

KEMAMPUAN RETENSI DAN TRANSFER BELAJAR MAHASISWA DARI SKEMA DIFERENSIAL KEDALAM KONTEKS PEMECAHAN MASALAH FISIKA

Oleh:
Ngadimin ¹⁾

¹ Dosen Pend. Fisika FKIP Universitas Syiah Kuala
Korepondensi: wngadimin@gmail.com

(Diterima: 20 Maret 2014, Disetujui: 28 Maret 2014, Dipublikasikan: April 2014)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: mengetahui retensi dan transfer belajar mahasiswa dari skema diferensial kedalam menyelesaikan masalah fisika; mengidentifikasi kesulitan mahasiswa dalam melakukan transfer belajar dari skema diferensial kedalam konteks permasalahan fisika. Instrumen dalam penelitian ini digunakan test dan kuesioner. Test terdiri dari soal-soal berpasangan. Setiap pasangan soal test terdiri satu soal diferensial murni dan satu soal fisika yang menerapkan konsep diferensial terkait. Untuk mengetahui adanya transfer belajar dilakukan uji korelasi Pearson. Hasil uji korelasi terhadap nilai test soal berpasangan yang terdiri soal persamaan diferensial murni dan soal fisika yang menggunakan bentuk persamaan diferensial terkait, diperoleh korelasi yang tinggi pada pasangan soal yang sederhana dan mempunyai kemiripan bentuk. Sebaliknya diperoleh korelasi yang rendah pada pasangan soal persamaan diferensial yang lebih rumit dan memerlukan penalaran terhadap konsep untuk mengkonstruksi persoalan fisika kedalam bentuk persamaan diferensial. Adanya korelasi tersebut mengindikasikan adanya transfer belajar dari konteks persamaan diferensial kedalam pemecahan masalah fisika yang menggunakan konteks persamaan diferensial. Ada beberapa faktor terindikasi menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam melakukan transfer belajar yang terungkap dari penelitian ini diantaranya karena perubahan notasi, karena faktor gangguan dari aspek fisika seperti asumsi-asumsi yang sudah terbangun dalam konsep sebelumnya, juga karena kesulitan dalam mengkonstruksi persoalan fisika yang dinyatakan dalam bentuk naratif menjadi bentuk persamaan diferensial untuk diselesaikan.

Kata kunci : Retensi, transfer belajar, skema diferensial, permasalahan fisika.

ABSTRACT

The research intends to develop assessment about retention and learning transfer, spesifically, aims to identify retention and learning transfer of students from differential scheme into physics problems solution; identify students' difficulties in doing learning transfer from differential scheme into the context of Physics problems. This research used instrument in forms of written test and questionnaire. The test is math questions. Every match question is consisted of a pure differential question and a physics problem that applies relevant differential concept. It is used Pearson Corelation test to identify learning transfer. Corellation test toward the test, shows that high correlation toward simple and similar match questions. In constrats, it shows low correlation toward difficult match question and needs concept analysis to construct physics problem into diffetial equation. The correlation indicates learning transfer from differetial equation context into physics problem solutions that utilize differential equation context. There are several factors cause students' difficulties in doing learning transfer namely: notation changes, disturbance of wrong assumptions from previous learnt concept, difficulty in constructing physics problem which is stated in narratif form to be solved diffential equation.

Key words : Retention, learning transfer, differential scheme, physics problems.

PENDAHULUAN

Matematika sangat berperan penting dalam ilmu fisika. Untuk menjelaskan gejala fisika diperlukan model matematika yang merepresentasikan besaran dari elemen-elemen fisis serta hubungan fungsional antara besaran atau sifat perilaku elemen-elemen yang terkait dengannya. Untuk dapat menggunakan konsep matematika dalam memecahkan permasalahan fisika dibutuhkan selain kemampuan retensi terhadap konsep juga kemampuan mentransfer pengetahuan dari skema matematika ke konteks fisika. Sebagaimana dikatakan oleh Lili Cui (2006) bahwa: “retention (memori) is the ability to recall your knowledge at a later point in time..”. Berdasarkan pendapat tersebut berarti bahwa retensi adalah kemampuan mengingat kembali konsep yang sudah dipelajari saat dibutuhkan. Seseorang akan mampu menyelesaikan masalah yang mempunyai kesamaan pola dengan pengetahuan yang sudah dipelajari sebelumnya. Pengetahuan yang sudah dipelajari akan tersimpan dalam memori (ingatan) dan dapat diingat kembali ketika diperlukan saat memecahkan masalah yang memiliki kesamaan dengan pengetahuan yang sudah dipelajari.

Beberapa pendapat berkaitan dengan transfer belajar, diantaranya menurut Lili Cui (2006) bahwa: “transfer of learning is defined as the ability to apply what one has learned in one situation to a different situation”. Sedangkan Robello dkk (2007)

mengatakan bahwa “Transfer of learning is the application of skills and knowledge learned in one context being applied in another context”. Selanjutnya Lobato (2003) berpandangan tentang model Transfer Berorientasi Aktor (AOT), menggambarkan bahwa transfer sebagai konstruksi personal berdasarkan kesamaan antara dua konteks. Dari beberapa pendapat tersebut, transfer dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menerapkan konsep yang sudah dipelajari dalam suatu situasi ke situasi lain yang memiliki kesamaan konteks, sedangkan yang belajar atau pelaku belajar berperan sebagai aktor yang secara aktif membangun pengetahuan baru berdasarkan pengalaman sebelumnya. Secara implisit tersirat bawa transfer belajar akan terjadi apabila dua aktivitas berisi kesamaan atau memiliki elemen-elemen yang identik. Dalam konteks pemecahan masalah, transfer belajar dapat diartikan kemampuan menerapkan pengetahuan atau pengalaman belajar satu konsep kedalam pemecahan masalah yang berkaitan dengan konsep tersebut, dari pengalaman menyelesaikan masalah diterapkan ke penyelesaian masalah lain dan bahkan pembelajar dapat mentransfer pengetahuan dari dunia sekolah kedalam kehidupan masyarakat.

Dikenal ada dua macam transfer belajar yaitu: transfer horizontal dan transfer vertikal. Transfer horizontal mencakup penerapan ide atau konsep yang sudah dipelajari sebelumnya kedalam sebuah soal. Transfer horizontal

terjadi dengan adanya asosiasi antara skema internal dengan variabel masalah yang disediakan. Jika tidak terjadi kesejajaran atau tidak cocok antara skema internal yang dimiliki seseorang dengan informasi soal yang disediakan maka orang tersebut tidak mengerjakan atau tidak memberikan jawaban terhadap pertanyaan soal (Lili Cui (2006)). Contoh dalam transfer horizontal adalah siswa menjawab soal dengan memasukkan angka-angka kedalam rumus yang cocok.

Dalam transfer vertikal, pebelajar mengingat kembali ciri-ciri informasi yang terkandung dalam skenario soal dan kemudian mengkonstruksi skema baru melalui aktivitas berturut-turut dan ditambah dengan mengkaitkan antara elemen-elemen pengetahuan. Transfer vertikal meliputi pembentukan ide atau konsep baru untuk menyelesaikan persoalan dengan cara mengkaitkan atau menggabungkan lebih dari satu elemen-elemen pengetahuan. Contoh transfer vertikal dalam penyelesaian soal dalam fisika misalnya mengkaitkan konsep usaha dengan beberapa konsep lain misalnya konsep gaya dan konsep perpindahan atau dengan konsep energi.

Beberapa penelitian telah dilakukan berkaitan dengan retensi dan transfer pengetahuan matematika kedalam penyelesaian masalah fisika. Bassok dan Holyoak (1989) dan Bassok (1990) sudah melakukan penelitian terhadap transfer belajar dari aljabar ke fisika yang menemukan adanya transfer belajar secara asimetri.

Banyak pelajar yang sudah belajar aljabar dapat mengaplikasikan pengetahuan aljabar dalam problem fisika, namun hanya sedikit yang sudah belajar fisika dapat mengaplikasikan pengetahuan mereka kedalam problem aljabar.

Ozimek (2004); Bransford, Schwartz (1999), Lobato (2003) telah melakukan penelitian tentang retensi dan transfer dari trigonometri ke fisika pada mahasiswa tingkat pemula yang menemukan adanya transfer belajar dari kelas trigonometri kedalam kelas fisika.

Lili Cui (2006) melakukan penelitian tentang retensi dan transfer belajar dari skema kalkulus kedalam konteks fisika, ditemukan bahwa umumnya mahasiswa mampu menggunakan skema kalkulus dalam memecahkan soal kalkulus, namun sebagian besar tidak mampu menerapkan skema kalkulus untuk menyelesaikan soal dalam konteks fisika. Kesulitan utama bukan disebabkan mahasiswa tidak mempunyai pengetahuan atau ketrampilan kalkulus, melainkan karena tidak memahami bagaimana kalkulus diterapkan sewajarnya bagi permasalahan fisika. Kesulitan-kesulitan dimaksud meliputi kesulitan menentukan variabel yang cocok, menentukan batas integral, tidak jelasnya kriteria untuk menentukan bentuk kalkulus yang dapat diterapkan dalam problem fisika yang diberikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bermaksud untuk melakukan studi tentang transfer belajar dari pemecahan masalah matematika ke belajar pemecahan masalah fisika khususnya berkaitan dengan konsep diferensial. Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa Program Pendidikan Fisika FKIP Unsyiah yang mengambil mata kuliah Fisika Matematika II.

Alat pengumpulan data dalam penelitian ini digunakan tes soal berpasangan dan angket. Soal berpasangan digunakan untuk mengetahui kemampuan menyelesaikan permasalahan diferensial dan permasalahan kasus fisika dalam bentuk persamaan diferensial yang relevan. Konteks soal dibuat sedemikian rupa sehingga setiap pasang soal memiliki sifat simetris dan similaritas antara permasalahan diferensial dalam matematika dengan permasalahan fisika yang menerapkan diferensial. Untuk menilai kemampuan menjawab soal tes digunakan rubrik penilaian jenis rating scale. Menurut Sugiyono (2008) bahwa "dengan *rating scale* data mentah yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif".

Data penelitian dikumpulkan pada setiap proses pembelajaran melalui dua sesi dengan menyiapkan satu set soal berpasangan. Sesi pertama (awal pelajaran), responden diminta menyelesaikan satu soal fisika terkait dengan materi diferensial yang akan dibahas pada pertemuan tersebut. Sesi kedua (akhir

pembelajaran), responden diminta menyelesaikan dua soal yang isomorfik yakni satu soal diferensial murni (pure differential) dan satu soal fisika yang sudah diberikan pada awal pembelajaran. Setelah selesai tes mengerjakan soal, responden diberi angket untuk dimintai penjelasan tentang jawaban yang sudah mereka tulis dan hubungan antara pola matematika dan kasus fisika dalam bentuk diferensial dipandang dari perspektif responden.

Data hasil tes diolah menggunakan statistik korelasi Pearson untuk melihat ada tidaknya korelasi yang signifikan antara kemampuan menyelesaikan soal diferensial (dalam konteks matematika) dan kemampuan menyelesaikan soal kasus fisika dalam bentuk persamaan diferensial. Jika ada, berarti menunjukkan kemungkinan ada transfer belajar, sesuai menurut perspektif Actor-Oriented dari Labato (2003) bahwa satu latihan soal yang dikerjakan siswa sudah mengkonstruksi "relasi similaritas" antara fisika dan aspek matematika dari soal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Studi tentang transfer belajar dari skema matematika ke pemecahan masalah fisika (terapan matematika) telah dilakukan terhadap responden yaitu mahasiswa Prodi Fisika semester 4 yang sedang mengambil mata kuliah Fisika Matematika II. Pada tahap ini telah dilakukan kajian terhadap empat pasangan soal, setiap pasangan terdiri dari

satu soal dalam skema diferensial orde satu dan satu soal kasus fisika (merupakan terapan konsep diferensial orde satu). Responden diminta menyelesaikan kedua soal menggunakan pemisahan variabel atau dengan faktor integral.

Tabel 1. Pasangan soal matematika dan soal fisika dalam skema diferensial orde satu

Soal Matematika	Soal kasus fisika
M1 : diferensial tercampur	F1 : perubahan tekanan gas pada temperatur tetap
M2 : diferensial linier homogen	F2 : kasus gerak oleh gesekan fluida
M3 : diferensial linier tak homogen	F3 : kasus suhu pendinginan benda karena pengaruh lingkungan
M4 : Soal diferensial linier tak homogen (setara dengan soal M3)	F4: Kasus pengisian muatan kapasitor dalam rangkaian listrik

Soal Fisika dan soal matematika di atas mempunyai sifat simetri dan relasi similaritas ditinjau dari bentuk maupun cara penyelesaiannya. Soal M1 memiliki kemiripan dengan soal F1, soal M2 memiliki kemiripan dengan soal F2, demikian juga pasangan soal lainnya. Kesamaan bentuk antara kedua kelompok soal tersebut dimaksudkan untuk memudahkan atau menjadi agen transfer pengetahuan dari konteks pemecahan masalah diferensial secara matematika ke dalam pemecahan

masalah fisika yang melibatkan konsep diferensial tersebut.

Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi Pearson antara nilai matematika dan nilai fisika dalam konsep persamaan diferensial orde 1 diperoleh hasil diperlihatkan sebagaimana tabel berikut

Ketentuan	Kode Soal		Koefisien Korelasi pearson	Tingkat Korelasi
N = 36 $r > 0,329$, mengindikasikan korelasi signifikan pada taraf 5%	Latihan1	F1	0,591	Sedang
		M1		
	Latihan 2	F2	0,380	Rendah
		M2		
	Latihan 3	F3	0,655	Kuat
		M3		
	Latihan 4	F4	0,280	rendah
		M4		

Berdasarkan ketentuan uji statistik korelasi product moment dengan jumlah data $n = 36$ dan taraf kepercayaan 95% atau signifikansi 5%, korelasi antara nilai dua variable dikatakan signifikan apabila terpenuhi syarat nilai koefisien korelasi hasil perhitungan $r_{hitung} > 0,326$ (Sugiyono, 2008). Berdasarkan ketentuan tersebut berarti nilai untuk tiga pasangan soal yakni pasangan soal latihan 1, pasangan soal latihan 2, dan pasangan soal latihan 3 memiliki korelasi yang signifikan Sedangkan untuk pasangan soal latihan 4 (pasangan F4 dan M4) korelasi tingkat korelasinya tidak signifikan.

Korelasi yang signifikan secara statistik antara nilai matematika dan nilai fisika tertentu adalah kondisi yang diperlukan untuk transfer belajar dari belajar matematika ke dalam belajar fisika tertentu. Jadi

korelasi yang kuat antara nilai diferensial orde satu dan nilai fisika dalam skema diferensial orde satu menunjukkan kemungkinan transfer belajar dari persamaan diferensial kedalam konteks pemecahan masalah fisika terkait.

Pembahasan

Kedalaman penguasaan konsep sangat berkaitan erat dengan kemampuan transfer belajar. Dalam kaitan ini Bransford, Brown et al., (1999) berpendapat "Students with deeper understanding of a concept are more likely to be able to transfer concept to other situations." Faktor lain yang menjadi kendala seseorang ketika melakukan transfer pengetahuan dari suatu situasi ke situasi lain diantaranya disebabkan oleh: faktor penggunaan notasi dan simbolisme, faktor gangguan, dan faktor pengkotakan pengetahuan (Carl Wieman, 2005).

1) Faktor notasi dan simbolisme:

Penggunaan notasi dan simbol yang berbeda untuk konsep yang sama dapat menghambat transfer pengetahuan. Yeatts dan Hundhausen dalam Carl Wieman (2005) mengatakan: "murid-murid sering tidak mampu mengenali hubungan antara dua persoalan yang menggunakan konsep sama karena berbeda notasi yang digunakan"

2) Faktor gangguan:

Siswa cenderung melakukan kesalahan dikarenakan perhatiannya lebih terfokus pada aspek lain dari masalah yang diberikan. Beberapa konteks masalah fisika

terkadang cenderung menarik perhatian sehingga proses matematika terganggu oleh pemahaman mahasiswa tentang fisika. Hal semacam ini dihadapi mahasiswa misalnya ketika menyelesaikan soal berkaitan dengan pengisian muatan kapasitor. Kebanyakan mahasiswa telah memiliki pemahaman bahwa arus listrik searah tidak dapat mengalir pada kapasitor sebagaimana dalam konsep listrik statis. Mahasiswa tidak memahami bahwa pada proses pengisian atau pengosongan kapasitor dalam waktu relative singkat arus mengalir secara transien sampai kapasitor penuh, baru kemudian arus menjadi nol. Pada proses pengisian dan pengosongan kapasitor tersebut berarti arus listrik berubah sebagai fungsi waktu secara eksponen. Demikian juga pada persoalan tentang kasus pengaruh gaya pada gerak benda. Selama ini sebagian besar mahasiswa hanya mengenal gaya konstan. Hal ini mungkin dikarenakan contoh kasus yang sering dibahas selama belajar fisika hanya menyangkut gaya konstan dan keterkaitannya dengan gerak lurus berubah beraturan. Sehingga ketika diberikan persoalan menyangkut gaya yang berubah sebagai fungsi kecepatan, sebagian besar mahasiswa melakukan kesalahan dalam menurunkan rumus menggunakan persamaan diferensial.

3) Faktor Pengkotakan pengetahuan:

Sebagian mahasiswa cenderung memilah pengetahuan mereka dan membedakan antara

matematika dan fisika. Mereka membatasi pengetahuan dalam dua frame yang berbeda sehingga menghambat mereka dalam melihat koneksi antara matematika dan fisika.

Selain beberapa faktor di atas, penyebab rendahnya nilai tes juga dikarenakan mahasiswa jarang menghadapi soal dalam bentuk persamaan diferensial. Hal ini terungkap dari pertanyaan angket yang diajukan pada responden” Apakah soal diferensial tersebut sudah biasa bagi anda? “. Dari 36 responden 88,89 % menjawab “jarang mengerjakan soal-soal dalam skema diferensial sebagaimana mereka kerjakan saat tes.

Jika dilihat dari penyebaran nilai, tampak bahwa skor yang dicapai dalam menyelesaikan masalah fisika sangat berkaitan erat dengan skor yang dicapai dalam menyelesaikan permasalahan diferensial. Artinya ada kaitan antara kemampuan menyelesaikan permasalahan dalam konteks diferensial dengan kemampuan menyelesaikan permasalahan fisika yang melibatkan konsep diferensial terkait.

Tentang keyakinan terhadap jawaban soal kasus Fisika terkait persamaan diferensial orde satu, responden diberi pertanyaan “Apakah anda yakin terhadap jawaban soal fisika yang barusan dikerjakan?” Sebanyak 13,16 persen menjawab “tidak yakin”, dan 65,79 % menjawab “kurang yakin” terhadap jawaban yang mereka berikan saat mengikuti tes. Ketidak yakinan responden terhadap jawaban soal kasus fisika salah satunya

disebabkan oleh pengetahuan awal responden tentang konsep fisika yang terkait dengan soal. Hal ini sesuai dengan jawaban angket “Apakah anda masih ingat konsep fisika yang anda butuhkan untuk menyelesaikan soal tersebut?”. Ternyata sebanyak 5,26 % responden menjawab “tidak ingat sama sekali” dan 44,74% menjawab “tidak ingat” konsep fisika yang berkaitan dengan soal kasus fisika tersebut.

Terungkap dari wawancara bahwa dalam banyak latihan soal fisika, mahasiswa lebih sering diberi soal dalam bentuk penggunaan rumus siap pakai, dan pertanyaan banyak menyangkut perhitungan angka-angka. Sangat jarang diberikan soal berupa penurunan atau penemuan rumus melalui proses matematika seperti melalui integral maupun diferensial. Sehingga mahasiswa mengalami kesulitan ketika diberi soal yang terkait dengan diferensial untuk membuktikan rumus. Di sisi lain, pengetahuan responden tentang konsep matematika dalam konteks pemecahan masalah persamaan diferensial orde satu juga masih rendah. Hal ini terungkap dari pertanyaan “Apakah anda masih ingat konsep matematika yang anda butuhkan untuk menyelesaikan soal tersebut?” Ternyata sebanyak 81,58 % responden mengaku “tidak ingat” dan sebanyak 7,89 % yang mengaku “tidak ingat sama sekali” tentang konsep matematika yang terkait dengan pemecahan soal persamaan diferensial orde satu. Pemahaman konsep diferensial orde satu yang dimiliki responden sangat berkaitan erat

dengan keyakinan terhadap jawaban soal persamaan diferensial yang mereka kerjakan. Berdasarkan angket menunjukkan bahwa sebanyak 5,26% mengatakan “tidak yakin” dan 78,95% mengatakan “kurang yakin” terhadap jawaban soal. Berdasarkan penelusuran terhadap jawaban terungkap bahwa kemampuan diferensial kebanyakan mahasiswa masih sebatas diferensial fungsi berbentuk polynomial biasa, sedangkan diferensial yang melibatkan logaritma dan trigonometri masih sulit dikerjakan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan studi pendahuluan terhadap 36 mahasiswa yang mengambil mata kuliah Fisika Matematika II pada Prodi pendidikan Fisika FKIP Unsyiah, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil uji korelasi terhadap nilai test soal berpasangan yang terdiri soal persamaan diferensial murni dan soal fisika yang menggunakan bentuk persamaan diferensial terkait, diperoleh korelasi yang tinggi pada pasangan soal yang sederhana dan mempunyai kemiripan bentuk. Sebaliknya diperoleh korelasi yang rendah pada pasangan soal persamaan diferensial yang lebih rumit dan memerlukan penalaran terhadap konsep untuk mengkonstruksi persoalan fisika kedalam bentuk persamaan diferensial.

- Adanya korelasi antara kemampuan memecahkan soal diferensial murni dalam konteks matematika dengan kemampuan memecahkan soal persamaan diferensial dalam bentuk kasus fisika, mengindikasikan adanya transfer belajar dari konteks persamaan diferensial kedalam pemecahan masalah fisika yang menggunakan konteks persamaan diferensial.
- Ada beberapa faktor yang terindikasi menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam melakukan transfer belajar yang terungkap dari penelitian ini diantaranya karena perubahan notasi, karena faktor gangguan dari aspek fisika seperti asumsi-asumsi yang sudah terbangun dalam konsep sebelumnya, karena kesulitan dalam mengkonstruksi persoalan fisika yang dinyatakan dalam bentuk naratif menjadi bentuk persamaan diferensial untuk diselesaikan.

Saran

Diperlukan intervensi dan strategi untuk meningkatkan kemampuan mengaplikasikan konsep diferensial ke dalam pemecahan masalah fisika. Pertanyaan yang muncul dan belum terjawab dalam penelitian ini adalah ” Strategi apa yang dapat meningkatkan transfer belajar dari konteks diferensial ke dalam pemecahan masalah fisika?. Atau bagaimana cara meningkatkan kemampuan mahasiswa menggunakan konsep diferensial untuk pemecahan masalah fisika, lebih lanjut

adalah bagaimana meningkatkan kemampuan mengkonstruksi permasalahan fisika dari bentuk narasi menjadi bentuk persamaan diferensial untuk diselesaikan. Perlu penelitian untuk meningkatkan kemampuan transfer pengetahuan dari konsep diferensial ke dalam konteks pemecahan masalah Fisika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada bagian proyek penelitian Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberi kepercayaan kepada kami untuk melakukan penelitian, pimpinan dan staf Lembaga Penelitian Unsyiah sebagai penyelenggara, bapak Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah, dan kepada semua pihak yang telah membantu baik moril maupun spirituil sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bassok, M. (1990). "Transfer of domain-specific problem-solving procedures." *Journal of Experimental Psychology Learning*, p: 522-533.
- Bassok, M. and K. Holyoak (1989). "Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics." *Journal of Experimental Psychology Learning*, p: 153-166.
- Bransford, J. D. and D. Schwartz (1999). "Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications." *Review of Research in Education* **24**: 61-100.
- Carl Wieman (2005). **Minimize Your Mistakes by Learning from Those**

of Others . The Physics Teacher . Vol. 43. April 200

- Ciu, Lili. (2006). Assessing College Students' Retention and Transfer From Calculus to Physics. Department of Physics College of Arts and Sciences, K-State Electronic Theses. diakses 5 Januari 2010 <http://www.compadre.org/per/search/search>
- Lobato, J. E. (2003). "How Design Experiments Can Inform a Rethinking of Transfer and Vice Versa." *Educational Researcher* vol **32**(1), p: 17-20.
- Ozimek, D. J. (2004). Student Learning, Retention and Transfer from Trigonometry to Physics. **Online Thesis**, Manhattan: Department of Physics College of Arts and Sciences Kansas State University, diakses 7 April 2010
- Rebello, N. S., Cui, L. et al. (2007). Transfer of learning in problem solving in the context of mathematics and physics. Learning to solve complex, scientific problems. D. H. Jonassen. Mahwah, NJ, Lawrence Earlbaum Associates.

Sugiyono. (2008). Metode Penelitian Pendidikan. Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta. Bandung