

Pengembangan Alat Peraga Bandul Matematis untuk Melatihkan Keterampilan Proses Siswa pada Materi Gerak Harmonik Sederhana di Kelas XI SMAN 3 Tuban

Iqlima Noor Akmala Dewi, Prabowo

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: iqlimanad@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kelayakan alat peraga bandul matematis yang dikembangkan. Alat peraga bandul matematis yang dikembangkan ini menggunakan mikrokontroler, sehingga hasil yang diperoleh pada saat praktikum sudah tercatat secara otomatis. Metode yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada model 4-D yang dikemukakan Thiagarajan dan hanya dibatasi sampai pada tahap pengembangan saja. Alat peraga yang dikembangkan ditelaah oleh dua dosen fisika Unesa, kemudian divalidasi oleh dua dosen fisika dan satu guru fisika. Hasilnya alat peraga tersebut memperoleh percepatan gravitasi (g) rata-rata sebesar $9,55 \text{ m/s}^2$. Untuk uji coba terbatas pengembangan alat peraga ini dilakukan pada 32 siswa SMAN 3 Tuban. Hasil penilaian kelayakan alat peraga bandul matematis yang dikembangkan layak digunakan untuk melatih keterampilan proses. Pada uji coba terbatas, nilai kognitif, afektif, psikomotor, serta hasil belajar siswa termasuk dalam kategori baik. Untuk keterampilan proses siswa yang sangat baik setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan alat peraga bandul matematis yang dikembangkan. Respon siswa juga positif terhadap penggunaan alat peraga dalam pembelajaran.

Kata Kunci: *Alat Peraga Bandul Matematis, Percepatan Gravitasi Bumi, Keterampilan Proses*

Abstract

This research aims are to describe the advisability of developed mathematical pendulum. This mathematical pendulum props had been developed using microcontroller, so the results were obtained when the experiment had recorded automatically. This research uses a model that refers to 4-D model that proposed by Thiagarajan and had been through the development phase only. The props that developed, reviewed by 2 physics lecturers and a teacher. The result, that props get the gravitation acceleration (g) about $9,55 \text{ m/s}^2$. That are because of some factors are depending when calibration and testing of the props. Limited testing of this development mathematical pendulum props given to 32 students from SMAN 3 Tuban. The props' s assesment advisability results that mathematical pendulum props feasible used to train process skills. In the limited testing, the students have a cognitive, affective, psikomotor, and result study are good. It can be seen from the results of the students' skills are very good after attend learning process using the development mathematical pendulum props. Students has a positive response to use the props in the lesson in the class.

Keywords: *Mathematical Pendulum Props, Gravitation Accelleration, Process Skills*

PENDAHULUAN

Proses belajar mengajar pada hakikatnya adalah proses komunikasi, yaitu proses penyampaian pesan dari sumber pesan melalui saluran atau media tertentu ke penerima pesan. Pesan, sumber pesan, saluran/media dan penerima pesan adalah komponen-komponen proses komunikasi. Pesan yang akan dikomunikasikan adalah isi ajaran ataupun pendidikan dalam kurikulum. Proses komunikasi dalam pembelajaran berasal dari sumber pesan yaitu merupakan materi pembelajaran yang akan di ajarkan oleh guru. Kemudian guru menggunakan media pembelajaran untuk menyampaikan sumber pesan yang

berupa materi pembelajaran ke siswa. Menurut Sadiman Arif itu merupakan proses komunikasi pembelajaran yang berhasil.

Untuk menyampaikan pesan belajar dibutuhkan sebuah media pembelajaran agar pembelajaran yang berlangsung menjadi mudah dan menyenangkan menurut siswa. Media pembelajaran dalam hal-hal tertentu bisa mewakili guru menyajikan informasi belajar kepada siswa. Jika media didesain dan dikembangkan secara baik, maka fungsi dapat diperankan oleh media meskipun tanpa keberadaan guru. Untuk itu penggunaan media

pembelajaran sangat membantu guru dalam proses pembelajaran tetapi harus diperhatikan oleh guru sebelum menerapkannya dalam kelas. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran Fisika adalah alat peraga. Menurut Nana Sudjana (2009), dalam proses belajar mengajar alat peraga dipergunakan dengan tujuan membantu agar proses belajar siswa lebih efektif dan efisien.

Alat peraga pembelajaran adalah sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, minat serta perhatian siswa sehingga proses belajar mengajar terjadi. Pembelajaran menggunakan alat peraga berarti mengoptimalkan fungsi seluruh panca indra siswa untuk meningkatkan efektivitas siswa belajar dengan cara mendengar, melihat, meraba, dan menggunakan pikirannya secara logis dan realistis.. Tidak semua media pembelajaran disebut sebagai alat peraga, akan tetapi semua alat peraga pasti merupakan media pembelajaran. Keduanya berfungsi memudahkan peserta didik dalam memahami materi pelajaran. Alat peraga sendiri dapat digunakan untuk melatih beberapa keterampilan proses antara lain mengamati, bertanya, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, interpretasi data, menarik kesimpulan, dan berkomunikasi (Nur, Muhammad, 2011) dalam bentuk pekerjaan praktikum. Keterampilan proses sendiri perlu dikembangkan/dilatihkan dalam pembelajaran. Dengan mengembangkan keterampilan-keterampilan pemrosesan, anak akan mampu menemukan dan mengembangkan sendiri fakta dan konsep serta menumbuhkan dan mengembangkan sikap dan nilai.

Studi pendahuluan melalui observasi langsung pada saat proses pembelajaran yang dilakukan peneliti di kelas XI IPA SMAN 3. Pada observasi tersebut dapat dilihat bahwa pembelajaran yang diterapkan masih menggunakan metode ceramah. Menurut wawancara dengan guru mata pelajaran fisika, siswa hanya diberikan materi saja tanpa diberikan praktikum pada saat pelajaran. Kegiatan praktikum sendiri juga diberikan

apabila waktu dan alat praktikum yang akan digunakan tetapi juga hanya beberapa kali saja. Karena jarang melakukan praktikum, siswa memiliki keterampilan proses yang masih kurang. Kemudian untuk praktikum sendiri di sekolah tersebut juga belum memadai, misalnya alat peraga bandul matematis untuk mencari besarnya percepatan gravitasi bumi.

Alat peraga bandul matematis yang dikembangkan Alat peraga bandul matematis yang dikembangkan yaitu merupakan rancangan alat peraga yang dapat digunakan untuk praktikum, sehingga dapat menjelaskan kepada siswa mengenai prinsip gerak harmonik sederhana yaitu mencari besarnya percepatan gravitasi. Pada alat peraga bandul matematis yang dikembangkan, peneliti didasarkan pada konsep gerak harmonik sederhana. Pada alat peraga bandul matematis ini terdapat keistimewaan yaitu dapat digunakan sebagai alat peraga maupun alat praktikum yang dapat menghasilkan data. Penggunaan sensor dan mikrokontroler juga dapat mempermudah penggunaan alat peraga karena sudah mengintegrasikan kemajuan teknologi pada saat pembuatan alat peraga ini. Dengan adanya pengembangan alat peraga ini diharapkan keterampilan proses dan psikomotor siswa dapat terlatih.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan metode 4-D (*four D model*) yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan (1974). Tahap tersebut antara lain: *define* (pendefinisian) yaitu menemukan masalah yang ada disekolah kemudian mencari penyelesaian dari masalah tersebut, *design* (Perencanaan) yaitu merencanakan alat apa yang telah menjadi solusi dari permasalahan, *develop* (pengembangan) yaitu pengembangan alat. kemudian *disseminate* (penyebaran) tetapi tahap ini tidak dilakukan.

Data-data yang diperoleh untuk memperoleh kelayakan alat menggunakan lembar validasi. Kemudian untuk aktivitas siswa selama pembelajaran digunakan lembar observasi. Untuk mengetahui kemampuan siswa, digunakan lembar evaluasi siswa, lembar tes keterampilan

proses. Keterlaksanaan pembelajaran juga didukung dengan lembar penilaian afektif, lembar penilaian psikomotor, serta lembar penilaian keterampilan proses siswa. Sedangkan data yang diperoleh dari angket respons siswa terhadap pembelajaran yang dilakukan oleh guru dan dianalisis menggunakan persentase respons siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis menurut prosedur penelitian 4-D hanya dibatasi pada 3-D. Pertama untuk tahap pendefinisian (*define*). Di SMAN 3 Tuban belum tersedia alat peraga bandul matematis, sehingga siswa jarang melakukan praktikum tentang materi tersebut. Pada kondisi tersebut peneliti memberikan solusi dengan cara mengembangkan alat peraga bandul matematis. Kemudian untuk analisis siswa dimana siswa yang digunakan dalam uji coba terbatas adalah siswa yang sudah pernah menerima materi tentang gerak harmonik sederhana sebelumnya, tetapi tanpa melakukan praktikum. Menurut Piaget pada usia 11-15 tahun ke atas pemikiran lebih bersifat abstrak. Dalam hal ini siswa abstrak dalam mengetahui getaran yang terjadi pada bandul, sehingga dibutuhkan sesuatu yang kongkrit agar siswa dapat memahami gejala getaran yaitu penggunaan alat peraga dalam pembelajaran. Dengan kondisi tersebut, maka dikembangkanlah alat peraga bandul matematis. Setelah itu analisis konsep yaitu menganalisis konsep yang akan diajarkan pada siswa. Analisis tugas merupakan pemahaman tugas yang akan diselesaikan siswa selama proses pembelajaran.. Kemudian perumusan tujuan pembelajaran yaitu tujuan pembelajaran yang akan dicapai selama pembelajaran sesuai dengan indikator.

Setelah itu adalah tahap perancangan (*design*). Pada tahap ini terdapat dua tahap yaitu pemilihan format dan desain awal. Untuk pemilihan format, peneliti melakukan pemilihan alat peraga yang akan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan siswa. Desain awalnya adalah peneliti melakukan pembuatan alat peraga bandul matematis yang dikembangkan. Alat peraga bandul matematis ini terdiri dari statif, beban yang terbuat dari tali nylon dan bola

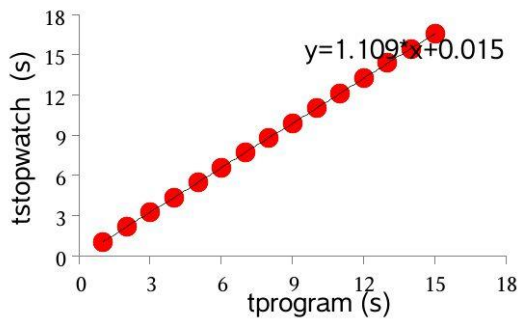
karet pejal, penggaris, busur, sensor yang terdiri dari laser dan photodiode, serta mikrokontroler sebagai pencatat data hasil praktikum. Adapun visualisasi dari alat peraga bandul matematis berikut ini :



Gambar 1. Alat Peraga Bandul Matematis

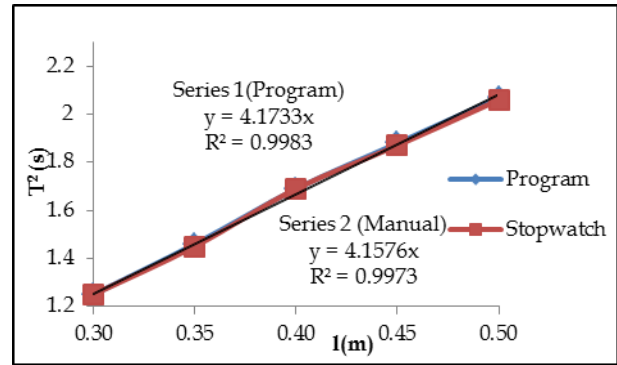
Setelah alat peraga jadi, dilanjutkan untuk menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari RPP, silabus, handout, LKS, serta validasi perangkat.

Tahap selanjutnya adalah tahap pengembangan (*develop*). Pada tahap ini akan dijelaskan uji coba alat peraga untuk mencari besarnya percepatan gravitasi dan uji coba alat disekolah. Sebelum alat peraga di uji coba, terlebih dahulu alat peraga di telaah oleh dosen ahli materi dan dosen ahli media. Telaah ini merupakan masukan dari dosen terhadap alat peraga yang dibuat untuk dilakukan kalibrasi dan uji coba mencari besarnya percepatan gravitasi serta untuk memperbaiki alat yang sekiranya kurang agar alat peraga yang dikembangkan sesuai dengan standar laboratorium yang ada. Proses kalibrasi di sini merupakan proses mencocokkan antara alat peraga yang dibuat dengan kalibrator yang sudah terkalibrasi sesuai standar. Karena alat peraga ini berfungsi untuk mencatat waktu ayunan, maka proses kalibrasi menggunakan stopwatch. Proses kalibrasi dilakukan untuk berbagai macam sudut antara lain ; . Dengan mengontrol panjang tali sebesar 30cm, dan melakukan manipulasi dari 1 kali sampai 15 kali ayunan, lalu hasilnya dibentuk dalam grafik. Hasil berikut merupakan salah satu contoh kalibrasi untuk sudut :



Gambar 2. Grafik hubungan t_{program} dengan $t_{\text{stopwatch}}$ pada sudut

Dari persamaan grafik di atas dapat dilihat bahwa waktu yang diperoleh stopwatch adalah 1,1115 kali waktu yang tercatat pada program alat peraga yang dikembangkan dengan koefisien korelasi $R^2 = 1$ yang diasumsikan bahwa taraf ketelitian dari eksperimen di atas sebesar 100%. Hal tersebut juga dilakukan pada sudut yang lain dengan rata-rata taraf ketelitian 99,99%. Karena yang paling teliti adalah pada sudut , maka dijadikan patokan untuk pembuatan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) yang akan diuji cobakan. Untuk uji coba mencari besarnya percepatan gravitasi, juga dilakukan hal yang sama yaitu membandingkan dengan stopwatch. Akan tetapi pada proses uji coba mencari besarnya percepatan gravitasi ini digunakan manipulasi panjang tali yaitu 30cm, 35cm, 40cm, 45cm, dan 50 cm dengan sudut yang berbeda pula. Ekseperimen ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui percepatan gravitasi (g) yang diperoleh dari alat bandul matematis yang dikembangkan ini. Kemudian dari hasil yang diperoleh dicocokkan dengan besarnya percepatan gravitasi (g) secara teori menurut yaitu sebesar $9,78 \text{ m/s}^2$ (*variable g pendulum journal of PHYWE series of publication*). Untuk mencari *Standar Error* dapat menggunakan perumusan dimana $\Delta g_p =$ dan $\Delta g_s =$ adalah *standart error* (Buku Panduan Praktikum Fisika Dasar 1)Salah satu contoh hasil ujicoba mencari besarnya percepatan gravitasi adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Panjang tali (l) dengan Periode (T^2) untuk program dan stopwatch pada sudut

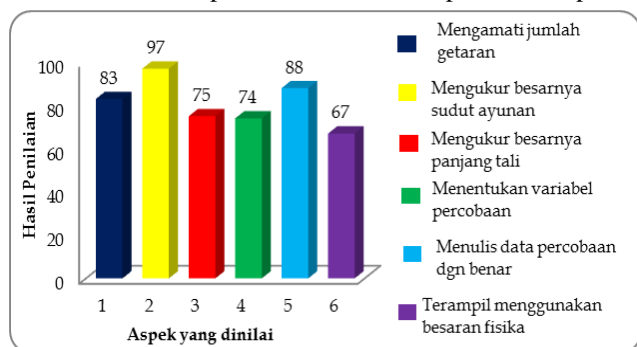
Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui hubunan antara panjang tali dengan periode. Dari Gambar 4.12. dapat diperoleh persamaan regresi untuk program sebesar $y = 4.1418x$ dengan nilai korelasi $R^2 = 0,9995$. Kemudian dengan persamaan $T^2 =$ dan disamadengankan dengan persamaan regresi $y = 4,1418x$ diperoleh $m =$ dan diperoleh $g =$. Sehingga diperoleh besarnya percepatan gravitasi (g) sebesar $9,52 \text{ m/s}^2$. Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk stopwatch. Pada grafik series 2 diperoleh persamaan regresi $y = 4,1479x$ dengan nilai korelasi $R^2 = 0,9994$. Kemudian dengan persamaan $T^2 =$ dan disamadengankan dengan persamaan regresi $y = 4.1479x$ diperoleh $m =$ dan diperoleh $g =$. Sehingga diperoleh besarnya percepatan gravitasi (g) sebesar $9,51 \text{ m/s}^2$. Hal tersebut juga dilakukan pada sudut dan panjang tali yang lain yang hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

No	Sudut	$g_p = (\text{m/s}^2)$	$g_s = (\text{m/s}^2)$
1		$9,50 \pm 0,00000008$	$9,46 \pm 0,0003$
2		$9,45 \pm 0,0003$	$9,49 \pm 0,0002$
3		$9,52 \pm 0,00006$	$9,51 \pm 0,236$
4		$9,45 \pm 0,00012$	$9,49 \pm 0,0003$
5		$9,50 \pm 0,00044$	$9,46 \pm 0,0005$

Setelah proses uji coba dan kalibrasi kemudian alat di validasi untuk diketahui kevalidannya untuk mencari besarnya percepatan gravitasi. Validasi ini dilakukan oleh dosen ahli materi, dosen ahli media, serta guru mata pelajaran fisika di SMAN 3 Tuban yang diakumulasi.

Aspek yang divalidasi antara lain keudahan pengoperasian alat peraga, kemampuan alat peraga dalam membantu penyerapan materi, kemampuan alat peraga dalam mengemabngkan kecakapan siswa, dan masih banyak yang lainnya. Hasil dari penilaian kelayakan alat peraga bandul matematis yang dikembangkan adalah sebesar 87,5% yang menurut Riduwan (2010) termasuk dalam kategori sangat baik.

Setelah divalidasi, alat peraga bandul matematis yang dikembangkan di uji cobakan terbatas kepada 32 siswa kelas XI SMAN 3 Tuban. Dalam uji coba ini siswa akan dinilai kognitif, kemampuan keterampilan proses, psikomotor, afektif, serta hasil belajar siswa. Untuk penilaian kognitif yang diperoleh nilai siswa mngerjakan soal evaluasi dan soal keterampilan proses, rata-rata nilai siswa adalah 72 yang menurut Syharsimi (2012) termasuk dalam kategori baik. Hal tersebut disebabkan karena siswa yang diberikan uji coba sudah lama menerima materi ini. Kemudian soal yang diberikan juga ada yang kurang sesuai dengan kemempua siswa, karena sebelumnya tidak di ujicobakan terlebih dahulu. Kemudian untuk psikomotor siswa dapat dilihat pada

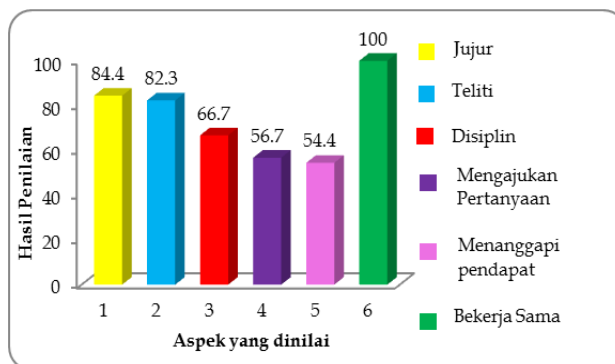


Gambar 4. Grafik Persentase Penilaian Psikomotor

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat aspek tertinggi adalah pada aspek mengukur sudut ayunan dengan persentase 97%, karena siswa hanya mengamati dengan menggunakan busur, sedangkan aspek terendah adalah terampil menggunakan besaran fisika sebesar 67%. Dimana siswa merasa kesulitan untuk mengaplikasik rumus untuk perhitungan mencari besarnya percepatan gravitasi yang diperoleh melalui percobaan. Untuk penilaian afektif dapat dilihat pada

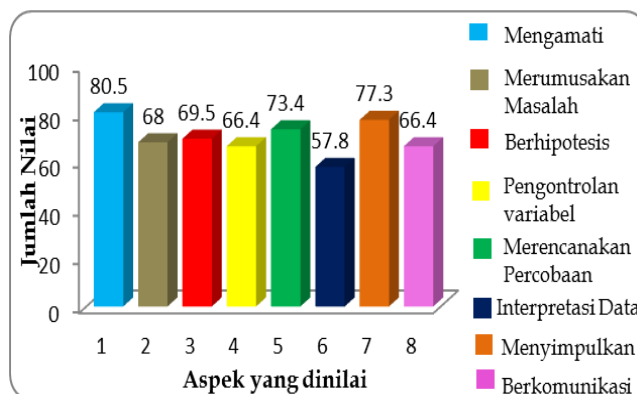
Iqlima Noor Akmal Dewi, Prabowo

grafik berikut :



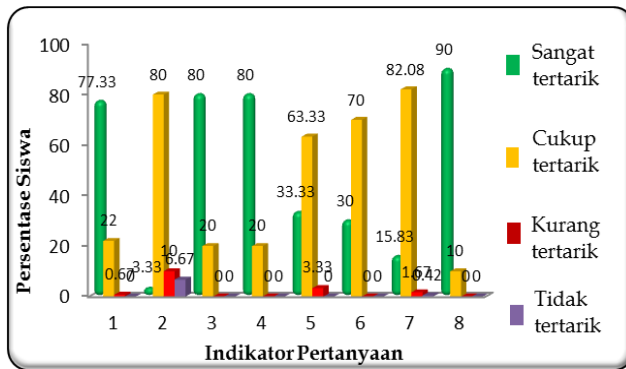
Gambar 5. Grafik Persentase Penilaian Afektif

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa persentase tertinggi adalah pada aspek bekerja sama sebesar 100%, kerja sama siswa sangat bagus sekali karena alat yang digunakan hanya satu dan untuk aspek terendah adalah pada aspek menanggapi pendapat yaitu sebesar 54,4%. Siswa kurang menanggapi pendapat pada saat guru menjelaskan maupun pada saat presentasi kelompok berlangsung. Untuk penilaian keterampilan proses dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 6. Grafik Persentase Penilaian Psikomotor

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat aspek tertinggi pada aspek mengamati, karena siswa merasa mudah dalam hal tersebut dan aspek terendah adalah aspek interpretasi data. Interpretasi data disini termasuk menuliskan data percobaan dan menganalisis grafik. Pada menuliskan data percobaan siswa sangat baik, tetapi sangat lemah dalam hal menganalisis grafik. Hal tersebut disebabkan karena untuk menganalisis grafik siswa belum pernah diajarkan sehingga siswa merasa agak susah dalam hal tersebut. Kemudian untuk angket respon siswa hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :



Gambar 7. Grafik Persentase Respon Siswa

Berdasarkan grafik hasil angket respon siswa dapat diketahui bahwa siswa belum pernah melakukan praktikum menggunakan bandul matematis (indikator pertanyaan 2 mengenai penggunaan alat peraga bandul matematis) yang ditunjukkan dengan persentase sebesar 80%. Untuk itu siswa sangat tertarik untuk menggunakan alat peraga bandul matematis karena membuat siswa lebih aktif dan memahami materi. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dengan persentase sebesar 80% (indikator pertanyaan 4 mengenai ketertarikan penggunaan alat peraga). Penggunaan alat peraga bandul matematis juga cukup mudah bagi siswa. Untuk keterampilan proses yang dilatihkan selama percobaan dan setelah proses pembelajaran juga cukup mudah menurut siswa. Sehingga siswa menyukai suasana pembelajaran dengan menggunakan alat peraga bandul matematis yang ditunjukkan pada tabel dengan persentase sebesar 90% (indikator pertanyaan 8 mengenai senang atau tidak pembelajaran yang menggunakan alat peraga).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis didapatkan simpulan bahwa : Alat peraga bandul matematis yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran dan dapat digunakan untuk melatih keterampilan proses siswa. Pada saat proses pembelajaran terdapat pelatihan keterampilan proses yaitu dengan melakukan praktikum dan mengerjakan soal keterampilan proses. Hasilnya termasuk dalam kategori baik. Kemudian untuk mengetahui ketercapaian keterampilan

proses diberikan tes keterampilan proses di akhir pembelajaran. Hasilnya rata-rata nilai siswa termasuk dalam kategori baik. Angket respon menunjukkan bahwa siswa merespon positif kegiatan pembelajaran dengan menggunakan alat peraga bandul matematis yang dikembangkan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan agar proses pembelajaran fisika menjadi lebih baik dan lebih efektif adalah sebaiknya membuat alat peraga lebih dari satu alat, karena efisiensi waktu. Untuk aspek keterampilan proses yang banyak jenisnya tidak memungkinkan untuk diteliti secara keseluruhan dalam penelitian ini. Oleh karena itu diharapkan adanya peneliti lain yang bersedia mengembangkan alat peraga agar alat peraga sesuai dengan standar laboratorium dan meneliti keterampilan proses yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Musfiqon. 2011. *Pengembangan Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta : Prestasi Pustakarya
- Mujadi; Sukarno; dan Wiratno. 1994. *Materi Pokok Design dan Pembuatan Alat Peraga IPA*. Jakarta: Universitas Terbuka, Depdikbud.
- Nur, Mohammad. 2011. *Modul Keterampilan Proses Sains*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya Pusat Sains dan Matematika Sekolah (PSMS).
- Sadiman, Arief S. dkk. 1993. *Media Pendidikan (Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya)*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota
- Variable g pendulum. PHWYE series of publications. Laboratory Experiments. Physics. PHYWE SYSTEM GMBH. 37070 Gottingen, Germany
http://www.nikhef.nl/~h73/knlc/praktikum/phywe?LE_xperim/1_3_24.pdf (diakses 13 April 2014)