

Pengembangan Lembar Kerja Siswa Terintegrasi Komputasi Berbantuan Spreadsheets pada Pembelajaran Fisika

T K Sari^{1,2} dan D Sulisworo¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Pramuka No.42 Yogyakarta

²E-mail: tantiksari@gmail.com

Received: 21 September 2020, Accepted: 16 Juni 2021, Published: 23 Agustus 2021

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk lembar kerja siswa fisika terintegrasi komputasi berbantuan spreadsheets. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan tahapan *Define, Design, dan Develop*. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi media dan materi serta lembar observasi proses pembelajaran. Hasil validasi lembar kerja siswa dianalisis secara kuantitatif menggunakan pedoman kriteria kategori penilaian untuk mengetahui kelayakan lembar kerja siswa dan hasil analisis lembar observasi pembelajaran dianalisis secara kualitatif menggunakan teknik reduksi data untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lembar kerja siswa yang dikembangkan layak digunakan berdasarkan penilaian ahli materi dan media dalam kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 3,64. Sebanyak 75% siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Penggunaan lembar kerja pada proses pembelajaran mampu mendorong rasa ingin tahu dan kreativitas siswa dalam proses komputasi dan membuat simulasi sehingga dapat dikatakan pembelajaran terlaksana dengan baik.

Kata kunci: lembar kerja siswa, fisika, komputasi, pendidikan

Abstract. *This study aims to produce student worksheets that integrated with computacy using spreadsheets. This research uses the Research and Development (R&D) method which consists of stages of Define, Design, and Develop. Subjects of this study are students of X class. Instruments used in this study are media and material validation sheets and observation sheets. Student worksheets are analysed with quantitative by guidelines criteria of assessment categories to get the validity of student worksheets and the observation sheets analysis with qualitative by data reduction to see the effectiveness of learning. The results of this show that the student worksheets developed are valid for use based on the expert judgment of the material and media in the excellent category with an average value of 3.64. There are 75% of students can properly follow the learning process. The use of worksheets in the learning process can encourage students' curiosity and creativity in the computational process and make simulations so it can be concluded that learning is effective.*

Keywords: worksheets, physics, computation, education

1. Pendahuluan

Memasuki abad ke-21, pembelajaran sains di sekolah mulai mengintegrasikan penggunaan komputer, pemrograman dan komputasi [1,2]. Penggunaan komputer dalam pembelajaran dapat meningkatkan perfoma siswa [3]. Komputasi merupakan kegiatan memproses informasi menggunakan logika algoritma dalam memecahkan masalah. Komputasi dalam pembelajaran memudahkan siswa dalam memvisualisasikan data, menambah kemampuan dalam memahami pola dan kecenderungan pada grafik, memudahkan dalam menyelesaikan permasalahan kompleks, dan memodelkan suatu fenomena [4]. Dengan bantuan komputasi, penyelesaian masalah dalam sains menjadi lebih efektif dan efisien daripada menggunakan metode tradisional [5]. Komputasi dalam pembelajaran dapat dilakukan

dengan bantuan perangkat lunak komputer seperti Spreadsheets, Matlab, Phyton, dan Java serta dapat dilakukan tanpa bantuan komputer yaitu dengan *Unplugged Activity* [6,7].

Pembelajaran sains di sekolah yang paling efektif diajarkan dengan mengondisikan siswa sebagai peneliti profesional yaitu dengan melakukan percobaan secara ilmiah [8]. Dalam prakteknya peneliti selalu berpikir kritis dengan mengajukan pertanyaan dan menguraikan masalah, membangun keterampilan komunikasi dengan menguraikan dan mendesain penyelesaian masalah, serta menggunakan komputasi dan membuat model untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari [9]. Namun pada kenyataannya, pembelajaran sains di sekolah siswa diberikan persamaan-persamaan yang akan digunakan untuk analisis dalam penyelesaian soal. Komputer hanya digunakan sebagai penunjang dalam menganalisis hasil eksperimen menggunakan persamaan yang sudah disediakan [10].

Fisika sebagai salah satu cabang ilmu sains, menguraikan dan menganalisis struktur dan peristiwa-peristiwa dalam alam yang dapat diajarkan menggunakan model untuk menerangkan fenomena yang diamati dan menjelaskan gagasan saat teori disusun [11,12]. Memahami fisika adalah kondisi dimana siswa mampu mengetahui variabel yang terlibat dalam peristiwa, memahami konsep fisika yang mendasari, mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari serta mengetahui bagaimana dan kapan persamaan tersebut digunakan. Namun pada kenyataannya, proses pembelajaran fisika yang dilalui siswa seringkali membuat siswa mengetahui persamaan secara hafalan. Kemampuan yang diasah pada siswa adalah bagaimana siswa mampu menemukan persamaan dalam buku teks yang memuat variabel pada soal yang sedang dipecahkan. Kondisi tersebut membuat siswa menggunakan persamaan yang ada untuk menghitung angka tanpa memahami hubungan antara variabelnya akibatnya siswa tidak memahami konsep fisika yang sedang dipelajari.

Pengintegrasian komputasi dalam pembelajaran fisika merupakan suatu solusi untuk mengubah proses pembelajaran yang awalnya hanya menggunakan persamaan menjadi memahami konsep fisika dan keterkaitan antar variabel dalam peristiwa fisika. Persamaan-persamaan yang mereka dapatkan tidak hanya sebagai media untuk menyelesaikan masalah dalam soal namun dapat digunakan untuk memahami konsep fisika dibalik persamaan tersebut. Dengan adanya komputasi siswa tidak hanya mengetahui kondisi-kondisi ideal mengenai peristiwa alam, namun juga dapat mengembangkan simulasi dengan memanipulasi variable-variabelnya sehingga dapat memahami berbagai peristiwa yang dapat terjadi.

Komputasi dapat diajarkan melalui berbagai perangkat lunak. Sebagian besar perangkat lunak tersebut memerlukan pengalaman siswa dalam pemrograman data namun sayangnya, sebagian siswa tidak memiliki pengalaman tersebut [13]. Oleh karena itu diperlukan perangkat lunak dapat digunakan dalam mengintegrasikan komputasi dalam pembelajaran fisika salah satunya spreadsheet [14]. Spreadsheet merupakan salah satu aplikasi yang paling banyak dipelajari siswa pada tingkat menengah pada pembelajaran komputer. Selain itu, spreadsheet juga merupakan salah satu program yang disarankan dalam pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan komputasi [15]

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengembangkan lembar kerja siswa yang mengintegrasikan komputasi dalam pembelajaran fisika. Lembar kerja siswa yang dikembangkan memuat materi gerak parabola. Lembar kerja ini dikembangkan dengan harapan dapat membantu siswa dalam memahami konsep gerak parabola dan keterkaitan antar variabel yang mempengaruhinya serta mengasah kemampuan komputasi.

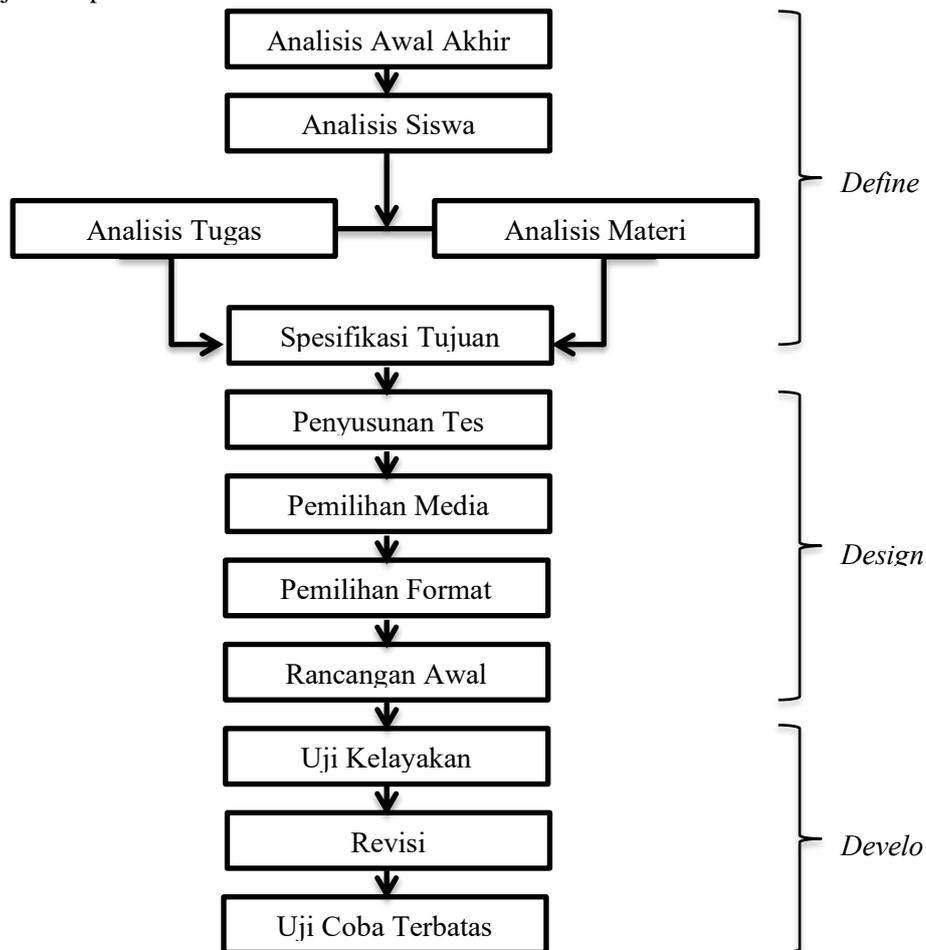
2. Metode

Desain penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan modifikasi model 4-D meliputi tahapan *Define, Design, Develop, Disseminate*. Pada penelitian dan pengembangan ini tahap tidak sampai pada deseminasi produk namun hanya sampai pada uji terbatas untuk mengetahui respon siswa terhadap lembar kerja siswa. Data penelitian ini dianalisis secara kuantitatif untuk hasil validasi ahli media dan ahli materi dan secara kualitatif pada proses pembelajaran melalui observasi.

Analisis kuantitatif hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media dihitung dengan menghitung rata-rata tiap item dari dua validator yang berbeda. Hasil dari perhitungan digunakan untuk melakukan kategorisasi sangat baik, baik, cukup, atau kurang baik. Lembar kerja siswa yang dikembangkan

dinilai layak apabila minimal memenuhi kriteria baik. Sedangkan analisis kualitatif pada observasi proses pembelajaran dilakukan dengan tahapan reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran fisika menggunakan lembar kerja siswa yang dikembangkan. Data kualitatif diperoleh melalui observasi pada saat proses pembelajaran berjalan. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan tahapan reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Adapun langkah-plangkah penelitian diadaptasi dari Referensi [16] yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan lembar kerja siswa terintegrasi komputasi dengan berbantuan spreadsheets. Hasil penelitian ini lihat berdasarkan hasil uji kelayakan oleh ahli materi dan ahli media serta keterlaksanaan pembelajaran menggunakan lembar kerja yang dikembangkan.

3.1. Tahap Define

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan awal dengan menganalisis literatur yang berkaitan dengan integrasi komputasi dalam pembelajaran fisika. Berdasarkan hasil analisis, saat ini sedang banyak dikembangkan pembelajaran yang mengintegrasikan komputasi di dalamnya. Hal ini dikarenakan, penggunaan komputasi pada proses pembelajaran dapat memberikan gambaran mengenai fenomena yang dianalisis.

Beberapa penelitian yang menggunakan spreadsheet dalam pembelajaran fisika berbasis komputasi telah dilakukan diantaranya penggunaan simulasi sederhana berbasis spreadsheet untuk mengetahui difusi energi panas pada batang logam dalam selang waktu tertentu [17], menganalisis kesalahan pada

percobaan Hukum Boyle menggunakan simulasi berbasis spreadsheet [18], menghitung kalor pada proses termodinamika suatu fluida sekaligus dapat menggambarkan proses adiabatik [19] yang menunjukkan hasil bahwa siswa terdorong untuk berpikir tingkat tinggi dan kemampuan proses sainsnya terasah melalui pembelajaran terintegrasi komputasi [17-19]. Penggunaan spreadsheet dalam pembelajaran fisika dapat mendorong siswa untuk mempelajari metode saintifik, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep fisika tetapi juga mengetahui bagaimana konsep tersebut dapat diperoleh melalui suatu model atau simulasi [6]. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, menunjukkan bahwa aplikasi pengolah angka spreadsheet dapat digunakan untuk melakukan proses komputasi pada pembelajaran fisika dengan baik. Selain itu, spreadsheet merupakan satu-satunya aplikasi pengolah angka yang dikenalkan pada siswa SMA.

Beberapa pengembangan lembar kerja siswa yang mengintegrasikan dalam pembelajaran fisika telah dilakukan seperti lembar kerja *modeling projectile motion using computational thinking* dan lembar kerja interpolasi linear, Lagrange dan polynomial. Namun sayangnya, lembar kerja tersebut menggunakan perangkat lunak yang memerlukan kemampuan bahasa pemrograman seperti Python dan Java yang mana lembar kerja tersebut tidak dapat diterapkan pada siswa kebanyakan karena minimalnya kemampuan bahasa pemrograman yang dimiliki siswa [20,21]. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan adanya pengembangan lembar kerja siswa yang mengintegrasikan komputasi dengan berbantuan spreadsheet. Pada penelitian ini LKPD yang dikembangkan diperuntukkan bagi siswa SMA kelas X dengan materi gerak parabola.

3.2. Tahap Desain

Pengembangan lembar kerja siswa ini diawali dengan membuat layout menggunakan aplikasi power point yang dilanjutkan membuat konten. Lembar kerja siswa ini didesain menjadi dua pertemuan. Pada pertemuan pertama, peserta diarahkan untuk menganalisis vektor-vektor pada gerak parabola dan menemukan persamaan-persamaan yang berlaku pada gerak parabola berdasarkan permasalahan yang dipaparkan. Adapun langkah pemecahan permasalahan yang dilakukan siswa meliputi orientasi masalah, mengorganisir belajar, melakukan penyelidikan, mempresentasikan hasil, merefleksikan pembelajaran. Proses komputasi yang dilakukan siswa ada beberapa tahap.

Tahap pertama siswa adalah *decomposition* atau memecahkan masalah kompleks menjadi bagian yang lebih sederhana. Setelah siswa menyaksikan bagaimana gerak bola basket dapat masuk dalam ring dengan membentuk lintasan parabola siswa menyederhanakan kasus tersebut dengan menganalisis kecepatan bola pada arah sumbu x dan y dan membuat asumsi bahwa:

1. Bola bergerak dalam ruang hampa sehingga tidak ada hambatan.
2. Satu-satunya percepatan yang dialami benda hanya dipengaruhi oleh gaya tarik gravitasi bumi sehingga sifat gerak bola pada sumbu x tidak mempengaruhi sifat gerak pada sumbu y.
3. Jika tidak terdapat gaya luar yang mempengaruhi gerak bola, maka bola akan bergerak dengan lintasan garis lurus namun, karena gaya gravitasi maka kecepatan benda pada sumbu y berkurang dan tidak lagi bergerak lurus sehingga pada arah sumbu x berlaku persamaan

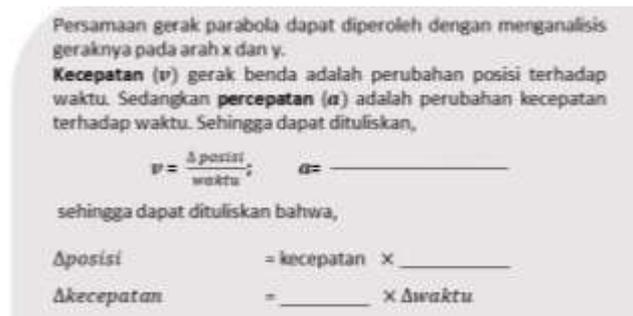
$$v_x = v_0 \cos \alpha \quad (1)$$

Pada arah sumbu y berlaku persamaan

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \quad (2)$$

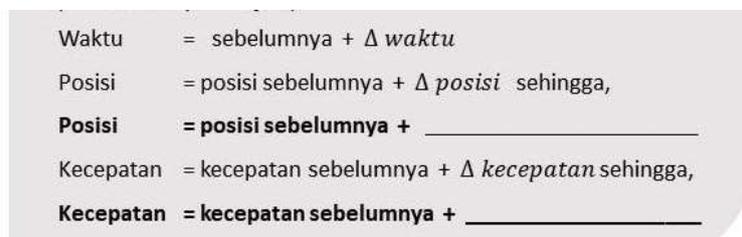
Setelah menentukan persamaan kecepatan, siswa menyederhanakan persamaan posisi berdasarkan persamaan yang telah diperoleh dengan langkah berikut.

Tahap kedua adalah *pattern recognition*. Berdasarkan persamaan kecepatan pada arah sumbu x dan y yang telah diperoleh pada tahap *decomposition* siswa melihat perbedaan dan persamaan pola untuk membuat prediksi dan penyajian kecepatan bola pada kondisi berikutnya yang dituliskan pada Gambar 2.



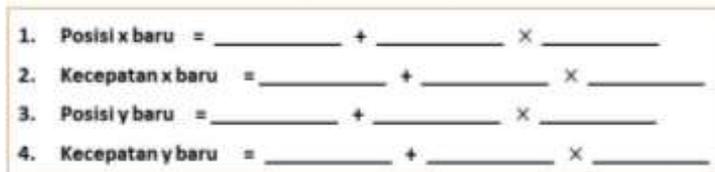
Gambar 2. *Pattern recognition* (Pengenala pola)

Tahap ketiga adalah abstraksi. Pada tahap ini siswa mengidentifikasi serta menggeneralisasikan persamaan kecepatan ke dalam persamaan posisi. Sehingga pada tahap ini siswa menemukan pola dan keteraturan pada persamaan posisi dan kecepatan yang baru dengan menuliskan persamaan pada Gambar 3.



Gambar 3. Abstraksi

Tahap terakhir adalah *algorithmic design* atau perancangan algoritma. Siswa mengembangkan petunjuk pemecahan masalah yang sama secara bertahap sehingga langkah tersebut dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan oleh orang lain. Petunjuk tersebut dituliskan pada Gambar 4.



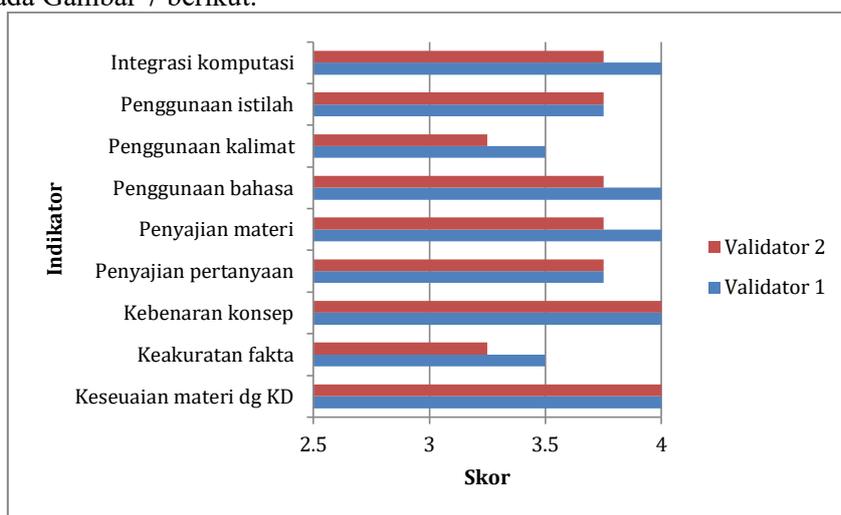
Gambar 4. *Algorithmic design*

Setelah selesai melakukan proses komputasi, siswa membuat simulasi gerak bola basket dengan menggunakan persamaan yang telah dibuat pada spreadsheets dan dilanjutkan dengan membuat simulasinya. Adapun tampilan spreadsheets yang telah disediakan seperti pada Gambar 5 untuk Input dan Grafik serta Gambar 6 untuk Output yang dihasilkan dalam spreadsheet.

sebagai dasar perbaikan dalam pengembangan lembar kerja. Produk yang telah valid selanjutnya diujicobakan ke 24 siswa untuk melihat potensi keterlaksanaan pembelajaran.

3.3.1 Kelayakan lembar kerja siswa

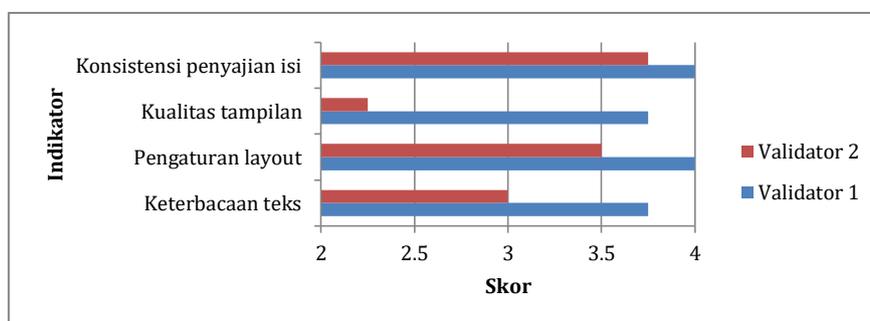
Uji kelayakan lembar kerja siswa dinilai dari aspek materi dan media. Setiap aspek penilaian memiliki beberapa indikator dengan masing-masing 4 kategorisasi yaitu sangat baik, baik, cukup, dan kurang baik. Berdasarkan hasil analisis kelayakan lembar kerja siswa oleh ahli materi diperoleh hasil seperti pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Hasil Uji Kelayakan Materi

Materi yang dipaparkan pada lembar kerja telah sesuai kompetensi dasar gerak parabola. Pada lembar kerja hanya terdapat satu kegiatan yang diangkat sebagai permasalahan dan hanya ditampilkan dalam bentuk gambar sehingga perlu ditambahkan fakta yang ditampilkan dalam bentuk video. Konsep-konsep fisika telah diberikan dengan benar pada lembar kerja. Beberapa pertanyaan yang ditampilkan pada lembar kerja masih rancu dan multitafsir sehingga perlu dilakukan perbaikan. Penggunaan bahasa, penyajian materi mendapatkan skor diatas 3,5 sehingga dapat dikatakan bahasa yang digunakan dan materi yang disajikan sudah sangat baik. Istilah-istilah fisika dalam lembar kerja disajikan dengan sangat baik. Penyusunan lembar kerja ini telah menerapkan proses komputasi dengan sangat baik.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan lembar kerja siswa oleh ahli media diperoleh hasil seperti pada Gambar 8.



Gambar 6. Hasil Uji Kelayakan Media

Ukuran huruf yang digunakan dalam lembar kerja dapat dibaca dengan sangat baik, namun beberapa simbol fisika kurang jelas sehingga perlu diperbaiki. Pengaturan layout/ tata letak sudah seragam dan proposional. Tampilan gambar yang disajikan pada lembar kerja sudah sesuai dengan layout dan

terlihat jelas namun belum memiliki keterangan sehingga perlu ditambahkan. Isi yang disajikan sudah urut dari awal hingga akhir serta sudah terdapat petunjuk pembelajaran.

Berdasarkan hasil uji kelayakan oleh ahli materi dan media, diperoleh nilai rata-rata kelayakan Lembar Kerja Siswa Terintegrasi Komputasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata kelayakan lembar kerja siswa

No	Aspek Kelayakan	Skor	Kriteria
1	Materi	3,78	Baik
2	Media	3,50	Sangat Baik
Nilai rata-rata		3,64	Sangat baik

Berdasarkan pada rangkuman Tabel 1, Lembar Kerja Siswa Terintegrasi Komputasi dapat dinyatakan layak digunakan dalam kriteria Sangat Baik dengan nilai rata-rata 3,64. Meskipun telah memenuhi kriteria layak, lembar kerja yang dikembangkan perlu diperbaiki dalam beberapa hal berdasarkan masukan ahli materi dan media.

3.3.2 Keterlaksanaan pembelajaran

Pembelajaran menggunakan lembar kerja yang telah divalidasi terbagi menjadi dua pertemuan. Pada pertemuan pertama, tahap orientasi masalah adalah tahap pertama yang dilalui siswa. Siswa antusias mencari lintasan bola basket dengan memindai *barcode* pada lembar kerja siswa. Setelah melihat video, siswa dapat dengan cepat memahami lintasan bola yang dimasukkan dalam ring.

Tahap mengorganisir siswa untuk belajar menggambar lintasan gerak bola basket mudah sekali dilakukan. Siswa dapat dengan mudah menggambarkan lintasan dan memberikan nama pada gerak bola basket. Sebagian besar dapat menentukan syarat sudut yang perlu dibentuk agar bola basket membentuk lintasan parabola, namun ada satu yang mengalami kesulitan. Kesulitan ini dapat diatasi dengan memberikan penjelasan tambahan.

Tahap penyelidikan dilakukan siswa dengan memahami dan menganalisis pada setiap fenomena yang terjadi pada gerak parabola. Terdapat empat siswa kesulitan menentukan analisis vektor kecepatan terhadap sumbu x dan y serta resultan vektor kecepatan. Setelah diberikan *review* mengenai materi vektor, siswa mampu menyelesaikan analisisnya. Selain itu, siswa dapat menemukan persamaan ketinggian maksimal, waktu untuk menempuh ketinggian maksimal, jarak horisontal terjauh dan waktu untuk mencapai jarak horisontal terjauh dengan bantuan petunjuk pada lembar kerja siswa.

Tahap penyajian hasil diskusi siswa berlangsung dengan menarik. Siswa bersemangat menyampaikan hasil diskusi di depan kelas. Seluruh siswa aktif memberikan tanggapan dan beberapa siswa lain memilih fokus untuk memahami materi yang dipresentasikan.

Di akhir pada tahap refleksi, ada empat siswa kesulitan menggambarkan vektor pada beberapa titik yang ditentukan, namun ada yang dapat menggambarkan vektor dengan benar. Kesulitan ini diatasi pada pertemuan kedua melalui simulasi gerak parabola yang dibuat siswa.

Pada pertemuan kedua, tahap orientasi masalah dilakukan dengan menyajikan pertanyaan “mengapa lintasan gerak bola basket dapat membentuk parabola?”, “faktor apa yang menyebabkan bola basket bergerak demikian?” “sama atau bedakah jenis gerak bola pada arah horisontal dan vertikal ditinjau dari percepatan yang dialaminya?”. Di awal siswa kesulitan memahami apa yang harus dilakukan karena siswa tidak menguraikan permasalahan yang ada. Setelah di arahkan membuat asumsi mengenai permasalahan yang ada, hampir seluruhnya mampu menjawab permasalahan yang diberikan sehingga dapat memahami pola permasalahan yang dipaparkan. Pada tahap ini ada dua siswa yang perlu dibimbing dengan perlahan.

Mengorganisir siswa untuk belajar dilakukan dengan mendorong siswa membuat abstraksi persamaan gerak parabola. Beberapa siswa dengan mudahnya mengerjakan hanya dalam beberapa menit. Namun, sebagian besar siswa memerlukan waktu yang lama untuk menyusun abstraksi

persamaan gerak parabola. Selain itu, tampak beberapa siswa tidak menambahkan “posisi sebelumnya” dalam menuliskan persamaan pada “posisi terbaru. Berdasarkan hasil pengamatan terdapat dua siswa yang sangat kesulitan dalam menyelesaikan lembar kerja sehingga memerlukan bimbingan lebih.

Pada tahap penyelidikan, siswa mulai menggunakan spreadsheets. Sebagian besar siswa dapat mengaktifkan menu developer dengan mudah. Setelah itu, siswa membuat *template* tabel seperti yang diberikan pada lembar kerja siswa. Semua siswa dengan cepat mengerjakannya. Selanjutnya, siswa membuat spin button, hanya namun ada dua siswa yang kesulitan karena jarang menggunakan komputer sehingga memerlukan pendampingan tersendiri. Pengisian persamaan pada masing-masing tabel dapat dilakukan dengan lancar meskipun memerlukan waktu yang cukup lama. Hampir sebagian siswa kesulitan membuat grafik yang menggunakan 5 data sekaligus karena belum pernah melakukannya. Namun, kesulitan yang dihadapi siswa justru membuat siswa semakin ingin tahu bagaimana cara membuatnya. Setelah diberikan arahan perlahan-lahan siswa berhasil membuat grafik dengan benar.

Pada pembuatan VBA siswa merasa kesulitan. Siswa tidak memahami bagaimana menyusun kode pada VBA. Kesulitan ini diatasi dengan memberikan penjelasan secara lisan kepada siswa bagaimana masing-masing code bekerja. Setelah diberikan penjelasan lisan, siswa mulai memahami bagaimana penyusunan kode. Beberapa siswa mencoba menuliskan kode pada notepad terlebih dahulu sebelum memasukkan dalam VBA

Kesulitan lain yang dialami siswa adalah menentukan kondisi pada kode pengulangan berikut:

```
do while <kondisi>
DoEvents <kondisi>
Loop
```

Solusi untuk mengatasinya adalah dengan memberikan penjelasan bahwa kondisi pada do while adalah “bola harus berjalan pada frame 0 sampai frame 115” pada kondisi DoEvents “frame tersebut akan berjalan ketika, frame baru = frame lama + 1”. Setelah memahami masing-masing kondisi siswa dapat menuliskan code pada VBA Saat pengujian simulasi, 18 simulasi siswa dapat berjalan dengan baik, sedangkan 6 yang lain masih mengalami kendala. Kendala pada ke enam siswa diantaranya; tidak memberika tanda [cell] pada VBA, Nama_Prosedur tidak sesuai dengan nama tombol “mulai” yang dibuat, dan kurang lengkap dalam menuliskan DoEvents (tanpa s).

Setelah semua siswa berhasil menyelesaikan simulasi yang dibuat, siswa nampak bersemangat mencoba-coba simulasinya dengan mengubah-ubah beberapa data. Berdasarkan simulasi yang di buat, siswa dapat memahami bagaimana menggambarkan vektor kecepatan pada beberapa titik di gerak parabola Siswa tampak antusias melakukan percobaan dengan masing-masing simulasi yang telah dibuat berdasarkan lembar kerja siswa.

Siswa mempresentasikan karyanya dengan rasa percaya diri. Beberapa siswa memberikan masukan terkait tampilan yang dibuat temannya. Refleksi ini membuat sebagian siswa merasa tertantang untuk membuat permainan sederhana yang disajikan pada lembar kerja siswa. Beberapa siswa lain mengamati kerjateman lainnya.

Berdasarkan hasil observasi pada proses pembelajaran fisika menggunakan lembar kerja terintegrasi komputasi menunjukkan bahwa, lembar kerja siswa yang dikembangkan dapat mengarahkan siswa untuk melakukan proses komputasi menggunakan spreadsheets. Penggunaan lembar kerja yang telah dikembangkan dapat mendorong rasa ingin tau dan kreativitas siswa dalam melakukan proses komputasi dan simulasi. 75% siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik dari awal sampai akhir dengan bimbingan guru sedangkan 25% lainnya mengalami kendala khususnya saat memasukkan persamaan pada spreadsheets dan saat membuat simulasi.

4. Simpulan

Hasil penelitian dan pengembangan ini menunjukkan produk lembar kerja siswa fisika terintegrasi komputasi berbantuan spreadsheets yang layak digunakan dalam kriteria sangat baik dengan nilai 3,64. Sebanyak 75% siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Penggunaan lembar kerja

pada proses pembelajaran mampu mendorong rasa ingin tahu dan kreativitas siswa dalam proses komputasi dan membuat simulasi.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pembimbing mata kuliah seminar yang senantiasa membimbing serta selalu memberikan masukan sehingga terselesaikan jurnal ini, para validator yang telah memberikan penilaian terhadap lembar kerja siswa fisika terintegrasi komputasi berbantuan spreadsheets dan segenap siswa-siswa yang terlibat dalam proses pengambilan data ini.

Daftar Pustaka

- [1] Aggarwal A, McCune C, and Touretzky D 2017 *Proc. ACM SIGCSE Technol. Symp. on Komputer Science Education* (New York: Association for Computing Machinery) p 119-14
- [2] Gould H 2000 *J. Comp. Phys. Commun.* **127** p 6-10
- [3] Wise K, and Ellis J 1988 *Information Technology and Science Education* (Colombus: Ohio State University Yearbook) p 105
- [4] Taub , Rivka, Armoni, Michal, Ben A, Mordechi 2014 *Int. Conf. Learning in the Technol. Era* (Israel : Open University of Israel) p 94-99
- [5] Landau R 2006 *J. Comput. Phys. Commun.* **177** p 191–196
- [6] Fauzi, A 2016 *Proc. Int. Conf. on Teacher Training and Edu. Enabling Students to Learn Scientific Methods through Spreadsheet.* (Surakarta : Universitas Negeri Surakarta) pp 290 – 293
- [7] Brackmann C, Gonzalez M, Robles G, Leon J, Casali A, Barone D 2017 *Proc. Conf. of the 12th Worksh. On Primary and Secondary Compt Edu.* (New York : Association for Computing Machinery) pp 65-72
- [8] Quinn H 2012 *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (Washington : The National Academies Press) p 244
- [9] Redish E 1993 *J. Phys.* **61** p 222-232
- [10] Sumardi, Y 2002 *J. Cakrawala Pend.* **2** p 196-212
- [11] Druxes H, Siemsen F, Born G 1986 *Kompendium Didaktik Fisika* (Bandung: Remadja Karya)
- [12] Stachowiak, G and Batchelor, A 2005 *Engineering Tribology 3rd Edition* (Burlington: Elsevier)
- [13] Fauzi A 2017 *J. Phys: Conf. Ser.* **909** 012056
- [14] Benacka J 2016 *J. Eurasia of Math. Sci. and Technol. Edu.* **7** p 947 – 964
- [15] AAPT 2016 *Comput. Phys. Report* (America:AAPT Undergraduate Curriculum) p 2
- [16] Sugiyono 2008 *Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D)*
- [17] Chabay R, Sherwood B 2008 *J. Phys.* **4/5** 307–313
- [18] Buffler A, Pillay S, Lubben F, and Fearick R 2007 *J. of Phys.* **4 76**
- [19] Awad, M 2016 *J. Spreadsheets in Edu.* **9 3**
- [20] ISTE 2019 *Worksheets Modeling Projectile Motion using Computational Thinking* (UK: International Society for Technology in Education)
- [21] Muliwati, Dewi T, Ambarwulan, Kirana, Permana, Handjoko 2020 *J. of Phys.* **1521** 022024