Pengembangan LKS Berbasis APOS Berbantuan *Microsoft Excel* Pada Pokok Bahasan Program Linier di SMK

Tri Oktaria[1)], Yusuf Hartono[2)], Budi Santoso[3)]

[1]Mahasiswa Pendidikan Matematika Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya
t_oktaria@yahoo.com
[2,3]Dosen Pendidikan Matematika Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya
yhartono@unsri.ac.id
yayasanbudi_s@yahoo.com

Abstract

This research is aimed at the development of (1) produce a linear program worksheet based apos theory assisted microsoft excel valid and practical, (2) determining the potential effect on learning outcomes of students in SMK Negeri 2 Palembang . The research methods consists of two stages: (1) preliminary, includes analysis and design of worksheets, (2) formative study include self evaluation, expert reviews, one-to-one and small group and field test. The subjects were the tenth grade students of class X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang. The data was collected by way of walkthrough and test. All data collected were analyzed descriptively . Based on the results of the data analysis, it was concluded that : (1) This research has resulted in a product form of a linear program worksheets based apos theory aided microsoft excel in high school and practically valid. Valid based on expert review. Practical based on one-to-one and small group, (2) LKS based APOS assisted Microsoft Excel on the subject of linear programs has developed potential effect on learning outcomes of students with a percentage of 67,6 % and well categorized.

***Keyword**: Development research, students worksheet, APOS Theory, Microsoft Excel and Linear program*

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk (1) menghasilkan LKS berbasis APOS berbantuan *Microsoft Excel* pada pokok bahasan program linier yang valid dan praktis; (2) mengetahui efek potensialnya terhadap hasil belajar siswa di SMK Negeri 2 Palembang. Metode Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu (1) *preliminary*, meliputi tahap analisis dan desain LKS; (2) *formative study* meliputi tahap *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one* dan *small group* serta *field test*. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang. Pengumpulan data dilakukan dengan cara *walkthrough* dan tes. Semua data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan hasil analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa: (1) penelitian ini telah menghasilkan suatu produk berupa LKS berbasis APOS berbantuan *Microsoft Excel* pada pokok bahasan program linier yang valid dan praktis. Valid berdasarkan *expert review*. Praktis berdasarkan *one-to-one dan small group*; (2) LKS berbasis APOS berbantuan *Microsoft Excel* pada pokok bahasan program linier yang dikembangkan memiliki efek potensial terhadap hasil belajar peserta didik dengan persentase 67,6% dan dikategorikan baik.

Kata Kunci : Penelitian pengembangan, LKS, APOS, *Microsoft Excel*, program linier.

1. PENDAHULUAN

Standar isi Mata Pelajaran Matematika menurut peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) No. 22 Tahun 2006 menyatakan bahwa mata pelajaran matematika bertujuan agar peserta didik SMK memiliki kemampuan antara lain:

1. Memahami konsep matematika, memperjelas keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah.
2. Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika.
3. Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh.
4. Mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah.
5. Menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

6. Menalar secara logis dan kritis serta mengembangkan aktivitas kreatif dalam memecahkan masalah dan mengkomunikasikan ide. Di samping itu, memberi kemampuan untuk menerapkan matematika pada setiap program keahlian.

Untuk mencapai kompetensi yang telah ditentukan, di dalam penyusunan kurikulum pendidikan kejuruan dalam hal ini Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) mata pelajaran dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok normatif, adaptif dan produktif. Matematika merupakan salah satu mata pelajaran wajib yang termasuk ke dalam kelompok adaptif, yaitu pendidikan dan latihan yang menjadi pendukung kelompok produktif (kejuruan). Dengan memberikan mata pelajaran matematika, diharapkan tidak hanya sekedar mengajarkan konsep matematika yang ada, tetapi mampu memberikan dasar-dasar pada peserta didik saat mereka memerlukan konsep-konsep matematika untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada program produktifnya.

Dari uraian di atas, jelaslah bahwa pentingnya mempelajari matematika di SMK. Pembelajaran matematika yang digunakan hendaknya mampu memfasilitasi peserta didik untuk memanfaatkan konsep matematika agar dapat mendukung mata pelajaran kelompok produktif.

Salah satu materi yang dipelajari pada Kelas X SMK semester genap adalah program linier. Pembelajaran program linier yang dilaksanakan selama ini cenderung berlangsung satu arah, yaitu dari guru ke peserta didik. Umumnya, pola pembelajaran yang diterapkan oleh guru adalah menjelaskan pengertian atau definisi, memberikan contoh dan kemudian siswa diminta untuk mengerjakan LKS. Dengan metode pembelajaran seperti ini, peserta didik bersikap pasif, dan pembelajaran hanya terpusat kepada guru. Jelas pembelajaran yang dilaksanakan kurang bermakna, dan tidak jarang suatu konsep hanya dipahami sebagai hapalan.

Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan guru pun belum cukup membantu Peserta didik dalam memahami konsep karena lembar kerja yang dibuat guru hanya berisikan latihan soal-soal saja. Guru belum mampu merancang LKS yang dapat mengakomodasi kebutuhan peserta didik untuk belajar aktif. LKS yang digunakan belum memfasilitasi peserta didik untuk dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuannya. Hal inilah yang menyebabkan hasil belajar peserta didik masih rendah. Seperti yang kita

ketahui bukan hanya target pencapaian materi saja yang diutamakan tetapi lebih kepada tujuan pembelajaran matematika itu sendiri.

Hudojo (2005:105) mengatakan bahwa untuk mengajarkan matematika diperlukan teori belajar yang mendasari bagaimana mengajarkan matematika. Teori belajar yang dikemukakan antara lain bahwa siswa itu belajar bila ia dapat mengkonstruksi konsep/prinsip matematika. Salah satu pembelajaran matematika yang mengaktifkan dan membantu mengkonstruksi pemahaman siswa selama proses pembelajaran adalah pembelajaran dengan teori APOS (*Action, Process, Object, Schema).*

Lebih lanjut Hudojo (2005:105) mengatakan kerangka kerja yang dikemukakan Dubinsky dalam mengkonstruksi konsep/ prinsip matematika dalam benak siswa adalah rangkaian aksi, proses dan objek (APO). Berkaitan dengan konstruksi mental yang terbentuk pada diri seseorang, Dubinsky (2001) menjelaskan bahwa pemahaman seseorang tentang konsep matematika merupakan hasil dari suatu konstruksi atau dari rekonstruksi *action, processes,* and *object* yang diorganisir dalam suatu *scema*.

Dari hasil penelitian Wartini (2011), pembelajaran yang dilakukan dengan menerapkan teori APOS dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada mata kuliah kalkulus II. Selanjutnya dari hasil penelitian Arnawa (2005), pembelajaran berdasarkan teori APOS meningkatkan kemampuan membuat pembuktian dalam aljabar abstrak.

Dalam memahami suatu konsep matematika, peserta didik melakukan konstruksi-konstruksi mental aksi, proses, objek, dan skema. Konstruksi-konstruksi mental ini dapat dibantu melalui aktivitas yang menggunakan komputer (Ayers et al., 1988). Melalui aktivitas dengan menggunakan komputer pengetahuan akan bertahan lama dalam fikiran peserta didik karena pengalaman dapat membantu mengembangkan struktur kognitif (Shute, *et al, 1994* dan Dubinsky, *et al, 1994).* selanjutnya Brown, et al (1997) menguraikan bahwa pembelajaran Aljabar dengan menggunakan bantuan program komputer sangat efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep yang kuat.

Penggunaan komputer akan mendukung perubahan strategi dalam mengajar, karena komputer dapat membantu meningkatkan pemahaman peserta didik dalam mengkonstruksi mental matematika atas suatu konsep. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun cara yang dianggap terbaik adalah implementasi ide matematika

pada komputer yaitu melalui aktivitas dengan menggunakan program yang cocok untuk mengimplementasikan proses dan objek matematika.

Untuk mengimplementasikan suatu proses dan objek dalam pembelajaran matematika, sebetulnya sangat banyak software yang dapat dimanfaatkan seperti software yang termasuk ke dalam kelompok *Programming tools*, *macromedia*, *web* bahkan yang berbasis *windows office* yaitu *Word, Powerpoint,* dan *Excel*.

Microsoft Excel adalah salah satu program aplikasi pengolah angka yang paling populer dan banyak digunakan saat ini untuk dalam pengerjaan data yang berkaitan dengan angka, menganalisa data, dan presentasi data (Haryono, 2009).

Microsoft Excel merupakan paket program *Spreadsheet* memiliki fitur yang semakin banyak, menyediakan keperluan untuk mengolah data, dan menyediakan suatu animasi yang komunikatif dan dinamis. Umumnya *Microsoft Excel* digunakan untuk keperluan pengolahan data. Namun dengan banyaknya fasilitas fungsi yang dimilikinya, *Microsoft Excel* dapat digunakan dalam aplikasi pembelajaran matematika.

Penelitian mengenai pembelajaran dengan menggunakan *Microsoft Excel* telah dilakukan oleh Suhendra (2013) yang meneliti pengembangan bahan ajar pada pokok bahasan sistem persamaan linier, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ternyata pembelajaran dengan menggunakan *Microsoft Excel* dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan aktivitas siswa.

Berdasarkan uraian di atas, penulis bermaksud mengembangkan suatu media atau alat bantu pembelajaran yang berupa LKS menggunakan *Microsoft Excel* ke dalam pembelajaran APOS. Selanjutnya akan diselidiki apakah penggunaan *Microsoft Excel* juga tepat apabila dilaksanakan dengan menggunakan teori APOS.

2. METODE PENELITIAN

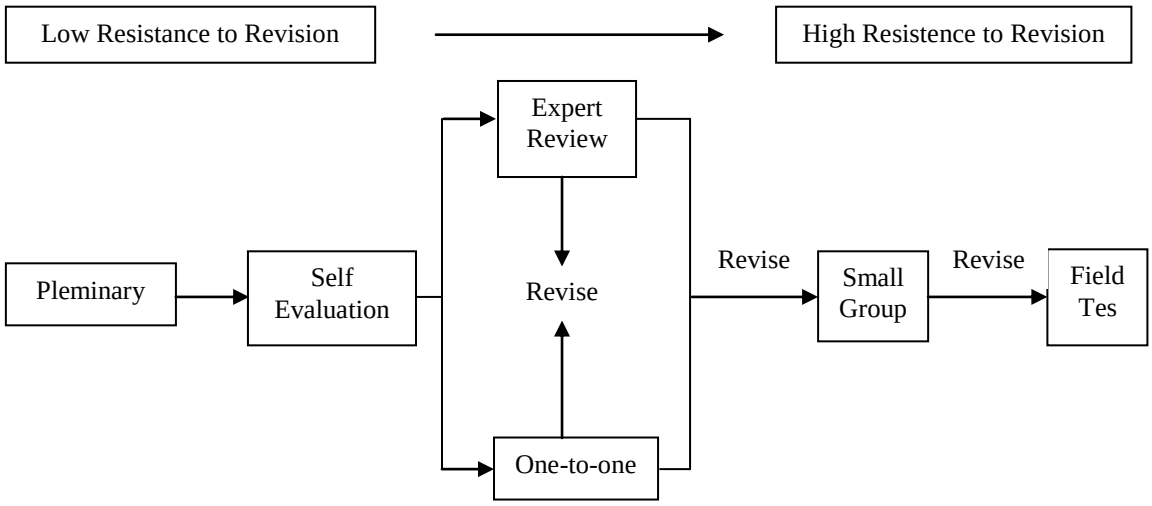
a. Subjek dan lokasi penelitian

Penelitian akan dilakukan pada semester genap tahun pembelajaran 2012/2013. Subjek penelitian adalah siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang dengan jumlah siswa 37 orang. Terdiri dari 23 orang laki-laki dan 14 orang siswa perempuan, di semester genap mata pelajaran matematika pokok bahasan program linier.

b. Metode Penelitian

Dalam peneltian ini, Peneliti menggunakan metode peneltian pengembangan atau development research (Akker, 1999) penelitian ini akan mengembangkan lembar kerja siswa (LKS) yang valid dan praktis dalam pembelajaran matematika di kelas X, melalui dua tahapan yaitu *preliminary study* dan tahap *formative study*. Tahap *preliminary* meliputi persiapan dan desain, sedangkan tahap *formative study* meliputi *Self Evaluation, Expert Reviews, One to One, Small Group dan Field* Tes

Tahapan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 1. Alur desain Formative Research (Tessmer; Zulkardi, 2002)

c. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini melalui beberapa tahapan, meliputi:

1. *Preliminary*

   Tahap ini meliputi:

   a) Persiapan.

      Analisis kurikulum matematika level SMK pada pokok bahasan program linier dan analisis terhadap buku-buku paket berdasarkan KTSP 2006, menghubungi guru di sekolah dan mewawancarai guru yang bersangkutan serta menyiapkan penjadwalan dan prosedur kerjasama dengan guru kelas yang dipakai.

   b) Pendesainan (*prototyping*).

Pada tahap ini peneliti mendesain atau merancang LKS, LKS berdasarkan langkah-langkah teori APOS, yang disebut dengan prototipe awal.

2. *Formative study*

a) *Self evaluation*

Setelah didesain, prototipe awal dievaluasi oleh peneliti sendiri dan dilakukan revisi kecil sehingga menjadi prototipe I.

b) *Expert review dan one to one*

Prototipe I yang telah direvisi berdasarkan hasil *self evaluation* diberikan kepada pakar. Selanjutnya prototipe I akan dicermati, dinilai dan dievaluasi oleh pakar dari segi content dan konstruk. Seiring tahapan *Expert review* dilakukan juga tahapan *one to one*, peneliti meminta dua orang siswa kelas X TKJ 2 SMK Negeri 2 Palembang sebagai *tester*. Hasil Komentar serta saran pakar dan siswa pada tahap ini akan digunakan untuk merevisi prototipe I.

c) *Small group*

Hasil revisi prototipe I selanjutnya dinamakan prototipe II. Kemudian prototipe II diujicobakan pada *small group* (kelompok kecil yang terdiri dari 4 orang siswa kelas X TPM 1 SMK Negeri 2 Palembang (non subjek penelitian).

Secara berkelompok, siswa diminta menyelesaikan pemasalahan pada prototipe II. Setelah diujicobakan, kemudian peneliti meminta komentar atau saran siswa pada *small group* terhadap prototipe II yang telah mereka kerjakan. Saran dan komentar siswa pada *small group* dijadikan dasar untuk merevisi prototipe II sehingga Prototipe III yang akan diujicobakan pada subjek penelitian.

d). Field test

Prototipe III diuji cobakan pada subjek penelitian yaitu siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang Sebanyak 37 siswa yang terdiri dari 14 orang siswa perempuan dan 23 orang siswa laki-laki.

d. Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan metode penelitian di atas maka teknik pengumpulan data yang akan digunakan adalah *Walk through,* dan tes

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

Hasil Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS)

Pengembangan LKS ini melalui beberapa tahapan yaitu :

a. *Priliminary study*

1. Analisis

Pada tahap ini dilakukan kegiatan Analisis kurikulum matematika level SMK pada pokok bahasan program linier dan analisis terhadap buku-buku paket berdasarkan KTSP 2006, menghubungi guru di sekolah dan mewawancarai guru yang bersangkutan serta menyiapkan penjadwalan dan prosedur kerjasama dengan guru kelas yang dipakai. Dari hasil diskusi dijadwalkan *field test* dilaksanakan sebanyak empat kali pertemuan yaitu tanggal 21 Mei sampai 29 Mei 2013 dan penelitian akan dilaksanakan dikelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang sebagai subjek penelitian.

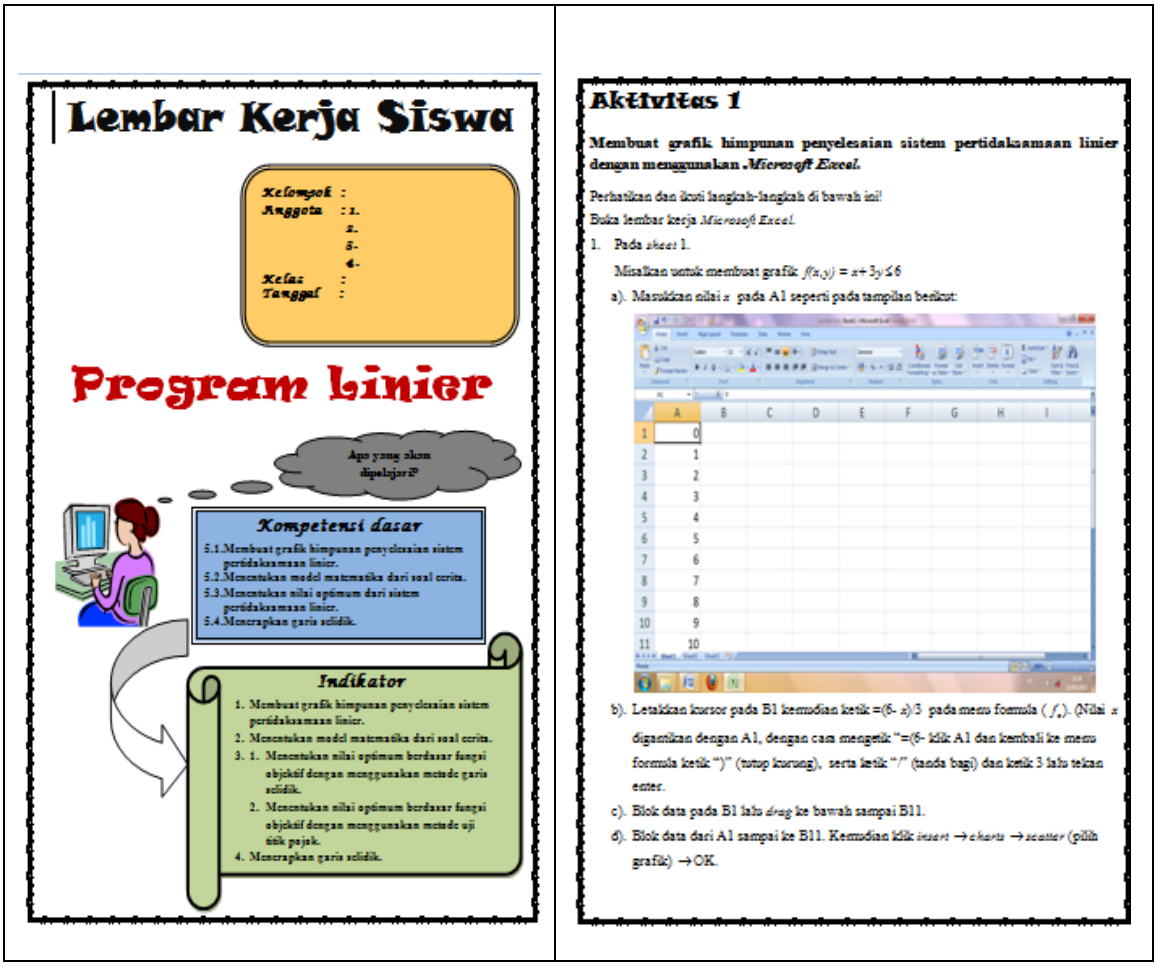
2. Pendesainan bahan ajar

Pendesainan (*prototyping*). Pada tahap ini peneliti mendesain atau merancang bahan ajar berupa LKS dan RPP , LKS berdasarkan langkah-langkah teori APOS, yang disebut dengan prototipe.

b. *Formative study*

1. *Self Evaluation*

Setelah melalui tahapan persiapan dan pendesainan, hasil desain bahan ajar (prototipe) dievaluasi oleh sendiri. Hasil dari *self evaluation* ini adalah prototipe I.



2. Expert review dan *one to one*

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh bahan ajar yang valid. Selanjutnya, prototipe I divalidasi oleh pakar dari segi konten dan konstruk. Saran dan komentar pakar dijadikan dasar untuk merevisi prototipe I.

Seiring dengan tahap *expert review* dilakukan juga tahap *one to one*. Pada tahap ini prototipe I yang berupa LKS (lembar kegiatan siswa) diuji cobakan pada dua orang siswa kelas X TPM 1 SMK Negeri 2 Palembang. Selanjutnya, siswa diminta untuk mengerjakan LKS. Selama tahapan ini berlangsung, peneliti berinteraksi dan berkomunikasi dengan keduanya untuk mengetahui kesulitan-kesulitan yang mereka hadapi selama proses pengerjaan LKS sehingga komentar dari siswa-siswi tersebut dapat dijadikan masukan untuk merevisi prototipe I yang telah dikembangkan

Tabel 1. Beberapa perubahan revisi pada *prototype* 1

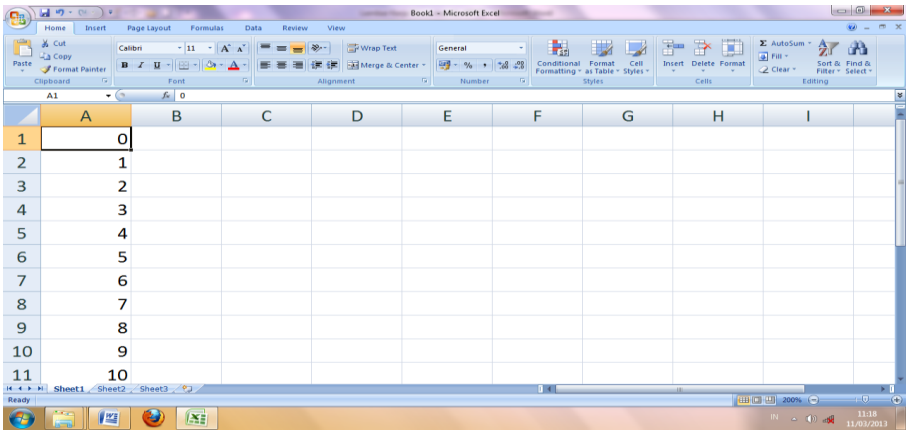
No.	Revisi Prototype
1.	Tampilan cover LKS ***Sebelum*** Indikator yang keempat tidak ada, tidak ada nomor urut pada kompetensi dasar. *Kompetensi dasar* **1. Membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier.** **2. Menentukan model matematika dari soal cerita.** **3. Menentukan nilai optimum dari sistem pertidaksamaan linier.** *Indikator* **1. Membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier.** **2. Menentukan model matematika dari soal cerita.** **3. Menentukan nilai optimum berdasar fungsi objektif dengan menggunakan metode garis selidik.** **4. Menentukan nilai optimum berdasar fungsi objektif dengan menggunakan metode uji titik pojok.** ***Sesudah*** Ditambahkan indikator yang keempat, diberikan nomor urut pada kompetensi dasar *Kompetensi dasar* **5.1. Membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier.** **5.2. Menentukan model matematika dari soal cerita.** **5.3. Menentukan nilai optimum dari sistem pertidaksamaan linier.** **5.4. Menerapkan garis selidik.** *Indikator* **1. Membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier.** **2. Menentukan model matematika dari soal cerita.** **3. 1. Menentukan nilai optimum berdasar fungsi objektif dengan menggunakan metode garis selidik.** **2. Menentukan nilai optimum berdasar fungsi objektif dengan menggunakan metode uji titik pojok.** **4. Menerapkan garis selidik.**
2.	Aktivitas pada LKS ***Sebelum*** penulisan aritmatikanya belum tepat **Aktivitas 1** **Membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier dengan menggunakan *Microsoft Excel*.** Perhatikan dan ikuti langkah-langkah di bawah ini!

Buka lembar kerja *Microsoft Excel*.

1. Pada *sheet* 1.

   Misalkan untuk membuat grafik $f(x,y) = x+3y \leq 6$

   a). Masukkan nilai x pada A1 seperti pada tampilan berikut:



   b). Letakkan kursor pada B1 kemudian ketik =(6- x)/3 pada menu formula (f_x). (Nilai x digantikan dengan A1, dengan cara mengetik "=(6- klik A1 dan kembali ke menu formula ketik ")" (tutup kurung), serta ketik "/" (tanda bagi) dan ketik 3 lalu tekan enter.

   c). Blok data pada B1 lalu *drag* ke bawah sampai B11.

   d). Blok data dari A1 sampai ke B11. Kemudian klik *insert* $\rightarrow$ *charts* $\rightarrow$ *scatter* (pilih grafik) $\rightarrow$ OK.

   e). Gambarkan grafiknya?

Sesudah

Diperbaiki penulisan aritmatikanya serta ditambahkan contoh bagaimana cara mengubah bentuk fungsi ke dalam bentuk persamaan linier dua variabel.

Aktivitas 1

Membuat grafik persamaan linier $ax + by = c$ dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

Perhatikan dan ikuti langkah-langkah di bawah ini!

Buka lembar kerja *Microsoft Excel*.

1. Pada *sheet* 1.

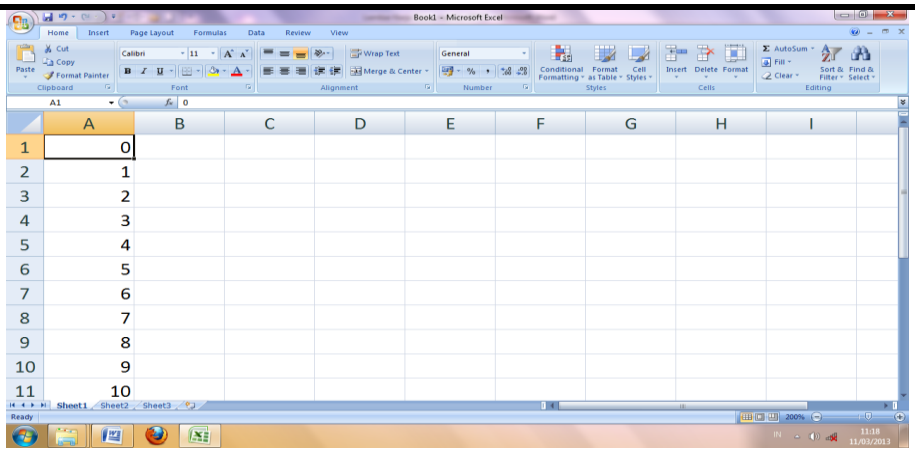
   Misalkan untuk membuat grafik $x + 3y = 6$, ikuti langkah berikut

   a). Ubah persamaan tersebut menjadi bentuk eksplisit untuk y.

$$x+3y=6$$

$$y=\frac{6-x}{3} \quad atau \quad y=(6-x)/3$$

   b). Masukkan nilai x pada A1 seperti pada tampilan berikut:



3. Aktivitas pada LKS

Sebelum

Belum ada tampilan cetakan layar komputer pada beberapa langkah kerja.

b). Letakkan kursor pada B1 kemudian ketik =(6- *x*)/3 pada menu formula (f_x). (Nilai *x* digantikan dengan A1, dengan cara mengetik "=(6- klik A1 dan kembali ke menu formula ketik ")" (tutup kurung), serta ketik "/" (tanda bagi) dan ketik 3 lalu tekan enter.

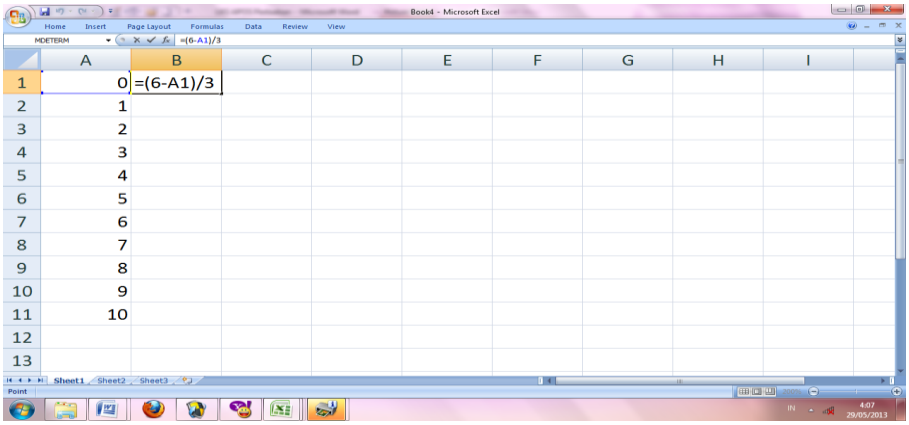
c). Blok data pada B1 lalu *drag* ke bawah sampai B11.

d). Blok data dari A1 sampai ke B11. Kemudian klik *insert* $\rightarrow$ *charts* $\rightarrow$ *scatter* (pilih grafik) $\rightarrow$ OK.

Sesudah

Ditambahkan tampilan cetakan layar komputer pada beberapa langkah kerja.

b). Letakkan kursor pada B1 kemudian ketik =(6- *x*)/3 pada menu formula (f_x). (Nilai *x* digantikan dengan A1, dengan cara mengetik "=(6-" , klik *cell* A1, kembali ke menu formula ketik ")" (tutup kurung), ketik "/" (tanda bagi) dan ketik angka 3 lalu tekan enter.



4. aktivitas pada LKS

Sebelum

Nilai sumbu *x* dan *y* tidak terbatas.

2. Pada *sheet* 2.

   Membuat grafik jika nilai *f(x,y)* tidak diketahui.

   Dari *f(x,y)* = $x+3y\leq 6$ dapat ditentukan nilai a, b, dan c. Pada fungsi, a bernilai 1, b bernilai 3 dan c bernilai 6. *f(x,y)* = c, dengan c = konstanta.

   a). Ulangi langkah-langkah seperti pada *sheet* 1.

   b). Letakkan kursor pada D1, kemudian ketik sembarang angka sebagai konstanta c.

   c). Letakkan kursor pada B1, kemudian pada menu formula (f_x) ketik"=(" klik D$1, ketik - A1)/3) lalu tekan enter.

   d). Blok data pada B1 lalu *drag* ke bawah sampai B11.

   e). Blok data dari A1 sampai ke B11. Kemudian klik *insert* $\rightarrow$*charts* $\rightarrow$*scatter* (pilih grafik) $\rightarrow$OK.

Sesudah

Nilai sumbu *x* dan *y* dibatasi dengan pemberian nilai maksimum dan minimum sumbu *x* dan *y*.

2. Pada *sheet* 2.

   Membuat grafik $ax + by = c$, dengan *c* sebagai konstanta.

   Misalkan untuk membuat grafik $f(x, y) = x + 3y = 6.$

   Pada fungsi di atas *a* bernilai 1, *b* bernilai 3 dan *c* bernilai 6.

   a). Ulangi langkah-langkah seperti pada *sheet* 1.

   b). Letakkan kursor pada D1, kemudian ketik sembarang angka sebagai konstanta c.

   c). Letakkan kursor pada B1, kemudian pada menu formula (f_x) ketik"=(" klik D$1, ketik - A1)/3) lalu tekan enter.

   d). Blok data pada B1 lalu *drag* ke bawah sampai B11.

   e). Blok data dari A1 sampai ke B11. Kemudian klik *insert* $\rightarrow$*charts* $\rightarrow$*scatter* (pilih grafik) $\rightarrow$OK.

5. Soal pada aktivitas

Sebelum

Soal pada aktivitas 3 hanya sampai pada tahap menentukan titik pojok dan belum dapat menjawab pertanyaan "berapakah pendapatan maksimum yang diperoleh pengelola tempat parkir itu dalam waktu satu jam?"

Tentukan titik-titik pojok yang memenuhi daerah penyelesaian?

Sesudah

Ditambahkan soal "berapakah pendapatan maksimum yang diperoleh pengelola tempat parkir dalam waktu satu jam?"	Berapakah pendapatan maksimum yang diperoleh pengelola tempat parkir dalam waktu satu jam?

3. Small group

Berdasarkan komentar dan saran pakar serta komentar *one to one* maka prototipe I direvisi sehingga menghasilkan prototipe II yang kemudian diuji cobakan pada siswa dengan pembelajaran kelompok kecil (*small group*) yang beranggotakan empat orang siswa kelas X TKJ 2 SMK Negeri 2 Palembang yang bukan subjek penelitian. Hasil uji coba *small group* didapatkan saran dan komentar siswa untuk merevisi prototipe II. Tidak terjadi perubahan yang signifikan pada *prototype* kedua. Haya saja pada aktivitas 1 point j) dan aktivitas 3 point c) dihilangkan untuk mempersingkat waktu dan langkah pada aktivitas tersebut karena sudah diwakili oleh langkah selanjutnya. Hasil perbaikan pada tahap *small group* diperoleh *prototype* ketiga dan LKS telah dapat dikatakan praktis.

4. *Field test*

Setelah diperoleh prototipe III yang diperoleh valid dan praktis, maka dilakukan tahap *field test* untuk melihat efek potensial bahan ajar yang dibuat. *Field test* dilakuan selama 4 kali pertemuan, tanggal 21 Mei sampai 29 Mei 2013. Siswa yang menjadi subjek penelitian adalah siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang dengan jumlah 37 orang siswa, yang dibagi dalam kelompok kecil yang terdiri dari 4-5 orang perkelompok denag tingkat kemampuan yang berbeda-beda. Siswa akan diberikam LKS untuk didiskusikan secara berkelompok. Dalam pelaksanaannya, kegiatan pembelajaran tertuang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), selain itu juga peneliti dibantu oleh tiga orang observer yaitu Rika Firma Yenni, S.Pd, Intan Buhati Asfyra, S.Si dan Rieno Septra Nery, S.Si yang bertugas membantu dan mengamati proses pembelajaran berlangsung dengan menggunakan catatan lapangan.

Deskripsi Penggunaan LKS Berbasis APOS Berbantuan *Microsoft Excel* dalam Pembelajaran Matematika

Pada pertemuan pertama dilakukan proses pembelajaran yang bertujuan membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier. Dimulai dengan menginformasikan tujuan pembelajaran dan pendekatan yang digunakan yaitu teori belajar APOS melalui LKS berbantuan *Microsoft Excel*.

Pada pertemuan pertama ini pada tahap *action* (aksi) dilakukan dengan membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier pada *sheet* 1 siswa tidak menemui kendala karena siswa diberikan materi yang berhubungan dengan materi yang akan dipelajari dan pemahaman siswa tentang penggunaan *Microsoft Excel* yang sudah cukup baik. Pada tahap *process* (proses), kemampuan masing-masing kelompok sudah cukup baik karena siswa sudah mulai terbiasa membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier dengan menggunakan *Microsoft Excel* secara berulang kali. Pada tahap *object* (objek), kemampuan siswa dalam membuat grafik semakin baik, hanya saja siswa bingung pada saat menentukan kapan nilai konstanta *c* keluar dari daerah penyelesaian. Dugaan peneliti, siswa kurang tepat dalam menentukan konstanta yang masih berada pada daerah penyelesaian. Pada saat akhir pembelajaran siswa diberikan latihan, *schema* (skema) yang terbentuk pada siswa sudah cukup baik seperti yang terlihat dari hasil latihan mereka bahwa pemahaman dalam membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier dengan menggunakan *Microsoft Excel* sudah baik.

Selanjutnya pada pertemuan kedua aktivitas siswa pada masing-masing kelompok mengalami peningkatan dari pertemuan pertama. Siswa antusias mengerjakan aktivitas 2, membuat model matematika, kemudian membuat grafik dari suatu model matematika, soal-soal latihan juga dikerjakan tepat waktu. Siswa sudah mulai terbiasa dengan pembelajaran yang dilakukan peneliti yaitu pembelajaran dengan menggunakan teori belajar APOS.

Pada pertemuan ketiga, siswa sudah mulai terbiasa belajar dengan LKS berbasis APOS berbantuan *Microsoft Excel* dan belajar secara berkelompok. Tingkat pemahaman siswa terhadap pokok bahasan program linier semakin baik.

Pada pertemuan keempat diadakan tes akhir untuk melihat efek potensial dari LKS berbasis APOS berbantuan *Microsoft Excel* terhadap hasil belajar siswa. Tes diberikan setelah tiga kali pelaksanaan pembelajaran. Soal tes yang diberikan sebanyak 3 buah soal berbentuk essay.

b. Pembahasan

1. LKS yang Valid dan Praktis

Proses pengembangan bahan ajar yang telah dilalui terdiri dari 3 tahap besar, *Priminary*, *Prototyping* (*expert review, one to one* dan *small group*) dan *Field Test* .

Pada tahap *prototyping* dan proses revisi berdasarkan saran validator dan komentar siswa, diperoleh bahan ajar berupa lembar kerja siswa (LKS) yang dikembangkan berdasarkan pembelajaran dengan menggunakan teori APOS dapat dikategorikan valid dan praktis.

Valid tergambar dari hasil penilaian validator, dimana validator menyatakan baik berdasarkan konten (sesuai silabus pada KTSP, dan indikator-indikator pada materi bangun ruang sisi datar), dan konstruk (sesuai dengan langkah-langkah teori APOS).

Dari hasil revisi berdasarkan komentar dan saran siswa pada *small group* menunjukkan LKS yang dikembangkan praktis. Kepraktisan LKS dilihat dari proses pembelajaran siswa, dimana semua kelompok dapat mengisi LKS yang diberikan. LKS yang telah dibuat dimulai dari suatu masalah, pemberian bantuan melalui langkah-langkah yang menggiring siswa melalui pertanyaan-pertanyaan sehingga sampai pada kesimpulan, untuk menemukan suatu definisi atau konsep. Mudah dipakai pengguna, sesuai alur pikiran siswa, mudah dibaca, tidak menimbulkan penafsiran beragam, dan dapat diberikan serta digunakan oleh semua siswa.

2. Efek Potensial LKS Terhadap Hasil Belajar Siswa

LKS yang dikategorikan valid dan praktis, diujicobakan pada subjek penelitian yaitu siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang selama empat kali pertemuan. Pada pelaksanaannya, siswa dibagi dalam 9 kelompok dan diberikan LKS yang telah dikembangkan kemudian tiap kelompok membaca, berdiskusi dan melakukan kegiatan-kegiatan yang ada pada LKS untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan dan di akhir pembelajaran siswa diberikan latihan secara individu.

Pada pertemuan pertama, siswa diberikan LKS I materi membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan dengan nilai rata-rata latihan siswa

79,135. Kesulitan yang dialami siswa pada Latihan I adalah siswa masih sulit memahami masalah yang terdapat pada soal sehingga pada saat membuat grafik banyak siswa yang kurang tepat, karena butuh konsentrasi dan ketelitian, tetapi secara keseluruhan siswa cukup berantusias dalam mengerjakan LKS yang telah dikembangkan.

Pada pertemuan kedua, materi menentukan model matematika dari soal cerita, setiap kelompok melakukan kegiatan-kegiatan pada LKS yang diberikan, siswa mulai terbiasa dalam mengerjakan soal-soal dalam LKS, dan diakhir pembelajaran siswa diberikan latihan secara individu dengan rata-rata nilai latihan siswa adalah 81,62. Pada LKS ini kesulitan yang dialami adalah siswa masih bingung membedakan fungsi tujuan beserta kendalanya serta membuat tanda pertidaksamaannya, kurangnya ketelitian pada siswa tetapi secara keseluruhan siswa berantusias untuk menyelesaikan soal yang terdapat pada LKS II karena pada pertemuan kedua ini pada hanya melanjutkan materi pertemuan sebelumnya akan tetapi materi sebelumnya juga sangat berkaitan erat dengan materi yang dipelajari.

Pada pertemuan ketiga, menentukan nilai optimum berdasar fungsi objektif dengan menggunakan metode garis selidik dan uji titik pojok serta menerapkan garis selidik, rata-rata nilai latihan siswa 79,86, kesulitan yang dialami siswa pada aktivitas 3 ini adalah siswa sulit dalam menentukan nilai optimum, karena garis selidik yang menjadi dugaan siswa tidak tepat berada pada daerah penyelesaian sehingga kesalahan yang terjadi mempengaruhi nilai optimum yang didapat pada metode uji titik pojok.

Pada pertemuan keempat dilakukan tes akhir, berdasarkan hasil tes di akhir pembelajaran yang telah dilakukan diperoleh bahwa LKS yang telah diujikan pada siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang, sebagai subjek penelitian menghasilkan LKS yang mempunyai efek potensial. Data Berdasarkan hasil analisis data tes tergambar pada jawaban siswa yang dapat mengisi pertanyaan yang diberikan meskipun jawaban yang diberikan belum sempurna tetapi sudah mengarah dengan harapan peneliti. Data hasil tes siswa kemudian dianalisis untuk menentukan kategori penilaian hasil belajar siswa. Adapun persentase hasil belajar siswa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.
Distribusi Frekuensi Hasil Belajar Siswa

Interval Skor	Kategori	Jumlah	Persentase (%)
86 – 100	Sangat baik	7	18,9%
71 – 85	Baik	25	67,6%
56 – 70	Cukup	5	13,5%
40 – 55	Kurang	0	0%
0 – 40	Sangat Kurang	0	0%
Jumlah		37	100%

Sumber: Hasil analisis penelitian, 2013

4. SIMPULAN DAN SARAN

a. Simpulan

Penelitian ini telah menghasilkan suatu produk LKS dengan pokok bahasan program linier menggunakan *Microsoft Excel* yang dikembangkan dengan teori APOS. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa LKS yang dikembangkan dalam penelitian ini, diketegorikan valid, praktis dan memiliki efek potesnsial terhadap hasil belajar siswa kelas X TKJ 1 SMK Negeri 2 Palembang.

1. LKS yang dikembangkan dalam penelitian ini dikategorikan valid dan praktis. Valid tergambar dari hasil penelitian validator dimana semua validator menyatakan baik beradasarkan *content* (sesuai kurikulum untuk pokok bahasan program linier) dan konstruk (sesuai dengan teori APOS). Praktis tergambar dari hasil uji coba lapangan di mana semua siswa dapat menggunakan LKS dengan baik.
2. Berdasarkan proses pengembangan diperoleh bahwa *Prototype* LKS yang dikembangkan telah memiliki potensial efek tehadap hasil belajar siswa dengan persentase 67,6% dikategorikan baik.

b. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas, maka peneliti dapat menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Bagi siswa, agar dapat menggunakan LKS yang telah dikembangkan dengan menggunakan teori APOS berbantuan *Microsoft Excel* dalam upaya

memperkaya pengalaman belajar sehingga dapat meningkatkan hasil belajar maupun kemampuan siswa dalam menggunakan *Microsoft Excel.*

2. Bagi guru matematika, agar dapat menggunakan LKS yang telah dikembangkan dengan menggunakan teori APOS berbantuan *Microsoft Excel* sebagai alternatif sumber belajar dalam upaya memperkaya variasi pembelajaran matematika.
3. Bagi peneliti lain, diharapkan agar dapat mengembangkan LKS berbasis APOS tidak hanya pada materi program linier tetapi juga pada materi matematika yang lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

Akker, J. v. (1999). Principles and methods of development research. in J. v. Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieven, & T. Plomp, *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). London: Kluwer Academic.

Arnawa, IM. (2005). Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa dalam aljabar abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11 (056). 693-710.

Ayers, T. Et al. (1988). "Computer Experiences in Learning Composition of Functions". *Journal for Research in Mathematics Education*. 19(3), 246-259.

Brown, A. Et al. (1997). "Learning Binary Operation, Group and Subgroup". *Journal of Mathematics Behavior*, 16 (3). 187-239.

Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Ditjen Dikdasmenum.

Dubinsky, E. & Leron, U. (1994). Learning Abstract Algebra with ISETL. New York: Springer-Verlag.

Dubinsky, E. & McDonald, M. (2001). APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research". New York: Springer-Verlag.

Haryono. (2009). Peningkatan Prestasi Belajar Pada Subkompetensi Fungsi Logika dalam *Microsoft Excel* Melalui Metode Tutor Sebaya Bagi Siswa Kelas X AP1 SMK Negeri 1 Klaten Tahun Diklat 2008/2009. *Jurnal Didaktika*, 1 (4). 619-629.

Hudojo, H. (2005). *Kapita Selekta Pembelajaran Matematika*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Suarna, nana. (2009). *Pedoman Panduan Praktikum Microsoft Office 2007*. Bandung: Yrama Widya.

Suhendra, Santoso. (2013). *Pengembangan Bahan Ajar Sistem Persamaan Linier dengan Microsoft Excel di Sekolah Menengah Atas*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

Sweller, J, & Low, R. (1992). *Some Cognitive factors relevant to mathematics instruction. Mathematics Education Research Journal*, 4 (1), 83-94.

Tessmer, M. (1993). *Planning and Conducting Formative Evaluation*. London: Kogan Page Limited.

Wartini. (2011). *Pengembangan Modul Kalkulus II Pokok Bahasan Persamaan Diferensial Biasa Berbasis Teori APOS.* Tesis Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

White, K.M.A. (1995). Secondary School Student's Understanding Of Inqualities In A Linear Programming Task. *A Dissertation for The degree Master of Education Studies*. University of Tasmania.

Zulkardi. (2002). *Developing a Learning Environment on Realistic mathematics Education for Indonesian Student Teachers. Doctoral dissertation.* Enschede: University of Twente, Enschede. The Netherland.