

# PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA KOMPUTER BERBASIS SIMULASI *PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY* (PhET) TERHADAP HASIL BELAJAR DAN KETERAMPILAN BERFIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI FLUIDA STATIS

Syarifah Rita Zahara<sup>1</sup>, Yusrizal<sup>2</sup>, Adi Rahwanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Pendidikan IPA, PPs Unsyiah, Aceh

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan IPA, PPs Unsyiah, Aceh

Korespondensi: syarifah\_ritaz@yahoo.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis pada pelajaran fisika konsep fluida statis dengan menggunakan media komputer berbasis simulasi PhET dengan pembelajaran konvensional. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dan desain kontrol group pretes postes. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara cluster random sampling yang memiliki kemampuan yang sama, tanpa mengacak siswa tiap kelasnya. Pengelompokan sampel terdiri dari dua kelas di sekolah MAN Rukoh Banda Aceh. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes tertulis berupa soal pilihan ganda sebanyak 20 soal pretes dan postes. Hasil uji t menunjukkan Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya perbedaan peningkatan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas eksperimen yang menggunakan simulasi PhET mengalami peningkatan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis yang lebih tinggi daripada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

**Kata kunci:** PhET, Pembelajaran konvensional, Hasil Belajar, Keterampilan berfikir kritis

## Abstract

*This study aims to determine the improvement of learning outcomes and critical thinking skills in a static fluid physics concepts using computer-based media PhET simulations with conventional learning. The research method used is the method of experimental and control group pretest posttest design. The population in this study were all students of class XI Science. The sampling technique is done by cluster random sampling that has the same capabilities, without randomizing students per class. Grouping of samples consisting of two classes in schools MAN Rukoh Banda Aceh. Data was collected using a written test of 20 multiple choice questions about the pretest and posttest. T test showed results showed that the differences in learning outcome and the critical thinking skills of students in the experimental class and the control class. Class experiments using PhET simulations increase learning outcomes and critical thinking skills higher than the control class using conventional learning.*

**Keywords:** PhET, conventional learning, learning outcomes, critical thinking skills

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang bertujuan untuk mendidik siswa, agar dapat berpikir logis, kritis, memiliki sifat

obyektif, disiplin dalam menyelesaikan permasalahan baik dalam bidang fisika, bidang lain, maupun dalam kehidupan sehari-hari sehingga fisika perlu dipelajari

dan diaplikasikan. Namun kenyataan di lapangan, pelajaran fisika masih dianggap sebagian siswa sebagai pelajaran yang tidak menarik dan sulit untuk dipahami. Banyak faktor yang melatar belakangi hal tersebut, diantaranya kurangnya motivasi dan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran fisika serta penggunaan media yang kurang tepat. Metode pembelajaran yang dipakai oleh pengajar di sekolah masih sebatas metode ceramah, tanya jawab dan penugasan saja.

Media yang digunakan adalah papan tulis, sedangkan alat yang digunakan adalah spidol dan kapur. Dengan banyaknya pengembangan dan penelitian mengenai media belajar, sudah sepatutnya guru memahami berbagai media belajar dan menerapkannya dalam proses belajar mengajar disekolah. Simulasi komputer adalah media interaktif yang merupakan kombinasi dari teks, gambar atau film yang disusun berdasarkan bahasa pemrograman untuk dapat menjelaskan sesuatu konsep, dengan perintah yang mudah di mengerti (Tolga, 2011). Media pembelajaran tersebut dapat dikembangkan dalam suatu model pembelajaran sehingga mampu memotivasi siswa dan menciptakan suatu proses belajar yang dapat mengeksplorasi wawasan pengetahuan siswa dan dapat mengembangkan makna sehingga akan memberikan kesan yang mendalam terhadap apa yang telah dipelajarinya. Arsyad (2011) mengemukakan bahwa media menunjukkan fungsi atau peranannya, yaitu mengatur hubungan yang efektif antara dua pihak utama dalam proses belajar siswa dan isi pelajaran.

Simulasi PhET adalah suatu simulasi interaktif di internet dengan

memakai bahasa pemrograman java dan flash, yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat. PhET telah mengembangkan serangkaian simulasi interaktif yang sangat menguntungkan dalam pengintegrasian teknologi komputer ke dalam pembelajaran. Terdapat lebih dari 50 simulasi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Simulasi tersebut terdiri dari beberapa topik fisika, kimia, bahkan matematika. Simulasi-simulasi ini mudah didapatkan, dapat dijalankan secara online dengan bantuan koneksi internet maupun dengan cara didownload sehingga dapat dijalankan secara offline. Simulasi dirancang secara interaktif sehingga penggunaanya dapat melakukan pembelajaran secara langsung. (The PhET Team. 2014. *PhET (Interactive Simulations)*. <http://phet.colorado.edu/in/>).

PhET merupakan simulasi yang sangat bermanfaat untuk mengajar dan belajar fisika, dengan menekankan hubungan fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasarinya, dengan membuat model visual dan konseptual fisika, sehingga mendukung keterlibatan siswa dalam memahami konsep-konsep (Perkins, dkk, 2006). Pada penelitian yang dilakukan oleh Katherine Perkins, dkk (2006:18) tentang manfaat simulasi PhET untuk pembelajaran siswa didapatkan, 62% menyatakan bahwa simulasi tersebut sangat berguna bagi mereka. Dari data tersebut menunjukkan bahwa simulasi PhET sangat bermanfaat untuk siswa dalam memahami konsep fisika, dan membuat siswa lebih tertarik untuk mempelajari ilmu fisika. Phet dapat menjadi alat belajar yang sangat efektif

untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep fisika, namun simulasi PhET tersebut hanyalah alat tambahan dalam menjelaskan suatu konsep fisika. Tetap gurulah yang menjadi penentu keberhasilan siswa dalam memahami konsep fisika.(Wieman, 2010).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sari D. P, dkk (2013:15) dikemukakan bahwa pembelajaran IPA terpadu melalui LKS sebagai penunjang media simulasi PhET dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa dengan menggunakan simulasi PhET membantu guru lebih mudah untuk memberikan tugas yang efektif kepada siswa, sehingga siswa dapat berfikir kritis dalam memahami konsep – konsep fisika. Simulasi PhET dapat dengan mudah dijalankan dan interaktif, dapat menjadi sumber daya yang komprehensif berbasis penelitian bagi para pendidik, sehingga memungkinkan guru untuk menyesuaikan pemakaian dengan kondisi kelas dan tujuan pembelajaran. Proses belajar mengajar menjadi lebih produktif dan menyenangkan bagi siswa (Perkins, dkk, 2006). Rendahnya minat dan pemahaman siswa akan konsep fisika yang telah dijelaskan oleh guru dengan metode pengajaran ceramah, maka di harapkan guru dapat mengajak siswa berinteraksi langsung dengan fenomena kehidupan nyata, selain praktikum langsung di laboratorium, dapat juga dilakukan melalui media komputer dengan penggunaan simulasi PhET (Katherine 2011).

Berdasarkan hasil penelitian studi kasus yang dilakukan di MAN 3 Rukoh Banda Aceh ditemukan bahwa, proses pembelajaran fisika selama ini masih didominasi oleh metode pembelajaran

konvensional, yaitu dengan metode ceramah dan demonstrasi. Adapun alasan utama guru masih menggunakan metode pembelajaran konvensional adalah kurangnya perlengkapan laboratorium fisika. Peralatan laboratorium yang berkualitas rendah, memberikan hasil pengukuran yang kurang akurat, sehingga hasilnya tidak dapat di gunakan untuk membangun konsep atau teori yang seharusnya. Hasil nilai UAS fisika dari tahun ketahun selalu rendah, hal itu disebabkan karena kurangnya media pembelajaran yang digunakan oleh guru, seperti alat peraga yang menyebabkan siswa tidak memahami aplikasi penerapan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari sehingga banyak siswa yang tidak meminati pelajaran fisika. Oleh sebab itu peneliti ingin memperkenalkan penggunaan media baru kepada siswa dan kepada guru, yaitu media simulasi PhET, Diharapkan Dengan penggunaan simulasi PhET yang dipakai oleh guru, dapat mengurangi keterbatasan laboratorium fisika yang dimiliki sekolah dan dapat dengan mudah menjelaskan proses dan konsep fisika yang abstrak, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis siswa.

Pada pelajaran fisika dari beberapa konsep terdapat konsep fluida statis yang cocok untuk media simulasi PhET. Pokok pembahasan fluida statis banyak ditemukan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga siswa dapat mengaplikasikan konsep fluida statis dengan pengalaman hidup yang mereka alami yang akan membuat daya tarik terhadap pelajaran fisika.

Berdasarkan paparan di atas, diperlukan penerapan media simulasi

PhET untuk meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis siswa pada pelajaran fisika konsep fluida statis.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan dua kelas. Kelas pertama sebagai kelas eksperimen dan kelas kedua sebagai kelas kontrol. Perbedaan antara kedua kelas tersebut adalah perlakuan dalam proses pembelajaran, yaitu kelas eksperimen dilakukan dengan memberikan pembelajaran tentang media komputer berbasis simulasi PhET, sedangkan kelas kontrol dengan kegiatan pembelajaran konvensional. Kedua kelas diberikan *pretest* dan *posttest* yang diharapkan dapat mengukur hasil belajar siswa dan keterampilan berpikir kritis siswa pada kedua kelas sebelum dan sesudah mendapatkan pengajaran. Desain penelitian yang digunakan adalah *Control group pretest-posttest design* (Arikunto, 2008).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara cluster random sampling yang memiliki kemampuan yang sama, tanpa mengacak siswa tiap kelasnya. Pengelompokan sampel terdiri dari dua kelas yaitu siswa kelas XI IA2 sebagai kelas control dan kelas XI IA3 sebagai kelas eksperimen pada sekolah MAN 3 Rukoh Banda Aceh. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes tertulis berupa soal pilihan ganda sebanyak 20 soal pre-tes dan post-tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya perbedaan peningkatan hasil belajar dan

keterampilan berfikir kritis siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas eksperimen yang menggunakan simulasi PhET mengalami peningkatan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis yang lebih tinggi daripada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Untuk melihat pengaruh perlakuan dianalisis dengan menggunakan uji t dua pihak. Uji t dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan secara signifikan untuk dua sampel dengan subjek yang berbeda dan mendapat dua perlakuan yang berbeda. Pada uji t ini dilakukan uji homogenitas dan normalitas. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data dengan teknik pengolahan menggunakan Ms. Excel. Adapun tahap-tahap prosedur penelitian:

### 1) Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan kegiatan penyusunan rancangan pembelajaran kegiatan simulasi PhET dengan pembelajaran konvensional dan instrumen. Penyusunan rancangan pembelajaran dimulai dari studi literatur terhadap mata pelajaran fisika, buku-buku fisika, dan teori-teori belajar yang relevan dengan pembelajaran kegiatan simulasi phet dengan pembelajaran konvensional.

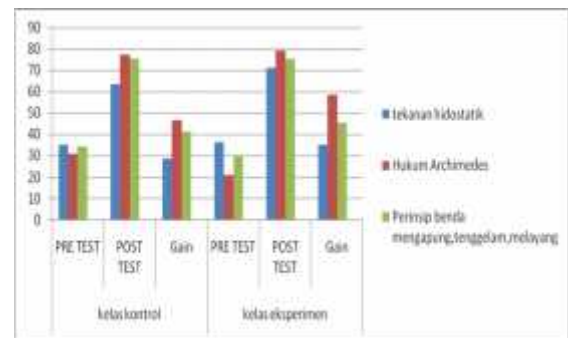
### 2) Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian diawali dengan memberikan pretest berupa tes tertulis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kegiatan ini bertujuan untuk mengukur kemampuan awal siswa tentang tekanan hidrostatis dan hukum archimedes sebelum diberikan perlakuan. Tahap pelaksanaan kedua yaitu memberikan perlakuan kepada kedua kelompok yaitu memberikan pengajaran pokok bahasan

tekanan hidrostatis dan hukum archimedes dengan pembelajaran penggunaan media komputer berbasis simulasi PhET kepada kelompok eksperimen dan kegiatan dengan pembelajaran konvensional pada kelompok kontrol. Pengajaran pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan oleh peneliti. Tahap pelaksanaan ketiga adalah pemberian postest pada kedua kelompok dengan soal yang sama yang diberikan pada saat pretest. Kegiatan ini bertujuan untuk melihat sejauh mana pengaruh yang dihasilkan dari pembelajaran terhadap kemampuan siswa. Tujuan lain dari pelaksanaan pretest ini juga untuk melihat sejauh mana perbedaan dari hasil pembelajaran dengan penggunaan media komputer berbasis simulasi PhET dibandingkan dengan kegiatan pembelajaran konvensional. Tahap pelaksanaan keempat, Melakukan pengolahan data pretes dan posttest, menganalisis data hasil penelitian dan membahas hasil penelitian, menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memperoleh data hasil penelitian berupa skor pre-tes dan post-tes kemudian diolah dan dianalisis untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa pada pelajaran fisika konsep fluida statis. Rerata peningkatan hasil belajar siswa yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat pula digambarkan dalam bentuk diagram pada gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-rata pre-tes, post-tes dan N-Gain hasil belajar kedua kelas

Berdasarkan gambar 1, peningkatan hasil belajar terbesar pada kelas kontrol pada konsep Hukum Archimedes yaitu dengan N-Gain sebesar 67% pada kelas eksperimen konsep yang terbesar dengan N-gain 73% terdapat pada konsep yang sama yaitu hukum Archimedes. Secara umum dari tiga konsep ada sedikit peningkatan setelah diberikan perlakuan tidak jauh berbeda kelas eksperimen dengan kelas kontrol tetapi ada sedikit peningkatan hasil belajar pada masing-masing sub konsep. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa setelah diterapkan pembelajaran dengan simulasi PhET terjadi peningkatan hasil belajar siswa yang lebih tinggi dari kelas kontrol.

Pengujian perbedaan rata-rata hasil belajar antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol menggunakan uji t. Pengujian dilakukan untuk melihat penerapan pembelajaran dari dua kelas. Hipotesis yang diajukan dalam dugaan terjadi peningkatan penguasaan konsep sebagai berikut :

Ho : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada siswa yang menggunakan simulasi PhET (*Physics Education Technology*)

Ha : Terjadi pengaruh yang signifikan pada siswa yang menggunakan simulasi PhET (*Physics Education Technology*)

Kriteria kesimpulan berdasarkan probabilitas:

Ho : Ditolak, Jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  dengan taraf signifikan ( $\alpha = 0,05$ )

Ha : Diterima, Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  dengan taraf signifikan ( $\alpha = 0,05$ )

Adapun hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1

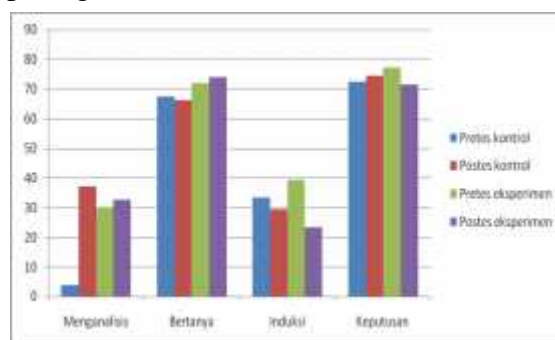
Tabel 1. Rekapitulasi Uji t Kelas Eksperimen dan Kontrol

Sumber Data	$t_{hitung}$	$t_{tabel}$	Keterangan	Kesimpulan
Eksperimen	16,28	1,99	$t_{hitung} > t_{tabel}$	Terdapat pengaruh yang signifikan
Kontrol	14,38	1,99	$t_{hitung} > t_{tabel}$	Terdapat pengaruh yang signifikan

Tabel 1. menunjukkan bahwa hasil uji t skor pretes dan postes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terjadi perbedaan peningkatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media computer berbasis simulasi PhET lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar pada konsep fluida statis dari pada model pembelajaran konvensional. Sehingga uji hipotesis untuk hasil belajar

dapat disimpulkan bahwa Ho ditolak dan Ha diterima.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memperoleh data hasil penelitian berupa skor pre-tes dan post-tes kemudian diolah dan dianalisis untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa pada pelajaran fisika konsep fluida statis. Rerata peningkatan hasil belajar siswa yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat pula digambarkan dalam bentuk diagram pada gambar 2.



Gambar 2 Nilai Rata-rata pretes, postes dan N-Gain keterampilan berfikir kritis kedua kelas

Pada Gambar 2 diatas lebih jelas terlihat perbandingan rata-rata kelas eksperimen dengan kelas kontrol lebih bagus kelas Eksperimen, serta normal gain lebih baik kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi yang menantang (indikator kedua ketrampilan berfikir kritis) mengalami peningkatan yang paling besar dibandingkan dengan indikator lain, kelas eksperimen terdapat peningkatan juga sama halnya dengan kelas kontrol.

Berdasarkan hasil analisis data hasil belajar siswa yang diperoleh dari pretes dan postes secara umum mengalami peningkatan yang signifikan setelah pembelajaran. Dari tabel 4.13 diperoleh

rata-rata gain ternormalisasi (N-gain) kelas kontrol sebesar 56% dan untuk kelas eksperimen sebesar 63%..

Berdasarkan pengamatan selama pembelajaran dan hasil tes pada kelas eksperimen dalam menjawab soal lebih konsisten dibandingkan dengan kelas control. Hal ini dapat dilihat pada jawaban item soal ketika pretes dan postes. Hasil belajar pada kelas eksperimen terjadi peningkatan secara signifikan. Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran dengan media PhET berdampak positif bagi perkembangan mental dan cara belajar siswa. Seperti yang dinyatakan oleh Holubova (2003) yang mengatakan bahwa peningkatan motivasi siswa dapat dilakukan dengan membawa konsep fisika sedekat mungkin dengan kehidupan siswa untuk menyederhanakan dan memodifikasi praktikum serta menghubungkan berbagai disiplin.

Secara detail masing-masing tiga sub konsep yang terdiri dari tekanan hidrostatis, hukum Archimedes, dan prinsip benda mengapung, tenggelam, melayang dapat dilihat pada gambar 4.1, menunjukkan adanya selisih N-gain hasil belajar yang tinggi antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat pada subkonsep tekanan hidrostatis yaitu sebesar 11%. Adapun selisih N-gain terkecil antara kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat pada sub konsep prinsip benda mengapung, tenggelam, melayang sebesar 2% (kelas eksperimen dilakukan pembelajaran dengan media PhET dan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional).

Dari Uraian diatas dapat disimpulkan bahwa peningkatan hasil belajar pada konsep fluida statis

menggunakan media simulasi PhET lebih meningkat dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Hasil penelitian menunjukkan perolehan skor postes dan N-gain kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol, artinya terjadi peningkatan keterampilan berfikir kritis pada siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan simulasi PhET dibandingkan dengan keterampilan berfikir kritis pada siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan praktikum konvensional seperti pada gambar.

Selisih dari masing-masing indikator keterampilan berfikir kritis yang terdiri dari menganalisis argument (KBK 1), bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan pertanyaan menantang (KBK 2), Membuat induksi dan mempertimbangkan deduksi (KBK 3), serta membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan (KBK 4) dapat dilihat pada gambar 4.2, yang menunjukkan adanya selisih N-gain keterampilan berfikir kritis yang tinggi antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada indikator KBK 2 (bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan pertanyaan menantang) yaitu sebesar 17%. Selisih N-gain terkecil keterampilan berfikir kritis siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat pada indikator KBK 4 membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan yaitu 1% ( kelas eksperimen dilakukan pembelajaran dengan media PhET dan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional).

Secara umum dapat dilihat bahwa pembelajaran dengan media simulasi PhET dapat mendorong terhadap keterampilan berfikir kritis. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan media PhET dapat

melibatkan siswa dalam aktivitas pembelajaran yang memerlukan keterampilan kognitif yang lebih tinggi.

Ennis (1996) menyatakan bahwa berfikir kritis merupakan proses dan kemampuan yang dilibatkan dalam membuat keputusan yang rasional apa yang harus dilakukan dan apa yang harus dipercaya. Membuat keputusan yang rasional tentunya membutuhkan fakta atau data yang jelas dan dapat dipercaya. Fakta dan data ini dapat berupa hasil perhitungan matematis yang kita tidak bisa dikerjakan siswa akan berbuntut pada tidak memungkinkannya untuk mengintegrasikan.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa peningkatan keterampilan berfikir kritis pada konsep fluida statis menggunakan media simulasi PhET lebih meningkat dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan penggunaan PhET (*Physics Education Technology*) dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berfikir kritis siswa.

Selama penyelesaian artikel ini penulis mendapat bimbingan, pengarahan, dan bantuan dari banyak pihak. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen dan rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan IPA, PPs Unsyiah, Aceh dan rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan motivasi dan bantuannya dalam hal menyelesaikan suatu karya tulis ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, A., 2011. *Media Pembelajaran*. Bandung : Afabeta
- Arikunto, S. 2008. *Dasar-dasar evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- C. E. Wieman, W. K. Adams, P. Loeblein, and K. K. Perkins, 2010. Teaching Physics Using PhET Simulations, *The Physics Teacher* Vol. 48
- Ennis. 1996. *Critical Thinking*. Nes Jersey: Prentice Hall. Upper Saddle River.
- Holubova R. 2005. Environmental Physics :Motivation in Physics Teaching and learning. *Journal Physics Teacher*. Education Online, 3(1), 17-20.
- Katherine Perkins, Emily Moore, Noah Podolefsky, Kelly Lancaster, and Christine Denison, 2011. *Towards Research-based Strategies For Using PhET Simulations In Middle School Physical Science Classes*, Physics education research conference.
- Perkins, K. Wendy Adams, Michael Dubson, Noah Finkelstein, Sam Reid, and Carl Wieman, Ron LeMaster, 2006. PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *Journal The Physics Teacher*. Vol. 44.
- Sari D. P, Achmad Lutfi, Ahmad Qosyim 2013. Uji coba pembelajaran IPA dengan LKS sebagai penunjang media visual PhET untuk melatih keterampilan proses, *jurnal pendidikan sains e – pensa, volume 01, 15-20*.
- The Phet Team 2014. Phet ( Interactive Simulations ) <http://phet.colorado.edu>
- Tolga GOK, 2011. The Effects of computer simulations on students' learning, *International Journal on New Trends in Education and Their Implications / www.ijonte.org*