

PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK TRIGONOMETRI DENGAN MENINGTEGRASIKAN PENALARAN MATEMATIS, TEKNOLOGI, SEJARAH, DAN APLIKASI TRIGONOMETRI

Ika Wulandari¹, Mardiyana², Tri Atmojo Kusmayadi³

^{1, 2, 3} Prodi Magister Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Sebelas Maret

Abstract: This research aimed (1) to formulate the need of trigonometric book content, (2) to develop prototype into trigonometric electronic book, and (3) to find out the result of evaluation on the feasibility of electronic book developed for teachers' candidates, teachers, and trigonometric instructors. A research and development method was used to provide a trigonometric electronic book. This method encompassed the following stages: (1) exploring: analyzing library study and case study, (2) developing: designing the product until it became a trigonometric electronic book, and (3) evaluating: studying the feasibility of trigonometric electronic book. The results were reveals as follows: 1) The identification of trigonometric content should pay attention to: (a) geometric reasoning and understanding such as: symbol, distance, pythagorean theorem, circle, triangle, angle, and pi concept, (b) function reasoning and understanding such as: representation (numeric, chart, symbolic/algebraic, verbal), and representation interrelationship, (c) trigonometric function reasoning and understanding such as: definitions of function based on unit circle, based on right triangle side ratio, multiple representation and property in trigonometric main function, (d) history and the chronology of trigonometric function inception, and (e) the application of trigonometric function in real world. 2) The development of prototype into trigonometric electronic book was conducted with the following procedures: (a) design analysis based on the identification of book content need, (b) the development of book content, (c) the alignment of illustration, chart, table, game, video and layout, (d) designing the application (.exe), electronic book pdf and html, 3) Expert judgment: material expert rated 4.07 (Good), media expert rated 4.03 (Good). The result of evaluation showed that: (a) in Trial I, the product users' candidates rated 4.95 (Very Good) for material aspect and 4.8 (Very Good) for media aspect, (b) in Trial II, the product users' candidates rated 4.79 (Very good) for material aspect, and 4.61 (Very Good) for media aspect. Considering the result of feasibility test of materials and media expert, trials I and II for feasibility test of users' candidates, this trigonometric electronic book was feasible to be used as the handout for the students as teachers' candidates, teachers, and trigonometric instructors.

Keywords: trigonometric electronic book, mathematic reasoning, technology, history, and trigonometric application.

PENDAHULUAN

Prinsip dan standar pembelajaran matematika dalam *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), menekankan pada belajar berdasarkan pemahaman. Kurikulum 2013 yang mulai dilaksanakan tahun ini merujuk hasil survei internasional tentang kemampuan siswa oleh TIMS dan PISA, serta Prinsip dan Standar NCTM tentang pembelajaran matematika. Untuk mendukung pola pikir pembelajaran kurikulum 2013 perlu dikembangkan berbagai media pembelajaran yang mampu memfasilitasi dan menjadi sumber belajar siswa agar aktif, interaktif, dan kritis dalam memahami konsep

matematika. Pola pikir tersebut diimplementasikan dalam proses pembelajaran sesuai standar proses untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Agar tujuan dalam proses pembelajaran dapat tercapai, pembelajaran harus bermakna bagi siswa. Pembelajaran yang bermakna bagi siswa adalah pembelajaran yang mengaitkan Pembelajaran yang bermakna tidak mudah dilupakan oleh siswa serta dapat dijadikan sebagai modal untuk membangun konsep selanjutnya atau untuk menghadapi masalah dalam dunia nyata. Dengan demikian pembelajaran harus mengacu pada standar proses, yaitu dengan menekankan pada penalaran (*reasoning*) dan pengembangan pemahaman (*sense making*). Artinya agar proses belajar dapat terlaksana sesuai standar proses, harus didukung dengan sarana, dan prasarana, serta media pembelajaran yang mampu memfasilitasi kebutuhan guru dan murid. Fasilitas yang dibutuhkan diantaranya adalah buku siswa, buku pegangan guru, dan dokumen perangkat pembelajaran lainnya. Perangkat pembelajaran yang dimaksud tentunya yang sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan standar proses pembelajaran yaitu menekankan pada penalaran dan pemahaman.

Faktanya, hasil observasi dokumen pembelajaran persiapan pembelajaran guru, yaitu RPP, soal-soal evaluasi, dan perangkat lainnya di lapangan, ternyata belum sesuai dengan standar proses kurikulum 2013. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya literatur yang valid untuk sumber pegangan guru matematika. Khususnya buku trigonometri untuk pegangan guru yang menyajikan penalaran dan pemahaman, serta penerapan trigonometri dalam berbagai bidang. Buku cetak matematika kurikulum 2013 dari pemerintahpun, masih banyak menuai kritik karena belum sesuai dengan tujuan kurikulum 2013. Sedangkan buku-buku dari luar negeri yang berkualitas, selain harganya mahal, juga disajikan dalam bahasa inggris, sehingga timbul masalah dan kendala untuk mempelajarinya.

Era media cetak saat ini sudah tergeser oleh era digital. Personal *computer* (PC), laptop (*note book*), tablet PC bahkan *smart phone*, sudah menjadi trend bagi kalangan siswa Sekolah Dasar hingga Perguruan Tinggi. Berbagai alat digital tersebut dilengkapi dengan aplikasi yang mampu menyajikan berbagai informasi terbaru, menarik, dan aktual. Kelemahan media cetak yang mahal karena proses cetak, dapat teratasi dengan media digital. Berdasarkan hasil observasi di SMK N 2 Wonosari, hampir 70% guru memiliki *note book* untuk membantu dalam proses belajar mengajar. SMK N 2 Wonosari telah mempunyai fasilitas laboratorium komputer dan dilengkapi dengan WiFi untuk dapat mengakses informasi. Bahkan di setiap kelas telah terpasang LCD untuk pembelajaran.

Menurut Darmawan (2012: 11) salah satu produk integrasi teknologi informasi dalam dunia pendidikan adalah *e-learning* atau pembelajaran elektronik. *E-learning* membuka cakrawala baru bagi dunia pendidikan, karena mampu mengatasi masalah keterbatasan ruang dan waktu. *E-learning* pada hakikatnya adalah bentuk pembelajaran konvensional yang dituangkan dalam format digital dan disajikan melalui Teknologi Informasi dan Komunikasi. Sejalan dengan *e-learning*, mulai bermunculan teknologi-teknologi elektronik yang mendukung, salah satunya adalah *e-book* atau *electronic book* yang beredar luas di berbagai jenjang pendidikan.

Keberadaan *e-book* sangat membantu dunia pendidikan dan diminati banyak orang karena keunggulan-keunggulannya yaitu mudah dibawa, tidak membutuhkan kertas dan tinta sehingga lebih murah daripada harga buku cetak serta pendistribusiannya jauh lebih mudah. Berdasarkan hasil observasi, kelemahan *e-book* yang beredar di lapangan yaitu hanya “memindahkan” format tulisan dari *hard-copy* ke dalam bentuk *soft-copy* dalam format HTML, .exe atau pdf. Selain itu tampilan *e-book* pada umumnya tidak menarik. *E-book* yang beredar baru memenuhi kriteria efisien dan praktis saja, namun belum menarik dan interaktif karena tidak ada animasi ataupun efek suara, belum memfasilitasi pembaca untuk menalar dan mengkonstruksikan pengetahuannya sendiri (belum sebagai *cognitive tool*), serta hanya menekankan keterampilan prosedural saja, sehingga tidak mendukung proses belajar yang bermakna. Proses belajar yang kurang bermakna dengan media sumber belajar yang hanya menekankan pada ketrampilan procedural saja, akan mudah dilupakan siswa dan berpotensi menimbulkan miskonsepsi serta kesulitan belajar trigonometri.

Berdasarkan beberapa penelitian dalam pembelajaran (antara lain: Orhun, 2001; Weber, 2005; Challenger, 2009) terungkap bahwa siswa mengembangkan pemahaman fungsi trigonometri secara terpisah-pisah (tidak berhubungan antar konteks yang dipelajari). Hasil riset tersebut juga menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dan miskonsepsi pada subjek trigonometri. Dalam penelitiannya, Demir (2012:1) menyatakan bahwa:

Developing understanding based on trigonometric connections is not easy for students, and traditional ways of teaching trigonometry do not overcome students' difficulties. Teachers present these contexts as separate from each other based on an assumption that conceptual development of each occurs in a linear order from the first context to the last one.

Terkait dengan kesulitan belajar dan pencapaian hasil belajar siswa, Challenger (2009: 55) menyampaikan pemikiran kritisnya bahwa “*what you get is what you teach*”. Challenger menyampaikan bahwa apapun hasil pembelajaran yang ditampilkan oleh

siswa tidak lepas dari lingkungan belajarnya yang meliputi metode mengajar, kegiatan siswa, desain kurikulum, media pembelajaran, serta interaksi guru dan teman belajar. Kultur, *et al* (2011: 123) menyarankan beberapa cara untuk mengatasi miskonsepsi siswa dan guru, serta untuk meningkatkan pembelajaran yang bermakna antara lain dengan: memfasilitasi pembelajaran konseptual secara mendalam, menghubungkan pengetahuan prasyarat dengan pengetahuan yang baru, serta menggunakan alat (instrument/media) kognitif yang dapat mengkongkritkan konsep yang abstrak.

Joolingen (1999: 389) dalam jurnalnya mengutip sebuah pandangan tentang “cognitive tools ” dari buku yang diedit oleh Lajoie and Derry, bahwa komputer dapat mendukung pembelajaran secara eksplisit atau dapat mewakili proses kognitif. Joolingen menjabarkan tentang alat (media) kognitif tersebut secara umum dapat didefinisikan sebagai instrumen yang didesain untuk mendukung proses kognitif dan memperluas batas-batas kapasitas kognitif manusia. Pada prinsipnya apapun dapat menjadi alat kognitif, sebagai contoh satu set kertas dan pensil dapat menjadi alat kognitif yang mendukung proses kognitif. Joolingen memberikan contoh alat kognitif misalnya software untuk memvisualisasikan proses dan domain sebuah grafik, animasi, dan lain-lain, seperti alat yang dapat membantu menyusun struktur proses berpikir. Media atau alat-alat bantu kognitif tersebut berfungsi sebagai pendukung untuk mencapai tujuan dalam proses pembelajaran.

Beberapa penelitian tentang penggunaan program komputer untuk mengatasi miskonsepsi dan kesulitan belajar trigonometri telah dilakukan. Blackett & Tall (1991), melakukan penelitian untuk mengetahui efek pada pembelajaran menggunakan bantuan software yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi hubungan antara representasi numerik dan visual dari perbandingan trigonometri dalam segitiga siku-siku. Hasilnya penggunaan software tersebut memberikan efek positif dalam belajar trigonometri. Kesimpulan yang sama juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Zengin, *et al* (2012: 187) bahwa pengintegrasian teknologi memberikan dampak positif dalam meningkatkan pembelajaran dan pemahaman. Sedangkan Lotfi & Mafi (2012) memproduksi software COTACSI, dalam penelitian eksperimennya ditemukan bahwa penggunaan software COTACSI memberikan efek positif pada pembelajaran trigonometri. Software tersebut didesain dengan enam fokus yaitu:

- 1) *perception of trigonometric cycle*, 2) *negative and positive angle*, 3) *perception of $\sin(\cdot)$, $\cos(\cdot)$, \tan and \cot in trigonometric cycle*, 4) *perception of $\sin(\cdot)$ and $\cos(\cdot)$ diagrams (at least in first around of trigonometric cycle)*, 5) *perception of trigonometric simple equations* and 6) *comparison of trigonometric proportion of $(-\theta)$ and $(\pi - \theta)$ in trigonometric cycle*. (2012: 231).

Meskipun penelitian penggunaan teknologi komputer dalam trigonometri telah banyak dilakukan, namun penelitian tersebut masih mengambil lingkup yang sempit, misalnya hanya pada konsep radian dan ukuran sudut saja, atau fungsi sinus dan kosinus saja. Kissane & Kemp (2009: 11) menyelidiki beberapa representasi dari fungsi dengan cara dinamis menggunakan kalkulator dan software computer. Menurut Kissane & Kemp, peserta didik atau guru memiliki akses dalam pembelajaran trigonometri abad 21, sehingga dapat melakukan pembelajaran dengan banyak cara. Salah satu perubahan utama adalah kesempatan untuk membantu siswa terlibat dengan konsep trigonometri menggunakan teknologi, perubahan besar kedua adalah siswa dapat berinteraksi langsung dengan ide-ide trigonometri melalui media teknologi dalam cara yang lebih aktif.

Beberapa penelitian tersebut menyimpulkan bahwa dengan menggunakan multimedia dapat membantu proses pembelajaran menjadi lebih efektif, lebih menarik, lebih memotivasi siswa, serta dapat memberikan pengalaman yang berkualitas bagi siswa. Hal itu senada dengan era pembelajaran berbasis *e-learning*. Dengan demikian sangat penting bagi guru, calon guru, dan instruktur trigonometri untuk mempunyai sumber pegangan yang memuat analisis konseptual, contoh-contoh aplikasi trigonometri, dan informasi, serta sumber-sumber belajar terkait teknologi komputer untuk pembelajaran trigonometri. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan buku elektronik yang menganalisis konsep trigonometri, dipadukan dengan teknologi, sejarah, dan manfaat trigonometri dalam kehidupan nyata.

Pengembangan buku elektronik ini didesain untuk menjadi salah satu sumber pegangan guru, dalam mengatasi kesulitan belajar fungsi trigonometri pada siswa. Kesulitan belajar yang dimaksud meliputi konteks trigonometri dalam segitiga, trigonometri dalam unit lingkaran, grafik fungsi trigonometri, dan hubungan antara ketiga konteks tersebut, kaitannya dengan sejarah, serta aplikasinya dalam dunia nyata. Konteks trigonometri dalam segitiga meliputi: definisi perbandingan dan penggunaannya dalam fungsi *sinus*, *cosinus*, dan *tangent* dalam segitiga lancip. Konteks trigonometri dalam unit lingkaran meliputi: definisi koordinat dalam unit lingkaran, ukuran sudut, serta hubungan antara busur dan sudut dalam radian. Sedangkan konteks grafik fungsi trigonometri meliputi: grafik *sinus*, grafik *cosines*, grafik *tangent*, konsep fungsi, domain, range, dan perioditas.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Borg and Gall (1983: 772) memberikan definisi "*Educational research*

and development is a process used to develop and validate educational products". Tujuan utama penelitian dan pengembangan bukan untuk merumuskan atau menguji teori, melainkan untuk mengembangkan produk-produk yang valid untuk digunakan di sekolah-sekolah. Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini adalah buku elektronik trigonometri untuk calon guru, guru, dan instruktur. Analisis data dilakukan dengan metode analisis kualitatif deskriptif. Prosedur penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu: tahap eksplorasi, tahap pengembangan dan tahap evaluasi.

Tahap eksplorasi dilaksanakan untuk menganalisis dan mendefinisikan kebutuhan konten buku elektronik trigonometri. Dalam tahap eksplorasi jenis penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif. Tempat penelitian dilaksanakan di SMK N 2 Wonosari, subjek penelitiannya adalah siswa kelas XI dan XII yang ditentukan dengan teknik "*purposive sampling*". Teknik pengumpulan data menggunakan: tes diagnostik, wawancara, observasi, dan dokumentasi. Teknik analisis data meliputi; 1) reduksi data, 2) penyajian data, 3) penarikan kesimpulan dan verifikasi, sedangkan teknik keabsahan datanya menggunakan teknik triangulasi sumber dan triangulasi metode.

Tahap pengembangan dilaksanakan untuk menyusun prototipe buku elektronik trigonometri untuk mahasiswa calon guru, guru, dan instruktur trigonometri. Tahap pengembangan meliputi tahap; 1) desain produk awal (prototipe), 2) *Focus Group Discussion*, 3) revisi, 4) evaluasi dari pakar (*expert judgment*), 5) revisi (tahap penetapan).

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dan kelayakan buku elektronik yang dikembangkan dengan kebutuhan di lapangan. Hasil evaluasi ini dijadikan sebagai bahan penyempurnaan produk yang dihasilkan. Jika buku elektronik yang dikembangkan telah dinyatakan layak berdasarkan hasil tanggapan calon pengguna, selanjutnya dapat ditetapkan layak digunakan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dideskripsikan temuan-temuan yang diperoleh dari 3 tahap pelaksanaan penelitian pengembangan yang meliputi: 1) tahap eksplorasi, 2) tahap pengembangan, dan (3) tahap evaluasi. Berdasarkan hasil observasi tahap pendahuluan dapat diidentifikasi kebutuhan konten buku elektronik trigonometri perlu mempertimbangkan: (a) penalaran & pemahaman geometri meliputi: simbol, jarak, teorema pythagoras, lingkaran, segitiga, sudut, serta konsep pi; (b) penalaran dan pemahaman fungsi meliputi: representasi (numerik, grafik, simbolik/aljabar, verbal), serta keterkaitan antar representasi; (c) penalaran dan pemahaman fungsi trigonometri

meliputi: definisi fungsi berdasarkan lingkaran satuan, definisi fungsi berdasarkan rasio sisi-sisi segitiga siku-siku, *multiple* representasi dan *property* pada fungsi induk trigonometri; (d) sejarah, dan kronologi lahirnya fungsi trigonometri; serta (e) aplikasi fungsi trigonometri dalam dunia nyata.

Identifikasi kebutuhan tersebut mempengaruhi desain konten buku elektronik trigonometri. Desain konten yang telah dikembangkan diseminarkan dalam *focus group discussion*, dikritisi, dan direvisi, kemudian dievaluasi oleh dua ahli media dan tiga ahli materi trigonometri. Hasil penilaian pada produk awal didapatkan rata-rata aspek materi adalah 4,07 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Baik”. Sedangkan untuk aspek media didapatkan rata-rata skor 4,03 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Baik”. Berikut ini disajikan perbandingan skor penilaian kualitas buku elektronik trigonometri pada berdasarkan penilaian ahli dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan Skor Rata-Rata Penilaian Aspek dalam Pengembangan Buku Trigonometri Hasil Penilaian Ahli

Aspek Penilaian	Rerata Skor
Materi	4,07
Media	4,03
Rerata skor keseluruhan	4,05
Kategori	Baik

Berdasarkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perbandingan skor rata-rata penilaian ahli media dan ahli materi, termasuk dalam kategori “Baik”. Rerata skor keseluruhan adalah 4,05 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Baik”. Setelah direvisi, produk diujicobakan pada dua responden yang merupakan guru trigonometri, kemudian dievaluasi dan direvisi sesuai masukan dan saran. Hasil penilaian pada Uji Coba I didapatkan rata-rata aspek materi adalah 4,95 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Sangat Baik”. Sedangkan untuk aspek media didapatkan rata-rata skor 4,8 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Sangat Baik”. Berikut ini disajikan perbandingan skor penilaian kualitas buku elektronik trigonometri pada Uji Coba I dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Skor Rata-Rata Penilaian Aspek dalam Pengembangan Buku Elektronik Trigonometri Hasil Uji Coba I

Aspek Penilaian	Rerata Skor
Materi	4,95
Media	4,8
Rerata skor keseluruhan	4,87
Kategori	Sangat Baik

Berdasarkan pada Tabel 2, menunjukkan bahwa perbandingan skor rata-rata penilaian aspek dalam pengembangan buku elektronik trigonometri hasil Uji Coba I termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Rerata skor keseluruhan adalah 4,87 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Sangat Baik”.

Setelah direvisi, produk diujicobakan pada tujuh responden yang merupakan guru trigonometri dan mahasiswa calon guru matematika, kemudian dievaluasi dan direvisi sesuai masukan dan saran. Hasil penilaian kedua aspek pada Uji Coba II didapatkan rata-rata aspek materi adalah 4,79 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Sangat Baik”. Aspek media didapatkan rata-rata skor 4,61 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Sangat Baik”. Berikut ini disajikan perbandingan skor penilaian kualitas buku elektronik trigonometri pada Uji Coba II dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbandingan Skor Rata-Rata Penilaian Aspek dalam Pengembangan Buku Elektronik Trigonometri Hasil Uji Coba II

Aspek Penilaian	Rerata Skor
Materi	4,79
Media	4,61
Rerata skor keseluruhan	4,7
Kategori	Sangat Baik

Berdasarkan data pada Tabel 3, menunjukkan bahwa perbandingan skor rata-rata penilaian aspek dalam pengembangan buku elektronik trigonometri hasil Uji Coba II termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Rerata skor keseluruhan adalah 4,7 dan jika dikonversikan dalam Tabel skala 5 termasuk kategori “Sangat Baik”.

Berdasarkan hasil triangulasi metode terhadap sembilan responden pada uji coba I, dan uji coba II, dapat disimpulkan bahwa untuk aspek materi, pada indicator: (1) Kejelasan tujuan penulisan 100% responden memberi respon sangat jelas, (2) Kejelasan ruang lingkup materi 100% responden memberi respon sangat jelas, (3) Kesesuaian dengan kebutuhan guru 78% responden memberi respon sangat sesuai, dan 22% responden memberi respon sesuai, (4) Keruntutan isi materi 67% responden memberi respon sangat runtut, dan 33% responden memberi respon runtut, (5) Ketepatan apersepsi atau penggalan fakta 89% responden memberi respon sangat tepat, dan 11% responden memberi respon tepat, (6) Kedalaman materi 67% responden memberi respon sangat dalam, dan 33% responden memberi respon dalam, (7) Kesesuaian antara tujuan, judul, dan isi, 89% responden memberi respon sangat sesuai, dan 11% responden memberi respon sesuai, (8) Kejelasan gambar, tabel, dan ilustrasi yang digunakan, 67% responden

memberi respon sangat jelas, dan 33% responden memberi respon jelas, (9) Materi mengikuti prinsip pembelajaran 100% responden memberi respon sangat sesuai, (10) Pentingnya dan relevansi materi 67% responden memberi respon sangat penting, dan 33% responden memberi respon penting.

Berdasarkan hasil triangulasi metode terhadap sembilan responden pada uji coba I, dan uji coba II, secara umum dapat disimpulkan bahwa untuk aspek media, pada indicator: (1) Kejelasan petunjuk penggunaan 56% responden memberi respon sangat jelas, dan 44% responden memberi respon jelas, (2) Ketepatan musik pengiring 89% responden memberi respon tepat dan sangat tepat, dan 11% responden memberi respon cukup tepat, (3) Keterbacaan teks 89% responden memberi respon sangat jelas, dan 11% responden memberi respon cukup jelas, (4) Kemudahan menggunakan media 89% responden memberi respon sangat mudah, dan 11% responden memberi respon mudah, (5) Penggunaan jenis & ukuran huruf 89% responden memberi respon sangat tepat, dan 11% responden memberi respon tepat, (6) Interaksi pengguna dengan media 100% responden memberi respon sangat interaktif, (7) Komposisi dan kombinasi warna 67% responden memberi respon sangat sesuai, dan 33% responden memberi respon sesuai, (8) Kemenarikan tampilan tiap halaman buku 67% responden memberi respon sangat menarik, dan 33% responden memberi respon menarik, (9) Ketepatan pengaturan animasi 56% responden memberi respon sangat tepat, dan 44% responden memberi respon tepat, (10) Ketepatan penggunaan *sound effects* 44% responden memberi respon sangat tepat, dan 56% responden memberi respon tepat.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa buku elektronik trigonometri ini sudah sesuai dengan kebutuhan guru, dan mahasiswa calon guru (responden).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka konten buku elektronik trigonometri yang dikembangkan mencakup 9 pokok bahasan yakni: (a) Pendahuluan meliputi: latar belakang, tujuan penulisan, ruang lingkup materi, sasaran, cara penggunaan, (b) Aplikasi trigonometri dalam dunia nyata meliputi: navigasi, survey, pemetaan, arsitektur, astronomi, fisika, kimia, biologi, dan kedokteran (c) Kronologi sejarah trigonometri, (b) Sejarah singkat trigonometri, (e) Dasar-dasar geometri meliputi: symbol, jarak, pythagoras, lingkaran, pi, sudut dalam radian dan derajat, system koordinat kartesius dan kutub, (f) Fungsi trigonometri meliputi: sinus, cosines, tangen, cotangent, secan, dan cosecan, (g) Soal-soal dan pembahasan, (h) Geogebra sebagai alat bantu kognitif, (i) Contoh RPP aplikasi trigonometri.

Pengembangan buku elektronik trigonometri meliputi sembilan langkah yakni, (a) identifikasi kebutuhan konten buku melalui studi pustaka, analisis dokumentasi, dan analisis tes diagnostik trigonometri, (b) pengembangan konten buku meliputi aspek materi dan media, (c) penyelarasan ilustrasi, teks, grafik, Tabel, game, video, dan layout, (d) mengubah menjadi bentuk aplikasi (.exe), buku elektronik pdf, dan html, (e) uji kelayakan (evaluasi aspek media dan materi) pakar (*Expert Judgment*), (f) uji coba (evaluasi calon pengguna), (g) *focus group discussion*, (h) revisi, (i) pengemasan produk akhir.

Hasil evaluasi pakar (*Expert Judgment*) menunjukkan: ahli materi menilai 4,07 (Baik), ahli media menilai 4,03 (Baik); sedangkan hasil evaluasi calon pengguna menunjukkan: (a) pada Uji Coba I, calon pengguna produk menilai 4,95 (Sangat Baik) untuk aspek materi, sedangkan dari aspek media dinilai 4,8 (Sangat Baik), (b). pada Uji Coba II, calon pengguna produk menilai 4,79 (Sangat Baik) untuk aspek materi, sedangkan dari aspek media dinilai 4,61 (Sangat Baik). Berdasarkan hasil uji kelayakan pakar trigonometri dan media, serta uji coba I dan II dari calon pengguna, maka buku elektronik trigonometri ini dinyatakan layak untuk digunakan sebagai sumber pegangan mahasiswa calon guru, guru, dan instruktur trigonometri.

Berdasarkan simpulan pada penelitian ini, beberapa hal yang perlu peneliti sarankan yaitu (a) Buku elektronik trigonometri yang menyajikan penalaran matematis dan pengembangan pemahaman serta mengintegrasikan dengan teknologi, sejarah, dan aplikasi teori dalam dunia nyata diperlukan untuk mendukung suksesnya proses pembelajaran yang dilaksanakan guru; (b) Pada penelitian selanjutnya, sangat penting diadakan eksperimen untuk menguji efektivitas produk buku elektronik trigonometri ini; (c) Pengembangan buku siswa dan pegangan guru dapat diperluas dengan menambahkan materi: keluarga fungsi (*family functions*) sebagai materi pendahuluan, dan eksplorasi representasi trigonometri menggunakan geogebra sebagai materi penutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Blackett, N., & Tall, D. 1991. Gender and the versatile learning of trigonometry using computer software. In F. Furinghetti (Ed.), *Proceedings of the Fifteenth Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 144-151). Assisi, Italy: PME. Diunduh pada: 09-09-2013, 16:11 WIB, dari: <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1991g-blackett-trig-pme.pdf/>.
- Borg, W. R. & Gall. M, D. 1983. *Educational Research an Introduction*(4th ed) . New York and London: Longman Inc.

- Challenger, M. 2009. *From triangles to a concept: a phenomenographic study of A-level students' development of the concept of trigonometry*. (Thesis). University of Warwick. Diunduh pada: 08-10-2013, 9:56 WIB, dari <http://go.warwick.ac.uk/wrap/1935>.
- Darmawan, D. 2012. *Teknologi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Demir, O. 2012. *Students' concept development and understanding of sine and cosine functions*. (Master's thesis). Diunduh pada: 01-10-2013, 15:35 WIB, dari <http://dare.uva.nl/document/453723>.
- Joolingen, W. V. 1999. Cognitive tools for discovery learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (1999), 10, 385-397. Diunduh dari: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/73/49/PDF/vanJoolingen99.pdf>, pada 16-11-2013 3:27 WIB.
- Kemdikbud. 2013. *Buku Guru Matematika*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kissane, B., & Kemp. A. 2009. Teaching and learning trigonometry with technology. *Paper presented at the 14th Asian Technology Conference in Mathematics, Beijing Normal Uni-versity, Beijing, China*. Diunduh pada: 02-10-2013, 4:10 WIB, dari <http://atcm.mathandtech.org/EP2009/>.
- Kultur, M. N., Ozdemir, E., & Konyalioglu, A.C. 2011. Identifying the Learning Difficulties of Freshmen in Mathematics Teacher Training Department in Function Graphs and Derivatives. *International Journal of Humanities and Social Science Vol. 1 No. 7 [Special Issue –June 2011]*. Diunduh pada: 10-11-2013 11:41 WIB, dari: <http://www.ijhssnet.com/journal/index/192>.
- Lotfi, F. H. & Mafi, E. 2012. Efficacy of Computer Software on Trigonometry. *Applied Mathematical Sciences, Vol. 6, 2012, no. 5, 229 – 236*. Diunduh pada: 10-09-2013, 14:46 WIB, dari: <http://www.m-hikari.com/ams/ams-2012/ams-5-8-2012/lotfiAMS5-8-2012-2.pdf>.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and Standards for Schools Mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- Orhun, N. 2001. *Students' mistakes and misconceptions on teaching of trigonometry*. Mathematics Education Into The 21st Century Project Proceedings of the International Conference New Ideas in Mathematics Education, Palm Cove: Australia. Diunduh pada 08-10-2013, 10:05 WIB, dari: <http://math.unipa.it/~grim/AOrhun.PDF>.
- Weber, K. 2005. *Students' understanding of trigonometric functions*. *Mathematics Education Research Journal*, 17(3), 91-112. Diunduh pada 09-10-2013 14:12, dari: <http://www.merj.net>.
- Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. 2012. The effect of dynamic software geogebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 31, 183-187*. Diunduh pada 09-10-2013 14:16, dari: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811029673>.