

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA DASAR I BERVISI SETS DENGAN APLIKASI SPREADSHEET

Ahmad Fauzi, Dewanto Harjunowibowo¹⁾

1) Program Studi Pendidikan Fisika PMIPA FKIP UNS
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta, e-mail: fauziuns@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia adalah dengan meningkatkan kualitas pendidikan sains (IPA). Dalam pembelajaran sains sedapat mungkin diusahakan agar konsep yang diajarkan mudah ditemui siswa di lingkungan sekitarnya. Pembelajaran bervisi SETS merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berfikir sehingga saat mempelajari sains siswa dapat mengintegrasikannya dengan unsur-unsur yang lain seperti teknologi, lingkungan dan masyarakat. Dalam pembelajaran fisika, pemahaman konsep sangatlah penting. Pemodelan gejala fisika secara matematis ini dapat menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa untuk memahami makna fisis dari fenomena alam yang sesungguhnya terjadi. maka dipandang perlu untuk dibuat bahan ajar fisika bervisi SETS yang dilengkapi dengan beberapa aplikasi *Spreadsheet* untuk memvisualisasikan persamaan-persamaan matematis tersebut dalam bentuk tabel dan grafik agar lebih mudah dipahami.

Tujuan penelitian ini adalah menghasikan bahan ajar fisika dasar I bervisi SETS dengan aplikasi *Spreadsheet* yang sesuai untuk mahasiswa SBI. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (R and D) yang meliputi tahap (1) studi pendahuluan dan (2) pengembangan model. Penelitian ini dilaksanakan di Pendidikan Matematika Jurusan PMIPA FKIP UNS. Data penelitian dikumpulkan melalui tes, wawancara dan angket. Data dari wawancara dan angket dianalisis dengan teknik deskriptif kualitatif sedangkan hasil tes dianalisis dengan gain ternormalisasi.

Berdasarkan hasil uji coba bahan ajar Susunan bahan ajar fisika dasar I bervisi SETS dengan aplikasi *Spreadsheet* yang sesuai untuk mahasiswa SBI adalah bahan ajar memenuhi urutan berikut: pendahuluan (uraian tentang pokok

materi yang akan dipelajari dan hubungannya dengan SETS), analisis fenomena fisika dengan pendekatan matematik/pendekatan analitik tanpa bantuan *Spreadsheet Excel*, analisis fenomena fisika dengan pendekatan analitik dengan bantuan *Spreadsheet Excel*, analisis fenomena fisika dengan pendekatan numerik dengan bantuan *Spreadsheet Excel*, dan pendalaman materi berdasarkan analisis SETS. Hasil uji coba model praktikum dengan prinsip *One on One* menunjukkan skor gain 0,54 yang tergolong sedang, hasil uji coba kelompok kecil menunjukkan skor gain 0,57. Gain diperoleh pada uji coba yang lebih luas adalah 0,50 yang tergolong sedang.

Kata Kunci: *Spreadsheet Excel*, SETS, pemahaman konsep

1. PENDAHULUAN

Rendahnya kualitas pendidikan sangat berpengaruh terhadap kualitas sumber daya manusia. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya kualitas pendidikan terutama pendidikan sains di Indonesia adalah banyaknya konsep yang dikembangkan dalam kurikulum tidak berhubungan secara langsung dengan lingkungan siswa sehingga ketika pertama kali diperkenalkan dengan konsep-konsep dan aplikasi konsep-konsep tersebut siswa merasa asing. Di era sekarang ini, kehidupan masyarakat banyak dipengaruhi oleh sains dan teknologi. Banyak permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari memerlukan informasi ilmiah untuk memecahkannya. Oleh karena itu, literasi sains menjadi kebutuhan setiap manusia agar memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk menyesuaikan diri dengan dinamika kehidupan.

Salah satu kemampuan yang diharapkan dikuasai peserta didik setelah mempelajari sains seperti fisika adalah untuk mengembangkan kemampuan berfikir. Wiyanto (2008) dengan mengutip pendapat Reif menyatakan bahwa tujuan utama pembelajaran fisika adalah membantu peserta didik memperoleh pengetahuan dasar secukupnya yang dapat digunakan secara fleksibel. Adapun alasan yang dikemukakan oleh Reif adalah (1) tujuan pembelajaran sains bukan untuk mengumpulkan fakta tetapi untuk memperoleh kemampuan menggunakan

pengetahuan dasar secukupnya untuk memprediksi dan menjelaskan atau memecahkan berbagai masalah (2) peserta didik hidup di dunia yang kompleks dan terus berubah, mereka hanya akan memperoleh sedikit keuntungan dari pengetahuan yang dihafalkan atau kurang dipahami. Pengetahuan fisika yang diperolehnya akan berguna baginya hanya jika mereka dapat mengelolanya secara fleksibel dengan masalah yang dihadapinya. Pemikiran Reif ini sesuai dengan jiwa pendidikan *life skill* yang mendayagunakan pembelajaran sebagai wahana mengembangkan ketrampilan hidup.

Mulai abad ke-19 banyak kalangan pendidik di Amerika Serikat menunjukkan ketidaksetujuannya terhadap anggapan bahwa semua siswa lulusan sekolah menengah diarahkan dan dipaksa harus menjadi ilmuwan. Ketidaksetujuan ini akhirnya memunculkan gagasan lahirnya pendidikan bervisi sains, teknologi dan masyarakat STS (*Science, Technology and Society*). Dalam perkembangan kehidupan masyarakat, banyak permasalahan muncul yang sebelumnya tidak pernah ditemui. Masalah-masalahan tersebut diantaranya adalah perkembangan IPTEKS sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat dan lingkungan disekitarnya. Berdasarkan atas masalah-masalah yang timbul akibat perkembangan IPTEKS tersebut, mulai tahun 1996, Binadja mengembangkan suatu pendekatan pembelajaran yang bertujuan melatih kemampuan berfikir siswa untuk mempelajari sains secara terpadu dengan teknologi, masyarakat, dan lingkungan SETS (*Science, Environment, Technology and Society*).

Berdasarkan beberapa penelitian dapat dikemukakan bahwa pendekatan pembelajaran bervisi SETS berpengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan siswa. Utomo (2007) menyatakan bahwa pembelajaran fisika melalui pendekatan kooperatif berwawasan SETS mempengaruhi hasil belajar dan aktivitas siswa. Aktivitas belajar siswa mempengaruhi hasil belajar sebesar 93,9% sedangkan 6,1% dipengaruhi oleh variabel lain. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikemukakan bahwa pembelajaran bervisi SETS secara empiris terbukti mampu meningkatkan aktivitas belajar siswa yang secara langsung mempengaruhi hasil belajar siswa.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian dapat dikemukakan bahwa sampai saat ini, fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang kurang disukai siswa baik di tingkat sekolah menengah ataupun tingkat sekolah atas. Pada tingkat perguruan tinggi keadaan tidaklah jauh berbeda, rendahnya minat siswa terhadap fisika dapat dilihat dari indikator rendahnya minat peserta SPMB yang mengambil jurusan fisika apabila dibandingkan dengan jurusan lain di bidang sains. Menurut Fauzi (2009) banyak konsep dan solusi pemecahan masalah fisika disajikan dengan persamaan matematis akibatnya mahasiswa yang kurang menguasai matematika akan semakin sulit memahami konsep-konsep fisika akibatnya mahasiswa kurang berminat terhadap mata kuliah fisika sehingga aktivitas belajarnya semakin rendah.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikemukakan bahwa salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia adalah dengan meningkatkan kualitas pendidikan sains (IPA). Dalam pembelajaran sains sedapat mungkin diusahakan agar konsep yang diajarkan mudah ditemui siswa di lingkungan sekitarnya. Pembelajaran bervisi SETS merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berfikir sehingga saat mempelajari sains siswa dapat mengintegrasikannya dengan unsur-unsur yang lain seperti teknologi, lingkungan dan masyarakat. Dalam pembelajaran fisika, pemahaman konsep sangatlah penting, namun sayangnya berdasarkan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep fisika siswa/mahasiswa rendah. Konsep-konsep fisika ini biasanya disajikan persamaan matematis. Pemodelan gejala fisika secara matematis ini dapat menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa untuk memahami makna fisis dari fenomena alam yang sesungguhnya terjadi.

Sebagai bahan penunjang keberhasilan pembelajaran beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan bahan ajar maupun modul pembelajaran. Pada pembelajaran sains bervisi SETS, walaupun telah banyak penelitian yang dilakukan sehingga dihasilkan bahan ajar baik dalam bentuk *Web* maupun dalam bentuk lembar kerja siswa namun penelitian-penelitian tersebut terfokus pada siswa sekolah menengah, belum ada penelitian yang meneliti tentang keefektifan

pendekatan pembelajaran bervisi SETS untuk mahasiswa. Keterbatasan lain dari penelitian-penelitian tersebut adalah pada proses pembelajaran siswa diajak untuk mengintegrasikan seluruh unsur SETS pada topik/konsep yang masih sederhana. Oleh karena itu dipandang perlu untuk melatih mahasiswa agar dapat berfikir tingkat tinggi dengan bantuan *Spreadsheet* sehingga diharapkan selain mampu mengintegrasikan seluruh unsur SETS, mahasiswa mampu memecahkan berbagai permasalahan karena kemampuan berfikir tingkat tinggi juga meningkat

Berpijak dari pemikiran di atas, maka dipandang perlu untuk disusun bahan ajar fisika yang diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berfikir mahasiswa terutama dalam mengaitkan keterkaitan antar unsur-unsur SETS dengan tetap mengkaitkan unsur SETS tersebut dengan konsep-konsep fisika. Dengan pertimbangan bahwa banyak konsep fisika disajikan dalam suatu model persamaan matematis yang terkadang sangat rumit maka bahan ajar fisika tersebut dilengkapi dengan beberapa aplikasi *Spreadsheet* untuk memvisualisasikan persamaan-persamaan matematis tersebut dalam bentuk tabel dan grafik agar lebih mudah dipahami.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pendidikan Matematika Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model yang dikembangkan oleh Sukmadinata (Syaodih 2007:182). Model ini meliputi 2 tahap pengembangan yaitu studi pendahuluan, pengembangan produk. Tahap studi pendahuluan terdiri atas: studi pustaka, survei lapangan dan penyusunan produk awal. Sedangkan untuk tahap pengembangan meliputi uji coba terbatas dan uji coba yang lebih luas. Uji coba terbatas dengan prinsip *One on One* dan uji coba kelompok kecil, Sedangkan untuk uji coba lebih luas dilakukan pada satu kelas mahasiswa SBI semester I Program Matematika Fisika FKIP Universitas Sebelas.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan tes, wawancara dan angket. Data-data dari wawancara dan angket diolah

menggunakan teknik deskriptif kualitatif sedangkan tes diolah dengan menggunakan gain ternormalisasi dengan persamaan gain ternormalisasi Hake berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_f \rangle - \langle S_i \rangle}{1 - \langle S_i \rangle}$$

dengan:

g = gain

S_f = nilai rata-rata kelas akhir

S_i = nilai rata-rata kelas mula-mula

Keputusan uji:

1. g dikategorikan tinggi jika $\langle g \rangle \geq 0.7$;
2. g dikategorikan sedang jika $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$;
3. g dikategorikan rendah jika $\langle g \rangle < 0.3$. (Hake, 1998)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah bahan ajar Fisika Dasar I berbunyi SETS dengan aplikasi *Spreadsheet*. Bahan ajar yang sudah diujicobakan terdiri atas dua bab. Bab 1 berisi gerak dalam satu dimensi dan bab 2 berisi gerak dalam dua dimensi.

Tiap awal bab dalam buku ajar diuraikan tentang standar kompetensi, kompetensi dasar yang dinyatakan secara eksplisit dalam tujuan instruksional yang diharapkan dikuasai mahasiswa setelah mempelajari buku ajar kemudian dilanjutkan dengan bagian pengantar yang berisi uraian ringkasan materi yang akan dipelajari. Selanjutnya diuraikan tentang analisis suatu topik berdasarkan pendekatan analitik kemudian dilanjutkan analisis berdasarkan pendekatan numerik. Pada setiap akhir uraian materi, pembaca diajak untuk mendalami materi yang baru saja dipelajari dengan menghubungkan konsep yang dipelajari dengan menggunakan kerangka berfikir SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*). Pada akhir setiap bab disajikan kesimpulan dan evaluasi tentang yang dapat digunakan pembaca mengevaluasi pemahamannya setelah membaca bab yang bersangkutan.

Setelah bahan ajar direvisi sesuai masukan reviewer, maka bahan ajar mulai diujicobakan. Berdasarkan rerata skor pre tes dan post tes uji coba *One on One* disimpulkan bahwa setelah mempelajari bahan ajar yang diberikan terdapat peningkatan skor dengan gain 0,54. Berdasarkan rerata skor pre tes dan post tes uji coba terbatas disimpulkan bahwa setelah mengikuti bahan ajar yang dikembangkan terdapat peningkatan skor dengan gain 0,57. Untuk uji coba yang lebih luas diperoleh rerata skor pre tes 4,5 sedangkan hasil post tes adalah 7,25 dengan demikian untuk uji coba lebih luas gain yang diperoleh adalah 0,50.

Berdasarkan hasil ujicoba ini peneliti menyimpulkan bahwa untuk mata kuliah Fisika Dasar I, *Spreadsheet Excel* dapat diajarkan sampai dengan mensintesis data dan membuat grafik. Analisis numerik dengan metode yang sederhana seperti metode Euler tetap perlu diajarkan karena sangat penting untuk memahami bahan ajar, namun mahasiswa tidak perlu diminta membuat sendiri analisis numerik dengan *Spreadsheet Excel*, lebih baik jika ditampilkan saja hasil-hasilnya.

Menurut mahasiswa, penggunaan *Spreadsheet Excel* untuk membantu mengungkap berbagai fenomena Fisika semakin meningkatkan pemahaman konsep fisika yang dipelajari. Dengan penggunaan pendekatan SETS, semakin membantu mahasiswa lebih memahami Fisika karena mahasiswa diajak mendalami fisika secara lebih jauh dengan mengkaitkan konsep fisika dengan teknologi, lingkungan, dan masyarakat.

Setelah uji coba bahan ajar selesai dilakukan, peneliti memberikan angket kepada responden dengan hasil selengkapnya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Angket Tanggapan Mahasiswa terhadap Bahan Ajar

No	Pernyataan	SS (%)	S (%)	R (%)	TS (%)	STS (%)
1.	Bahan ajar dapat dipergunakan sebagai sumber referensi belajar	31	69			
2.	Isi bahan ajar bermanfaat dalam studi saya	47	53			
3.	Isi materi bahan ajar cukup lengkap		58	42		

4.	Tampilan isi bahan ajar cukup menarik dan interaktif		68	27	5	
5.	Adanya data dalam tabel membantu saya memahami konsep fisika yang sedang saya pelajari	9	79	7	5	
6.	Dalam menggunakan bahan ajar ini dosen tetap dibutuhkan	79	21			
7.	Kata dan bahasa yang dipakai dalam bahan ajar dapat dipahami	74	21	5		
8.	Bahan ajar ini membantu saya meningkatkan pemahaman konsep matematika	10	63	27		
9.	Bahan ajar ini cukup mudah dipelajari		68	32		
10.	Setelah menggunakan bahan ajar kemampuan pemahaman saya untuk memahami grafik semakin meningkat	10	68	22		
11.	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang hubungan fisika dengan teknologi semakin meningkat	16	84			
12.	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang hubungan antar konsep fisika semakin meningkat	5	84	11		
13.	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang hubungan fisika dengan masyarakat semakin meningkat	74	26			
14.	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang hubungan fisika dengan lingkungan semakin meningkat	10	73	17		
15.	Saya tidak mengalami kesulitan memahami bahan ajar yang disajikan dalam bahasa inggris	10	73	17		
16.	Setelah menggunakan bahan ajar ini pemahaman saya tentang konsep turunan/diferensial semakin meningkat	10	73	17		
17.	Adanya variabel-variabel persamaan dalam contoh soal mempermudah memahami soal yang akan diselesaikan	5	90	5		
18.	Penggunaan bahan ajar dengan bantuan <i>Microsoft Excel</i> sangat membantu dalam memahami berbagai konsep fisika yang diperoleh dari grafik	26	84			
19.	Saya tertarik dengan penggunaan <i>Spreadsheet Excel</i> untuk menyelesaikan berbagai soal fisika	26	84			
20.	Saya tidak merasa bosan dalam menggunakan bahan ajar ini		90	10		

Berdasarkan tabel 1 dapat dikemukakan bahwa secara umum mahasiswa berpendapat bahwa modul yang disusun masuk dalam kategori cukup baik.

Tanggapan mahasiswa sangat positif tentang penggunaan pendekatan SETS dan penggunaan *Spreadsheet Excel* yang digunakan dalam bahan ajar, Berdasarkan hasil analisis angket tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika.

Berdasarkan hasil dari langkah-langkah pengembangan di atas dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah menghasilkan draft akhir bahan ajar fisika dasar I bervisi SETS dengan aplikasi *Spreadsheet*. Bahan ajar yang disusun setelah diujicobakan di lapangan secara nyata telah terbukti berdampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika mahasiswa. Dampak lain dari penggunaan bahan ajar tersebut adalah semakin meningkatnya kemampuan mahasiswa dalam menganalisis berbagai fenomena Fisika dengan bantuan *Spreadsheet*. Selain itu mahasiswa dilatih menghubungkan keterkaitan ilmu Fisika, teknologi yang dihasilkan dari penerapan ilmu Fisika tersebut dan pengaruh ilmu Fisika dan teknologi yang dihasilkan terhadap lingkungan dan masyarakat.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa susunan bahan ajar fisika dasar I bervisi SETS dengan aplikasi *Spreadsheet* yang sesuai untuk mahasiswa SBI adalah bahan ajar memenuhi urutan berikut: pendahuluan (uraian tentang pokok materi yang akan dipelajari dan hubungannya dengan SETS, analisis fenomena fisika dengan pendekatan matematik/ pendekatan analitik tanpa bantuan *Spreadsheet*, analisis fenomena fisika dengan pendekatan analitik dengan bantuan *Spreadsheet*, analisis fenomena fisika dengan pendekatan numerik dengan bantuan *Spreadsheet* dan pendalaman materi berdasarkan analisis SETS

DAFTAR PUSTAKA

Aji, Adiyoso. 2005. *Upaya Meningkatkan Kemandirian Dan Hasil Belajar Siswa Melalui Bahan Ajar Fisika Berbasis Web*. Tesis. Universitas Negeri Semarang.

- Anderson, L. Krathwohl, D. Airasian, P. Cruikshank, K. Mayer, R. Pintrich, P. Raths, J dan Wittrock, M. 2001. *A Taxonomy For Learning, Teaching, And Assesing*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Benacka, J. 2005. *Spreadsheet Nmerical Modeling in Secondary School Physics and Biology*. *Spreadsheet in Education 3* : 287-298.
- Berg, V. 1991. *Buku Sumber Fisika Eksperimental untuk Sekolah Menengah*. Salatiga: UKSW Press.
- Binadja, Ahmad, 1998. *SETS a Popular way to Communicate Science*. Makalah Disajikan dalam Pelatihan An Early Start to SETS Education, di Penang Malaysia.
- Binadja, Ahmad, 1997. *The Nature of SETS Education*. Makalah Disajikan dalam Seminar Language in the Context of Science and Mathematic di Semarang 4-6 Mey 1998.
- Binadja, Ahmad, 1996. *Constructivism and the Process of Science*. . Classroom Teachers 2.2.
- Bloch, S.C. 2005. *Excel untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Terjemahan Soni Astranto. Jakarta: Erlangga.
- Broadstock, M. Gorge, E dan Vazquez, J. 2000. *Learning Energy, Momentum, and Conservation Concept with Komputer Support in a Graduate Physics Laboratory*. University of Montreal. <http://userpages.wittenb.erg.edu/egeorge/NARST2001paper.pdf> (23 Maret 2010).
- Budiharti, Rini, 2009. *Identifikasi Sains Asli (Indigenous Science) System Pranata Mangsa Melalui Kajian Etnosains*. Laporan Penelitian. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Chapra, S. dan Canale, R. 1998. *Numerical Methods for Engineers with Programming and Software Aplication*. Singapura: McGraw-Hill.
- Doak, R.B. Carter, J.MC. Green, M. Duerden, S. Evan, D. Roedel, R dan Wiliam, P. 2005. *Animated Spreadsheets as a Teaching Resource on the Freshman Level*. http://cob.jmu.edu/kruckse/research/KRUCKSHEETZ_SpreadsheetAccTheory.pdf (15 Februari 2010).
- Fauzi, A. 2009. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika dengan Aplikasi Spreadsheet*. Tesis. Universitas Negeri Semarang.
- Fauzi, A, Jamzuri, Radiyono, 2009. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika Dasar*

I Berbasis Spreadsheet Dengan Pendekatan Analitik dan Numerik. Laporan penelitian. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Fowler, M. 1998. *Spreadsheet Treatment of the Simple Pendulum*. University of Virginia. www.wfu.edu/physics/cel/spreadsheets.html (15 Februari 2008).
- Gall, M.D. dan Borg, W.R. 2003. *Educational Research An Introduction 7th Edition*. Boston: Allyn & Bacon.
- Hake.1998. *Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, American Journal of Physics. 66: 64-74.
- Haryadi. 2003. *Tingkat Perbedaan Minat Minat Moivasi Dan Prestasi Belajar Mengenai Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Optika Geometric Berwawasan SETS dengan Pembelajaran Konvensional*. Tesis. Universitas Negeri Semarang
- Indiharti, sri. 2008. *Pengaruh Penerapan Lembar Kegiatan Siswa Bervisi Sets Pada Aktivitas Dan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMA 2 Ungaran*. Tesis. Universitas Negeri Semarang.
- Jonassen, D.1996. *Affording Multiple Knowledge Representation for Learning*. Pennsylvania state University.www.wfu.edu/physics/cel/spreadsheets.html (15 Februari 2010).
- Lane, D.M dan Peres, S.C.2006.*Interactive Simulation in the Teaching of Statistic: Promise and Pitfalls*. <http://psych.rice.edu/paper/interactive-simulation.pdf> (27 Maret 2010).
- Lingard,M. 2003. *Using Spreadsheet Modeling to Teach About Feedback in Physics*. Physics Education 38: 418-422.
- Mc Dermot dan Redish. 1999..... American Journal of Physics. 67: 758.
- Puskur Balitbang Depdiknas. 2006. *Draft Panduan Penyusunan Kurikulum Dan Silabu Bervisi Sets (Salintemas) Tingkat Satuan Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: Puskur Balitbang Depdiknas.
- Pyper, A.B. 2003. *Evaluating the Impact of the Use of Spreadsheet in the Introductory Physics Laboratory on Student Engagement and Enjoyment*.Disertasi.:Utah State University.<http://emp.byui.edu/PYPERB/papers%20and%20presentations/BAPdissertation.pdf> (23 Maret 2010).

Ranne, C dan Kolari, S. 2003. *Promoting the Conceptual Understanding of Engineering Students Through Visualisation*. <http://www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee/vol7no2/SavRanneKolari.pdf> (20 Februari 2010).

Rustad, S. 2004. *Memfaatkan Spreadsheet untuk Memperkuat Konsep Pelayangan Gelombang*. Jurnal Pendidikan Fisika. UNNES.

Seila,A.2005.*Spreadsheet Simulation*.http://www.informatik.uni_trier.de/~ley/db/indices/atrees/seila:Andrew F.html (20 Maret 2010).

Syaodih, N. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT.Remaja Rosdakarya.

Thornton, R dan Skolof, D. 1998. *Assessing Student Learning of Newton's Law: The Force and Motion Conceptual Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula*. American Journal of Physics.66. 338-352.

Wiyanto, 2008. *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: UNNES PRESS.

Pertanyaan : Apakah kesulitan – kesulitan dalam melakukan penelitian ini?

Jawab : Karena materinya juga diperkenalkan aplikasinya analisis numerik banyak mahasiswa kesulitan memahaminya, sehingga mahasiswa lebih difokuskan pada analisis analitiknya. Materi yang dibahas dengan pendekatan numerik diarahkan sebagai materi pengayaan saja.