istimewa dalam kelas-kelas matematika.

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan kalkulator grafik adalah bagaimana mempersiapkan siswa untuk terbiasa dalam penggunaannya sehingga mereka merasa nyaman dan tidak mengalami kesulitan. Penelitian Tajudin *et al.* (2007a) menemukan bahwa siswa mengalami kesulitan ketika pertama kali menggunakan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika di kelas. Keterbatasan waktu dalam pembelajaran membuat siswa sulit untuk mengingat berbagai tombol dan fungsi tombol tersebut. Untuk itu, Vaughn (Banks, 2011) merekomendasikan agar para guru dilatih dengan cara terbaik untuk memanfaatkan kalkulator dalam pembelajaran di kelas sehingga pembelajaran menjadi efektif.

Juga perlu diingat bahwa kalkulator grafik tidak lebih dari media pembelajaran dalam belajar dan mengajar matematika yang digunakan sebagai alat untuk memperkaya proses pembelajaran, bukan untuk menggantikan guru. Dalam kegiatan pembelajaran yang terpenting adalah memanfaatkan media tersebut secara efektif agar dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan dan keterampilan matematis mereka. Dengan perencanaan yang matang dan penggunaan yang tepat maka guru dapat memaksimalkan kelebihan dan meminumkan kekurangan yang dimiliki kalkulator grafik sehingga proses pembelajaran matematika yang optimal dapat terwujud. Oleh karena itu, pertanyaannya bukan apakah, melainkan bagaimana kalkulator grafik harus digunakan di kelas agar kualitas pembelajaran matematika menjadi semakin baik.

Jadi, apakah penggunaan kalkulator grafik dalam pembelajaran matematika masih relevan saat ini? Tentu saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, BG. (2001). Using Calculators in Mathematics Education in Korean Elementary Schools. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education* Vol. 5, No. 2, pp. 107-118.
- Banks, S. (2011). A Historical Analysis of Attitudes Toward the Use of Calculators in Junior High and High School Math Classrooms in the United States Since 1975. *Master of Education Theses*. Paper 31. [Online]. Tersedia: http://digitalcommons.cedarville.edu/education_theses/31. [24 Desember 2013].
- Burrill, G. and Breaux, G. (2009). *The Impact of Graphing Calculators on Student Performance in Beginning Algebra: An Exploratory Study*. [Online]. Tersedia: http://education.ti.com/sites/US/download/pdf/research_burrill_breaux.pdf [11 Januari 2014].
- Dontwi, I. K., Boateng, F. O., and Owusu-Ansah, E. (2007). A Matching Scheme for Aquaculture; A Graphing Calculator Approach. *Journal of Science and Technology*, Volume 27 No. 2, pp. 101-110.

Penggunaan Kalkulator Grafik dalam Pembelajaran Matematika: Masih Relevankah? (Kurnia Putri Sepdikasari Dirgantoro)

Horton, RM., Storm, J., & Leonard, WH. (2004). The Graphing Calculator as an Aid to Teaching Algebra. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, Volume 4, Issue 2. ISSN 1528-5804.

Idris, N. (2006). Usage of Graphing Calculator Ti-83 Plus: Motivation and Achievement. *Jurnal Pendidikan*, Vol 31, pp.143-156.

Lee, J. A. and McDougall, D. E. (2010). *Secondary School Teacher's Conceptions and Their Teaching Practices Using Graphing Calculators*. [Online]. Tersedia: <http://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/30066/1/LeeMcDougallGraphingcalculators2010.pdf>. [11 Januari 2014].

Markaban. (2009). Pemanfaatan Kalkulator dalam Pembelajaran Matematika. Diklat Guru Pengembang Matematika SMK Jenjang Dasar Tahun 2009. Yogyakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika.

Marsigit dan Siswanto, R. (2003). *Pembelajaran Matematika Berbantuan Kalkulator: Studi Kasus Penggunaan Kalkulator Texas Instrument TI-89 pada PBM Matematika di SMK Muhammadiyah IV Yogyakarta*. Disampaikan pada Seminar Nasional "National Seminar on Science and Mathematics Education: The Role of IT/ICT in Supporting the Implementation of Competent-Based Curriculum" di UPI Bandung.

Mesa, V. (2008). Solving Problems on Functions: Role of The Graphing Calculator. *PNA*, 2 (3), pp. 109-135.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principle and Standards for School Mathematic*. Virginia: NCTM.

National Research Council. (1989). *Everybody Counts. A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. Washington, DC: National Academy Press. ISBN 0-309-03977-0.

National Research Council. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. In J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Washington, DC: National Academy Press.

Nurlaelah, E., Suhendra, dan Turmudi. (2003). Upaya Meningkatkan Keterampilan dan Kemampuan Berfikir Matematik Melalui Pembelajaran Menggunakan Kalkulator Grafik di SMU Negeri 2 Bandung. [Online]. Tersedia: http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._MATEMATIKA/196411231991032-ELAH_NURLAELAH/PP-SEMINA~5.pdf. [24 Desember 2013].

Ocak, M. A. (2008). The Effect of Using Graphing Calculators in Complex Function Graphs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4 (4), pp. 337-346.

Pomerantz, H. and Waits, B. (1997). *The Role of Calculators in Math Education*. [Online]. Tersedia: <http://education.ti.com/sites/US/downloads/pdf/therole.pdf>. [24 Desember 2013].

Robova, J. (2002). *Graphing Calculator as a Tool For Enhancing The Efficacy of Mathematics Teaching*. [Online]. Tersedia: <http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap503.pdf>. [24 Desember 2013].

Tajudin, N. M., et al.. (2007a). Effects of Use of Graphic Calculators on Performance in Teaching and Learning of Mathematics. *Educationist*, Vol. 1, No. 1. Pp. 1-9. ISSN: 1907-8838.

Tajudin, N. M., *et al.*. (2007b). The Effects of Using Graphic Calculators in Teaching and Learning of Mathematics. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences* **1** (1): 45-61.

Tajudin, N. M., *et al.*. (2011). Graphic Calculator in Teaching and Learning of Mathematics: Effects on Performance and Metacognitive Awareness. *American International Journal of Contemporary Research*, Vol. 1, No, 1.

Tarmizi *et al.* (2008). Instructional Efficiency of Utilization of Autograph Technology Vs Handled Graphing Calculator for Learning Algebra. *International Journal of Education and Information Technologies*, Issue 3, Volume 2, pp. 184-193.

Shore, M. A & Shore, J. B. (2003). An Integrative Curriculum Approach to Developmental Mathematics and the Health Professions Using Problem Based Learning. *Journal of Mathematics and Computer Education*, Vol. 37, No. 1, pp. 29-38.

Ye, L. (2009). Integration of Graphing Calculator in Mathematics Teaching in China. *Journal of Mathematics Education*, Vol. 2, No. 2, pp. 134-146.

<http://www.nctm.org>

<http://www.adipedia.com/2013/02/perkembangan-kalkulator-dari-masa-ke.html>

<http://www.didno76.com/2012/11/casio-rilis-kalkulator-ilmiah-dengan.html>

Profil Singkat

Kurnia Putri Sepdikasari Dirgantoro, M.Pd. lahir di Temanggung pada 2 September 1989. Menamatkan pendidikan S1 dan S2 jurusan Pendidikan Matematika di Universitas Pendidikan Indonesia. Saat ini penulis aktif mengajar di Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pelita Harapan sebagai dosen Pendidikan Matematika.