

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR NILAI EKSTRIM BERBASIS MODEL *ELICITING ACTIVITIES*

Dinal 'Ulya¹, Darmawijoyo², dan Somakim²

¹Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Taman Siswa Palembang

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya

email: dinalulyasukiman@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar nilai ekstrim yang didesain dengan enam prinsip model *eliciting activities* (MEAs) yakni *reality*, model *construction*, *self-assesment*, model *documentation*, *construct shareability*, *re-useability*, dan *effective prototype*. Penelitian ini adalah penelitian *design research tipe development study (development research)* menggunakan model pengembangan *analysis, design, development, implementation, dan evaluation* (ADDIE) dan dievaluasi dengan tahapan *formative evaluation (one to one, small group, dan field test)*. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA 1 SMA Negeri 2 Palembang yang berjumlah 40 orang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) dan Petunjuk Guru (PG) yang valid, praktis, dan mudah digunakan. Perangkat pembelajaran ini membantu siswa memahami konsep turunan dan nilai ekstrim serta menerapkan konsep tersebut ke dalam permasalahan nyata (*real life problem*) dan menarik minat serta keseriusan siswa untuk belajar nilai ekstrim dan mengeksplorasi kemampuan matematis siswa tersebut.

Kata kunci: *bahan ajar, nilai ekstrim, MEAs, kemampuan matematis*

DEVELOPING EXTREME-VALUE INSTRUCTIONAL MATERIAL BASED ON MODEL *ELICITING ACTIVITIES*

Abstract

This study was aimed at generating a set of extreme-value instructional materials using six principles of the model eliciting activities (MEAs) namely *reality*, model *construction*, *self-assessment*, model *documentation*, *construct shareability* and *re-useability*, and *effective prototype*. The study used the research development model using the *analysis, design, development, implementation, and evaluation* (ADDIE) model and was evaluated using *formative evaluation phases (one to one, small group, and field test)*. The subjects were 40 students in grade XI of the Natural Science Department of the State Senior High School 2, Palembang. The result is a set of instructional design consisting of lesson plans, student worksheets, and teacher guides which are valid, practical, and easy-to-use. This instructional material is able to help students to understand the concept of derivatives and extreme values and apply the concepts to real-life problems. It also attracts the interest and the seriousness of the students to learn extreme values and explore their mathematical abilities.

Keywords: *instructional material, extreme value, MEAs, mathematical ability*

PENDAHULUAN

Dalam kalkulus, uji turunan pertama dapat digunakan untuk menemukan titik puncak dari fungsi kuadrat, sering disebut sebagai maksimum atau minimum atau nilai ekstrim. Untuk memiliki pemahaman yang jelas tentang konsep turunan, materi fungsi kuadrat dan fungsi secara umum sangat penting untuk mempelajari konsep turunan, salah satu konsep yang paling sentral dalam kalkulus (Breidenbach, Dubinsky, Hawks, & Nichols, 1992; Oehrtman, Carlson, & Thompson, 2008, pp. 27-42). Barton dan Laird (Yoon, Dreyfus, & Thomas, 2010) menyatakan bahwa langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan maksimum dan minimum adalah membentuk fungsi dalam satu variabel sebelum fungsi diturunkan. Artinya, dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan materi nilai ekstrim, siswa seharusnya telah menguasai konsep tentang fungsi dan turunan.

Banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami grafik dari turunan (Asiala, Cottrill, Dubinsky, & Schwingendorf, 1997; Orhun, 2012) dan konsep turunan (Maharaj, 2013) dan memberikan arti terhadap turunan itu sendiri (Bezuidenhout, 1998; Hauger, 2000). Salah satu penyebab kegagalan siswa dalam mempelajari nilai ekstrim dikarenakan siswa memiliki skema yang lemah terhadap turunan sehingga siswa tidak dapat menghubungkan konsep yang terkait dalam menemukan penyelesaian permasalahan berkaitan dengan nilai maksimum dan minimum (Burns, 2014).

Pengajaran dan pembelajaran konsep turunan memerlukan perhatian dari para guru, seperti konteks dari konsep turunan harus dipertimbangkan dan mewakili (Sahin, Erbas, & Yenmez, 2015). *Model Eliciting Activities* dikenal dengan MEAs sering disebut sebagai pembelajaran kasus (*Cases Study*) (Lesh & Doerr,

2003). MEAs menggunakan permasalahan nyata yang mengharuskan siswa tidak hanya menuliskan solusi mereka terhadap permasalahan, tetapi juga proses mereka dalam menyelesaikan masalah tersebut (Frank, Kaupp, & Ann, 2013). Lesh dan Doerr (2000) mendesain pembelajaran dan serangkaian tes dengan menggunakan MEAs yang dapat membuat siswa mengerti konsep matematika berdasarkan enam prinsip MEAs.

Beberapa penelitian berbasis MEAs, Aliprantis dan Carmona (2003) menggunakan konteks *historic hotel* sebagai *starting point* dalam mengajarkan konsep keuntungan, biaya, dan harga maksimum. Yoon, *et al.* (2010) menggunakan konteks “*How High is The Tramping Track?*” yang mengaitkan hubungan antarkonsep untuk memahami nilai maksimum dan minimum. Misalnya pada jalur petualangan terdapat lembah dan bukit sebagai kurva dan posisi petualang yang bergerak maju sebagai perubahan dari jarak. Wessels (2014) mendesain MEA dengan tiga konteks yakni “*Don’t drink and drive*”, “*Making Money*”, dan “*Olympic Records*”.

Moore dan Dux (2005) mengembangkan MEAs untuk mahasiswa berdasarkan pada materi dengan keahlian teknik. Mereka menguraikan kegunaan MEAs pada mahasiswa tahun pertama fakultas teknik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa MEAs tidak hanya membuktikan keefektifan pengenalan konsep teknik dalam konteks, tetapi juga meningkatkan minat mahasiswa perempuan dari Fakultas Teknik. MEAs juga mendorong siswa membuat model matematika untuk menyelesaikan permasalahan kompleks. Sama halnya dengan yang diterapkan oleh para matematikawan dalam menyelesaikan permasalahan pada situasi yang sebenarnya (Lesh & Doerr, 2003). Penelitian Yu dan Chang (2011) yang melibatkan 8 guru

SMP, 5 guru SMA, dan 3 guru kejuruan setuju bahwa MEAs dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dan guru bersikap positif terhadap MEAs dan *modeling*. Yildirim, Shuman, dan Sacre (2010) mengungkapkan MEAs dapat memperkuat pemahaman mahasiswa teknik terhadap konsep utama selama proses *problem solving*. Didukung hasil penelitian dari Gilat dan Amit (2013) menunjukkan bahwa siswa terlibat dalam pembelajaran MEAs tidak hanya berkesempatan untuk menerapkan dan mengaktifkan kemampuan berpikir kreatif mereka, tetapi juga mendorong pengembangan dan penyempurnaan mereka dalam berpikir. Selain itu, MEAs juga memungkinkan peneliti menyelidiki pemikiran matematis siswa (Chamberlin & Moon, 2005).

Sesuai dengan Permendikbud Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah, MEAs merupakan pembelajaran yang memenuhi pembelajaran yang dimaksudkan. Pembelajaran MEAs yang dikembangkan didesain dan dilaksanakan berbasis aktivitas dengan karakteristik kontekstual dengan prinsip *reality* dan kolaboratif berupa *constructs share ability* dan *re-usability*. Pengembangan bahan ajar berbasis MEAs telah dilakukan oleh Martadiputra (2013) dengan memodifikasi bahan ajar dengan menggunakan *Didactical Design Research (DDR)* melalui tiga tahap, yakni analisis situasi didaktis yang dilakukan dosen sebelum uji coba bahan ajar, analisis metapedadidaktik yang dilakukan dosen pada saat uji coba bahan ajar, dan analisis retrospektif yang dilakukan setelah uji coba bahan ajar dengan tetap mempertahankan enam prinsip dari pembelajaran MEAs.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bahan ajar nilai ekstrim berkarakteristik MEAs yang valid dan praktis serta memiliki efek potensial.

Karakteristik yang dibangun dalam pengembangan bahan ajar ini adalah bahan ajar yang dikembangkan menggunakan prinsip MEAs pada materi nilai ekstrim dan dapat memunculkan kemampuan matematis siswa.

METODE

Penelitian ini adalah *design research* tipe *development study* (Nieveen, 2007). Prosedur utama pengembangan bahan ajar ini menggunakan alur *formative evaluation* (Tessmer, 1993; Zulkardi, 2006) yakni tahap *expert review*, *one to one*, *small group*, dan *field test*. Langkah-langkah penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang dipopulerkan pada tahun 1990-an oleh Reiser dan Mollenda (Branch, 2009). Penelitian ini melibatkan 49 siswa yang terbagi dalam 3 orang siswa Kelas XI IPA 2 sebagai subjek *one to one*, 6 siswa Kelas XI IPA 4 sebagai subjek *small group*, dan 40 siswa Kelas XI IPA 1 SMA Negeri 2 Palembang sebagai subjek *field test*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yakni tes, dokumen, dan wawancara yang digunakan untuk mengetahui kebutuhan dan kesulitan siswa dalam menyelesaikan permasalahan nilai ekstrim. Data observasi digunakan untuk mengetahui sikap siswa pada saat proses pembelajaran menggunakan LKS nilai ekstrim berbasis MEAs. Data hasil angket dianalisis secara kualitatif dan diperoleh kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Kesimpulan yang diperoleh dari angket, dokumen, dan wawancara adalah tentang efek potensial.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Prosedur pengembangan dimulai dengan menganalisis kurikulum, materi dan buku teks serta menganalisis kebutuhan

dan kesulitan siswa dalam mempelajari materi nilai ekstrim yang berkaitan dengan turunan. Berdasarkan dari hasil analisis kualitatif dari tes awal diketahui bahwa secara umum diketahui bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membuat model dari permasalahan nilai ekstrim yang berkaitan dengan turunan dan siswa tidak dapat memahami dan memaknai keterkaitan antara konsep yang membentuk definisi turunan baik secara geometris maupun secara aljabar. Dibutuhkan suatu bahan ajar yang dapat membantu siswa dalam pembelajaran membuat persamaan matematika dari sebuah permasalahan nilai ekstrim berkaitan dengan turunan serta memaknai penggunaan turunan dalam menyelesaikan permasalahan aplikasi nilai ekstrim dalam berbagai konteks.

Pada tahap pendesainan kegiatan yang dilakukan peneliti pada tahap ini yakni peneliti merancang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis MEAs, mendesain materi dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) dari segi *content* (isi) dan *layout* (format), serta membuat petunjuk guru (*teacher guide*). Hasil yang diperoleh pada tahap ini yakni RPP, LKS, dan Petunjuk Guru (PG) atau *teacher guide*. Dalam pendesaianan LKS, peneliti mendesain tiga LKS dengan masing-masing konteks permasalahan yakni pada LKS 1 dengan konteks “Perkembangbiakan virus HIV”, LKS 2 dengan konteks “Tekanan Darah”, dan LKS 3 dengan konteks “Sumur Resapan” yang disebut sebagai *prototype 1*.

Pada tahap pengembangan dilakukan *evaluasi formative* (Tessmer, 1993; Zulkardi, 2006) atau tahap *prototyping*. *Prototype 1* divalidasi oleh *expert* dan diujicobakan pada tiga siswa atau *one to one evaluation*. Hasil validasi dan ujicoba ini adalah saran dan komentar dari para *expert* dan *one to one* digunakan untuk merevisi bahan ajar (LKS).

Prototype I LKS nilai ekstrim berbasis MEAs divalidasi pada tahap *expert review* dan *one to one evaluation*. Pada tahapan *expert review*, ketiga LKS divalidasi oleh 3 orang pakar dari pendidikan matematika yakni Assoc. Prof. Dr. Nor’ain BT Mohd. Tajudin adalah dosen S3 Jurusan Pendidikan Matematika di Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI), Tanjong Malim Malaysia, Prof. Y. L. Sukestiyarno, M. S., Ph.D adalah Wakil Rektor IV Bidang Pengembangan dan Kerjasama dan dosen FMIPA di Universitas Negeri Semarang (UNNES), dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc merupakan dosen Magister Pendidikan Matematika dari Universitas Negeri Padang (UNP). Tabel 1 menyajikan komentar dan saran dari Assoc. Prof. Dr. Nor’ain BT Mohd. Tajudin terhadap *prototype 1* bahan ajar materi nilai ekstrim berbasis MEAs beserta keputusan revisi.

Berdasarkan tahapan *one to one evaluation* ketiga LKS diberikan kepada teman sejawat dan tiga orang siswa. Hasil wawancara (1) pada tahap *one to one* ini, pada umumnya siswa kurang mengerti dengan beberapa istilah, (2) kurang mengerti dengan langkah-langkah yang terdapat di dalam LKS, dan (3) susunan kalimat yang terkesan berbelit.

Pada tahapan *expert review* dan *one to one evaluation* ini diperoleh saran dan komentar dari para pakar, siswa dan teman sejawat. Komentar dan saran dari *expert* dibandingkan dengan uji *one to one* terhadap siswa sebagai bahan pertimbangan peneliti dalam merevisi bahan ajar. Hasil revisi disebut sebagai *prototype 2* bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs yang telah valid dari segi konten, konstruk, dan bahasa.

Prototype II diujicobakan kepada enam orang siswa pada tahap *small group*. *Prototype II* bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs diujicobakan kepada

Tabel 1

Komentar dan Saran dari Assoc. Prof. Dr. Nor'ain BT Mohd. Tajudin Beserta Keputusan Revisi

Komentar dan Saran	Keputusan Revisi
Komentar	
<ul style="list-style-type: none"> • Kurang konsisten dengan format MEAs, karena pada LKS 1 tidak terdapat artikel seperti LKS 2 dan LKS 3 • Langkah-langkah pada LKS 1 kurang jelas karena siswa tidak akan mengerti apa yang harus mereka lakukan dengan tabel dan grafik yang tersedia di dalam LKS, apa yang hendak mereka capai setelah mereka melengkapi tabel dan grafik yang disediakan. Karena tidak ada penjelasan dan petunjuk yang jelas • Konsep matematika yang digunakan dalam LKS sudah jelas • Konteks yang digunakan sudah sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> • Diterima dan diperbaiki. LKS 1 sudah diperbaiki dengan memberikan artikel dan konteks yang jelas • Diterima dan diperbaiki. LKS 1 sudah diperbaiki dengan memberikan langkah-langkah yang jelas dengan mempertimbangkan kejelasan siswa terhadap LKS pada saat one to one
Saran	
<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan arahan yang jelas atau petunjuk pada tabel. Apa yang harus dilakukan siswa dengan tabel tersebut. • Tambahkan artikel pada LKS 1 agar sesuai dengan format MEAs 	<ul style="list-style-type: none"> • Sudah diperbaiki • Sudah diperbaiki

satu kelompok kecil yang terdiri dari enam siswa. Pada tahapan ini, siswa melaksanakan pembelajaran dimulai dari *pretest*, pertemuan 1, 2, dan 3. Kepraktisan dapat dilihat dari hasil observasi selama pembelajaran dan hasil angket yang diberikan kepada siswa pada akhir pembelajaran MEAs.

Pada tahap *small group* siswa menyatakan senang mengikuti pembelajaran nilai ekstrim menggunakan LKS berbasis MEAs; siswa mudah dalam memahami materi nilai ekstrim menggunakan LKS berbasis MEAs; siswa tidak mengalami kesulitan dalam menggunakan LKS namun siswa masih membutuhkan bimbingan guru dalam pembelajaran nilai ekstrim

berbasis MEAs. Pada tahap *small group* ini, peneliti juga melakukan pengamatan atau observasi terhadap sikap siswa dalam mengikuti pembelajaran menggunakan LKS berbasis MEAs. Diperoleh data bahwa 79,67% siswa menunjukkan sikap percaya diri dan 80,67% siswa menunjukkan sikap disiplin. Hal ini menunjukkan bahwa siswa menunjukkan sikap yang baik pada saat mengikuti pembelajaran menggunakan LKS nilai ekstrim berbasis MEAs. Hasil pada tahap ini disebut sebagai *prototype III* bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs.

Prototype III bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs diimplementasikan pada tahap *field test* kepada siswa Kelas XI IPA

1 SMA Negeri 2 Palembang. Tahap *field test* dilakukan untuk melihat efek potensial dari bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs. Pelaksanaan pembelajaran pada tahapan ini berlangsung selama 5 hari.

Pembelajaran terdiri atas pelaksanaan tes awal, pertemuan 1, 2, 3, dan wawancara. Dalam kegiatan pembelajaran yang mengajar merupakan guru kelas dari sekolah subjek yang telah dilakukan pada kesepakatan sebelumnya. Peneliti beserta dua orang *observer* lainnya mengamati aktivitas pembelajaran dan mengisi lembar observasi dan berinteraksi dengan siswa untuk memberikan penilaian terhadap aktivitas dan sikap siswa dalam pembelajaran MEAs.

Tabel 2 merupakan data observasi sikap siswa pada saat *field test*, tampak bahwa

sebanyak 80,67% siswa menunjukkan sikap ingin tahu; 90,33% siswa dapat menyelesaikan tugas yang diberikan; dan 82,33% siswa menunjukkan ketertarikannya terhadap daya guna matematika. Selain itu; 75,67% siswa menyatakan tidak ragu dalam menyelesaikan masalah; serta 77,33% siswa menyatakan tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan masalah.

Tabel 3 menyajikan data observasi terhadap aktivitas siswa. Dari data pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa siswa dapat mengikuti pembelajaran dengan baik yang terbukti pada setiap indikator MEAs yakni indikator 2, 3, dan 4 siswa melaksanakan pada setiap aktivitas dengan kategori baik.

Data observasi didukung dengan hasil data angket pada Tabel 4. Pada tahap *field*

Tabel 2

Persentase Hasil Observasi Field Test Aktivitas Pembelajaran MEAs

Sikap	Indikator	Persentase Kemunculan	Kategori Penilaian
Disiplin	Menunjukkan sikap ingin tahu	80,67%	Baik
	Menyelesaikan tugas yang diberikan	90,33%	Sangat Baik
	Ketertarikan daya guna matematika	82,33%	Baik
Percaya diri	Tidak ragu dalam menyelesaikan masalah	75,67%	Baik
	Tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan masalah matematika	77,33%	Baik

Tabel 3

Persentase Hasil Observasi Aktivitas Pembelajaran MEAs

No	Aspek Pembelajaran MEAs	Prt-1 (%)	Prt-2 (%)	Prt-3 (%)	Rt2 (%)
1	Aktivitas Awal	71,3	82,9	71,3	75,1
2	<i>Model construction & Documentation</i>	85,7	87,5	83,1	85,4
3	<i>Self-assessment</i>	73,9	76,9	71,0	74,0
4	<i>CSA and RU</i>	82,1	84,2	75,0	80,4
5	Kegiatan Akhir	96,7	96,7	96,7	96,7

Tabel 4

Persentase Komentar Siswa pada Tahapan Field Test Berdasarkan Data Angket

No	Komentar/Pendapat Siswa	Tanggapan	
		Positif	Negatif
1	Pembelajaran nilai ekstrim dengan menggunakan LKS berbasis MEAs.	96,67%	3,33%
2	Kemudahan dalam memahami materi nilai ekstrim menggunakan LKS berbasis MEAs	96,67%	3,33%
3	Kesulitan-kesulitan dalam mempelajari materi nilai ekstrim berkaitan dengan turunan menggunakan LKS berbasis MEAs	57,14%	42,86%
4	Peranan guru sebagai pembimbing pada pembelajaran nilai ekstrim berbasis MEAs menggunakan LKS.	100,00%	0%

test ini juga diperoleh data sebagian besar siswa menunjukkan respons positif pada pembelajaran dengan menggunakan LKS nilai ekstrim berbasis MEAs.

Analisis dari ketiga dokumen LKS menunjukkan bahwa kemampuan matematis siswa diketahui bahwa ada 60,79% siswa memunculkan kemampuan pemahaman konsep; 50,35% siswa memunculkan kemampuan pemecahan masalah; dan 33,71% siswa memunculkan kemampuan penalaran dan komunikasi.

Karakteristik bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini yakni bahan ajar yang terdiri dari LKS, RPP, dan Petunjuk Guru berbasis MEAs dan memunculkan kemampuan matematika siswa. Karakteristik bahan ajar berbasis MEAs yakni bahan ajar yang dikembangkan berdasarkan enam prinsip MEAs (*model construction, reality, self-assessment, model documentatation, construct ability and re-usability, effective prototype*). Bahan ajar yang memunculkan kemampuan matematika siswa yakni kemampuan pemahaman konsep, penalaran, dan komunikasi, serta kemampuan pemecahan masalah pada saat siswa menyelesaikan permasalahan nilai ekstrim di Kelas XI IPA.

Karakteristik bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs yang valid dilihat dari segi konten, konstruk, dan bahasa. Karakteristik dari segi konten yakni kesesuaian materi dengan kurikulum yang berlaku, kesesuaian konsep dan definisi yang disajikan dalam LKS dengan konsep dan definisi nilai ekstrim, dan penggunaan konteks yang dimengerti oleh siswa.

Karakteristik bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs dilihat dari segi konstruk yakni: materi dalam LKS terkelompok dengan baik sehingga mudah digunakan; materi nilai ekstrim dalam LKS dibahas secara runtut; desain LKS sesuai dengan enam prinsip MEAs; bahan ajar disusun dengan format MEAs yakni terdapat artikel, permasalahan, dan jawaban; dan bahan ajar dapat memunculkan kemampuan matematis siswa. Dilihat dari segi bahasa, karakteristik bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs ini antara lain: petunjuk penggunaan LKS disampaikan dengan jelas; istilah-istilah yang digunakan dalam LKS tepat dan jelas; penggunaan bahasa dalam LKS mendukung kemudahan memahami alur materi; dan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian. Karakteristik kepraktisan dilihat dari segi efisien, kegunaan, dan

menarik atau tidaknya suatu pembelajaran. Karakteristik kepraktisan ini dapat dilihat selama proses *small group*. Pada tahap *small group* ini, *prototype* II bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs diujicobakan dalam satu kelompok kecil yang terdiri dari 5 orang siswa.

Karakteristik kepraktisan dari segi efisien dilihat dari kemudahan penggunaan bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs dan pengaturan waktu pembelajaran. Pada tahap *small group*, bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs yang digunakan sudah dalam bentuk lembar kerja dan pembelajarannya dilaksanakan sesuai dengan kegiatan pembelajaran dalam RPP yang telah disusun. Sehingga pengaturan waktu pada saat pembelajaran sudah tepat dan sesuai dengan RPP.

Karakteristik kepraktisan dari segi kegunaan dilihat dari bagaimana peran LKS nilai ekstrim berbasis MEAs untuk membantu siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil angket pada Tabel 3 dapat dilihat komentar-komentar siswa mengenai LKS nilai ekstrim berbasis MEAs.

Dari komentar-komentar siswa bahwa penggunaan LKS nilai ekstrim berbasis MEAs ini dapat membantu siswa dalam mempelajari materi nilai ekstrim. Mereka lebih memahami konsep turunan dan aplikasi atau kegunaan turunan dalam berbagai bidang ilmu lain.

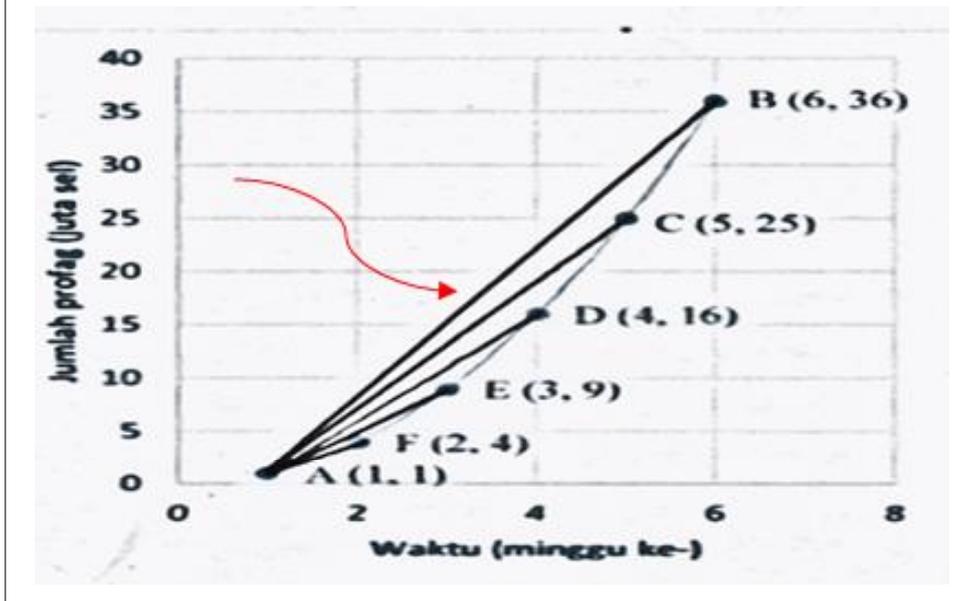
Dari analisis dokumen dapat disimpulkan bahwa LKS nilai ekstrim sudah memenuhi prinsip MEAs. Artinya, LKS sudah memenuhi keenam aspek MEAs. Langkah-langkah yang diberikan sudah dapat membantu siswa membuat model dan menerapkan konsep yang sudah mereka miliki untuk diaplikasikan kedalam soal-soal pemecahan masalah yang kompleks. Dilihat dari aktivitas-aktivitas yang diberikan di dalam LKS, setiap

aktivitas menuntut siswa untuk membuat model dari permasalahan yang diberikan. Dalam langkah-langkah pemodelan langkah-langkah pemecahan masalah saling terkait karena pada saat siswa membuat model. Artinya, siswa melalui beberapa tahapan atau siklus pemecahan masalah (Wessels, 2014).

Berdasarkan hasil analisis deskriptif terhadap jawaban siswa dapat disimpulkan bahwa LKS nilai ekstrim berbasis MEAs yang sudah dikembangkan dapat membantu siswa dalam memahami materi nilai ekstrim berkaitan dengan turunan dan mampu memunculkan kemampuan matematis siswa. Hal ini dibuktikan dengan dapat dijawabnya permasalahan dalam LKS dengan tepat oleh sebagian siswa dan munculnya indikator kemampuan pemahaman konsep, penalaran dan komunikasi serta kemampuan pemecahan masalah siswa. Hal ini sejalan dengan Chamberlin dan Moon (2005) yang menyatakan bahwa MEAs juga memungkinkan peneliti menyelidiki pemikiran matematis siswa. Misalnya, pada aktivitas awal di LKS 1, beberapa siswa telah memunculkan kemampuan matematisnya yakni kemampuan pemahaman konsep, penalaran, dan komunikasi, serta kemampuan pemecahan masalah. Siswa dikatakan memunculkan **kemampuan pemahaman konsepnya** yakni pada saat siswa dapat menggambar tali busur terhadap kurva. Artinya, siswa dapat memahami konsep tali busur dengan menerapkan pemahamannya pada Gambar 1.

Siswa memunculkan **kemampuan penalaran dan komunikasi** yakni pada saat siswa dapat menyimpulkan bahwa kemiringan garis sekan sama dengan laju perubahan rata-rata kemudian menyatakannya dalam representasi matematika dalam bentuk persamaan,

Gambar 1. Kemampuan Pemahaman Konsep, Penalaran, dan Komunikasi



dapat dilihat pada transkrip berikut baris ke 7-8.

1. P : *Coba jelaskan gimana cara kamu melengkapi tabel P1?*
2. FN : *Pakai rumus kemiringan $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$*
3. P : *Kenapa kamu menuliskan kemiringan garis sekan sama dengan laju perkembangan virus rata-rata?*
5. FN : *Karena jawabannya sama.*
6. P : *Apanya yang sama?*
7. FN : *Nilai kemiringan dengan laju perkembangbiakan rata-rata,*
8. *samo-samo 7 untuk yang A samo B.*

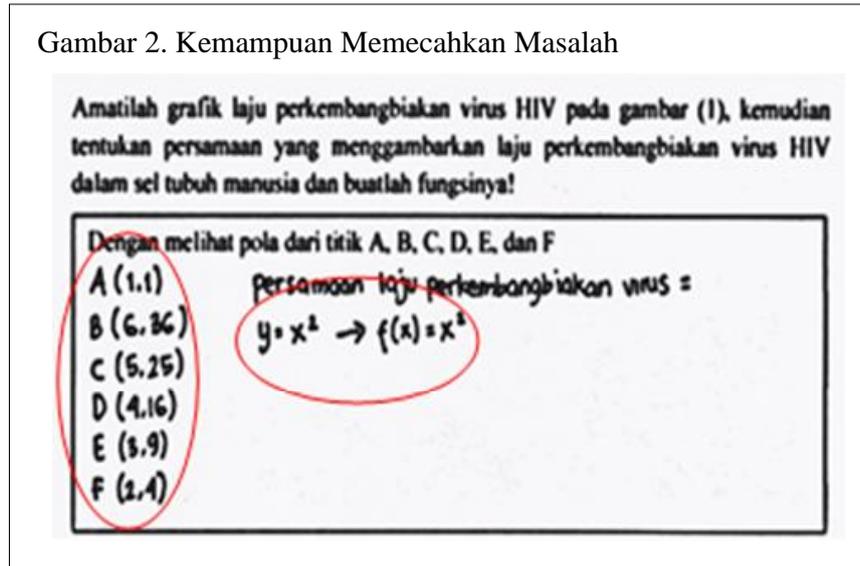
Siswa dikatakan memunculkan **kemampuan pemecahan masalah** yakni pada saat siswa menentukan metode dalam menjawab permasalahan satu. Siswa membuat model dengan melihat pola dari titik koordinat dari fungsi yang ditampilkan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari uraian di atas, diketahui bahwa LKS nilai ekstrim berbasis MEAs yang diimplementasikan pada tahapan *field*

test berpotensi memunculkan indikator-indikator kemampuan pemahaman konsep, pemecahan masalah, penalaran dan komunikasi siswa. Dari hasil tes kemampuan matematika yang banyak muncul yakni kemampuan pemahaman konsep sebesar 60,79%; kemampuan pemecahan masalah 50,35%; dan kemampuan komunikasi 33,71%. Kemampuan yang paling rendah yang dimunculkan oleh siswa yakni kemampuan komunikasi dan penalaran yakni sebesar 33,71%. Hal ini dapat dilihat dari jawaban siswa pada Gambar 3 dan hasil wawancara yang menunjukkan bahwa siswa masih lemah dalam memberikan alasan atau argumentasi pada nomor 16-18.

9. P : *Coba kamu baca soalnya kemudian ungkapkan apa yang ditanya?*
10. FN : *(membaca soal). Yang ditanya pada pukul berapa tekanan darah*
11. *pasien mengalami penurunan.*
12. P : *Apa maksudnya? Apa yang kamu rencanakan untuk menjawab soal*

Gambar 2. Kemampuan Memecahkan Masalah

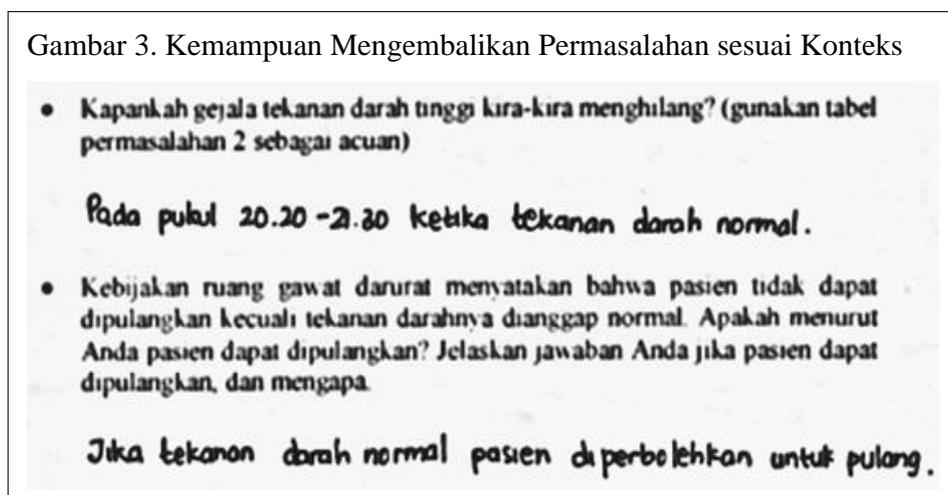


13. ini?
14. FN : Menggunakan turunan kedua.
15. P : Kenapa menggunakan turunan kedua?
16. FN : Karena waktunya ditentukan yakni $0 < t < 2\frac{1}{4}$ jam. Berarti
17. mencari kecepatan sesaat pada waktu $t = 2\frac{1}{4}$ dan untuk mencari
18. kecepatan sesaat menggunakan turunan kedua.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa siswa dapat menyelesaikan

permasalahan menggunakan turunan kedua. Karena untuk mencari kecepatan sesaat sama artinya mencari titik singgung dari persamaan garis terhadap kurva. Pada aktivitas selanjutnya siswa dapat mengembalikan permasalahan dalam konteks. Namun, siswa tidak memberikan pendapat secara jelas sehingga pencapaian pada kemampuan ini masih tergolong rendah. Gambar 3 merupakan jawaban siswa untuk mengetahui waktu gejala darah tinggi menghilang dan waktu pasien dapat dipulangkan. Siswa sudah memberikan

Gambar 3. Kemampuan Mengembalikan Permasalahan sesuai Konteks



jawaban yang benar namun tidak disertai dengan argumen atau pendapat yang dapat menjelaskan jawaban mereka.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan seperangkat bahan ajar Nilai Ekstrim berbasis *Model Eliciting Activities* yang valid dan praktis yang dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*analysis, design, development, implementation* dan *evaluation*) dan dievaluasi dengan alur *formative evaluation*. Karakteristik yang dibangun dalam pengembangan bahan ajar ini adalah bahan ajar yang dikembangkan menggunakan prinsip *Model Eliciting Activities* (MEAs) pada materi nilai ekstrim dan dapat memunculkan kemampuan matematis siswa. Kevalidan dan kepraktisan bahan ajar diperoleh pada tahap pengembangan (*development*) melalui alur *formative evaluation*. Bahan ajar yang dikembangkan telah melalui proses validasi pada tahap *expert review* dan *one to one*. Pada tahap *expert review* para pakar menilai dari segi konten, konstruk, dan bahasa. Pada proses *one to one* untuk melihat kejelasan dan keterbacaan bahan ajar (dalam hal ini LKS) oleh siswa. Adapun kepraktisan bahan ajar tergambar dari hasil observasi dan komentar siswa dari tahapan *small group*. Dari tahap *small group* diperoleh karakteristik bahan ajar nilai ekstrim berbasis MEAs yakni mudah digunakan, memiliki kegunaan untuk membantu siswa memahami konsep turunan dan nilai ekstrim dan menerapkan konsep tersebut ke dalam permasalahan nyata (*real life problem*), dan menarik minat siswa untuk belajar matematika.

Berdasarkan analisis dokumen hasil pekerjaan siswa, angket, dan komentar siswa pada saat *field test*, bahan ajar berbasis MEAs yang dihasilkan telah

diimplementasikan dan menunjukkan efek potensial, yakni bahan ajar dapat memunculkan respons positif terhadap pembelajaran materi nilai ekstrim menggunakan LKS berbasis MEAs serta mampu memunculkan kemampuan matematika siswa yakni kemampuan pemahaman konsep, penalaran, komunikasi, dan pemecahan masalah matematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliprantis, C. D., & Carmona, G. (2003). Introduction to an economic problem: A models and modeling perspective. Dalam R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics, problem solving, learning and teaching* (pp.255-264). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Asiala, M., Cottrill, J., Dubinsky, E., & Schwingendorf, K. (1997). The development of students' graphical understanding of the derivative. *Journal of Mathematical Behavior*, 16(4), 399-431.
- Bezuidenhout, J. (1998). First-year university students' understanding of rate of change. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 29, 389-399.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York, USA: Springer.
- Breidenbach, D., Dubinsky, E., Hawks, J., & Nichols, D. (1992). Development of the process conception of function. *Educational Studies in Mathematics*, 23(3), 247-285.
- Burns, A. (2014). *Calculus students' understanding of the derivative in relation to the vertex of a quadratic function* (Disertasi). Georgia State University, Georgia.

- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47.
- Frank, B., Kaupp, J., & Chen, A. (2013). Investigating the impact of model eliciting activities on development of critical thinking. *Proceedings of the 2013 Canadian Engineering Education Association (CEEAI3) Conference, Montreal, 2013*. DOI-10.24908/pceea.v0i0.4907.
- Gilat, T., & Amit, M. (2013). Exploring young students creativity: The effect of model eliciting activities. *PNA*, 8(2), 51-59.
- Hauger, G. S. (2000). Instantaneous rate of change: A numerical approach. *International Journal of Mathematical Education of Science and Technology*, 31(6), 891-897.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundation of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. Dalam R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics, problem solving, learning and teaching* (pp. 3-33). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maharaj, A. (2013). An APOS analysis of natural science students' understanding of derivatives. *South African Journal of Education*, 33(1).
- Martadiputra, B. A. P. (2013). Modifikasi model-eliciting activities dengan menggunakan didactical design research untuk meningkatkan kemampuan berpikir statistis. *Jurnal Kependidikan*, 43(2), 105.
- Moore, T., & Diefes-Dux, H. (2004, October). Developing model-eliciting activities for undergraduate students based on advanced engineering content. Dalam *Frontiers in Education, 2004*. FIE 2004. 34th Annual (pp. F1A-9). IEEE.
- Nieveen, N. (2007). Formative evaluation in educational design research. Dalam T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An introduction to educational design research* (pp. 89-102). Enschede: Netzdruk.
- Oehrtman, M., Carlson, M., & Thompson, P. W. (2008). Foundational reasoning abilities that promote coherence in students' understandings of function. Dalam M. P. Carlson & C. Rasmussen (Eds.), *Making the connection: Research and practice in undergraduate mathematics* (pp. 27-42). Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Orhun, N. (2012). Graphical understanding in mathematics education: Derivative functions and students' difficulties. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 679-684.
- Sahin, Z., Erbas, A. K., & Yenmez, A. A. (2015). Relational understanding of the derivative concept through mathematical modelling: A case study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 177-188.
- Tessmer, M. (1993). *Planning and conducting formative evaluations: improving the quality of education and training*. London: Kogan Page.
- Wessels, H. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(9), 22-40.
- Yildirim, T. P., Shuman, L., & Basterfield-Sacre, M. (2010). Model-eliciting activities: assesing engineering student problem solving and skill integration processes. *TEMPUS*, 26(4), 831-845.

- Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomas, M. O. (2010). How high is the tramping track? Mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 141-157.
- Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching? Dalam *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 147-156). Dordrecht: Springer.
- Zulkardi. (2006). *Formative evaluation: what, why, when, and how*. Diunduh dari <http://www.oocities.org/zulkardi/books.html>.