

**Basic Technology Education within Digital Era:  
Physics Pre-Service Teacher Design-Based Learning**

Ridwan Efendi<sup>1)</sup>, Arif Hidayat<sup>1)</sup>, Muhamad Gina Nugraha<sup>1)</sup>, Duden Saepuzaman<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Physics Education Departement, Universitas Pendidikan Indonesia

**Abstract**

In Digital Era, Basic Technology Education (BTE) has become an important issue and an idea to teach in the classroom as one of national curriculum part. It is necessary for Teacher Education Institute (TEIs) which produce science teachers to held BTE courses with 'BTE way' that is means with Design-Based Learning (DBL). It is conducted on students since two years ago, which tends on daily life simple-science application, active learning, focus-group activity and find some daily problem solving concerned with basic technology application through best-design group. The paper investigates DBL for the physics pre-service teacher. Books and journal discussion are delivered previously, with structured-task, project-product, usable and simplifity of the product are used as evaluation instrument and student's responses are involved. It is obtained that student responses are positif with high catagories on final result, and products reflect their 'BTE way'.

Keywords: Basic Technology Education, Design-Based Learning.

**Basic Technology Education within Digital Era:  
Physics Pre-Service Teacher Design-Based Learning**

Ridwan Efendi<sup>1)</sup>, Arif Hidayat<sup>1)</sup>, Muhamad Gina Nugraha<sup>1)</sup>, Duden Saepuzaman<sup>1)</sup>

1) Physics Education Departement, Universitas Pendidikan Indonesia

**Pendahuluan**

Tujuan utama pembaharuan pendidikan IPA adalah menghasilkan kurikulum yang memperbaiki pembelajaran untuk semua peserta didik. Pendidikan desain dan teknologi bukan suatu subyek yang diperlukan di sekolah menengah pada kebanyakan sekolah. Bahkan di tingkatan sekolah menengah, pendidikan desain dan teknologi pada umumnya adalah satu subyek pilihan dan tidak ditawarkan di semua sekolah (Dyer, Reed & Berry, 2006). Kebanyakan kurikulum Sains kekurangan latar belakang desain di luar subyek-subyek teknologi informasi (IT) (De Vries, 1997).

Ada suatu pengembangan yang baru, dengan nama Design-Based Learning (DBL), yang sedang mencoba untuk membahas masalah ini (Kolodner, et al., 1998; Rivet & Krajcik, 2004). Proses desain itu adalah beraneka segi dan kaya dan boleh jadi mampu menghasilkan pengetahuan baru dengan cara yang sejalan dengan proses pemeriksaan yang ilmiah. Selanjutnya, apakah DBL itu dan bagaimana DBL berhubungan dengan proses inkuiry ilmiah?

Inkuiri adalah suatu keaktifan yang beraneka segi yang melibatkan pembuatan observasi-observasi; bersifat pertanyaan-pertanyaan; penyelidikan-penyelidikan perencanaan; peninjauan ulang tentang apa yang telah diketahui untuk memecahkan bukti eksperimental; menggunakan peralatan untuk berkumpul, meneliti, dan menginterpretasikan data; pengusulan jawaban, penjelasan-penjelasan, dan perkiraan serta berkomunikasi mengenai hasil-hasil. (National Research Council, 1996,p.23). Meskipun definisi inkuiri, kebanyakan dari kurikulum IPA yang diterapkan di sekolah-sekolah menggunakan *scripted-inquiry* dibanding *authentic inquiry*. Di dalam naskah inkuiry, para guru

menetapkan tujuan, memberikan pertanyaan-pertanyaan, menyediakan bahan-bahan, menyediakan prosedur-prosedur, dan mendiskusikan dengan para siswa hasil-hasil yang , "benar" dan kesimpulan "yang benar" (Bonnstetter, 1998).

Sebagai pembanding, DBL menyediakan alasan untuk belajar isi ilmu pengetahuan dengan melibatkan peserta didik di dalam desain dan menggunakan tempat peristiwa yang berguna dan alami (wajar) untuk belajar keterampilan-keterampilan ilmu pengetahuan dan desain. Sifat yang kolaboratif dari desain menyediakan peluang untuk kelompok kerjasama (Kolodner, 2002). DBL memungkinkan para peserta didik untuk membuat konstruksi dari konsep-konsep teori sebagai hasil perancangan dan membuat individu, yang berdayacipta, dan proyek-proyek kreatif, untuk memulai proses pelajaran yang sesuai dengan pilihan mereka sendiri, gaya-gaya belajar, dan berbagai ketrampilan-ketrampilan. Itu juga membantu pengajar dalam menciptakan suatu masyarakat perancang yang bekerjasama dalam kelompok (Barak & Maymon, 1998; Doppelt, 2005; Resnick & Ocko, 1991). Dengan cara ini, peserta didik menggabungkan aktivitas "langsung" dengan apa yang Papert (1980) sudah sebutkan sebagai aktivitas "heads-in". Ketika para siswa menciptakan proyek-proyek, mereka mengalami pelajaran yang berguna yang memungkinkan pelatihan gagasan-gagasan yang canggih yang dibangun dari proyek-proyek mereka sendiri (Doppelt & Barak, 2002). Sebagai tambahan untuk menyediakan para mahasiswa terhadap suatu pemahaman yang kaya mengenai desain dan teknologi, DBL dapat mempunyai beberapa keuntungan-keuntungan yang lain. Pertama-tama, karena desain yang baik melibatkan arus dan kebutuhan-kebutuhan riil, peserta didik termotivasi untuk belajar karena penerapan pengetahuan semakin jelas nyata dalam situasi-situasi kehidupan. (Doppelt, 2003; Hill & Smith, 1998). Ke dua, DBL adalah satu proses yang aktif dan mempunyai semua keuntungan dari pelajaran yang aktif. Pelajaran aktif adalah suatu pendekatan bidang pendidikan yang menempatkan para siswa di pusat proses pembelajaran dan mengenali variasi gaya-gaya pembelajaran yang berbeda (Dewey, 1916; Gardner, 1993; Kolb, 1985; Perkins, 1992; Sternberg, 1998). Pelajaran aktif mengubah peran pengajar dari pemberi ceramah/dosen menjadi guru privat, pemandu, dan mitra di dalam proses

pembelajaran (Prince, 2004). Pengetahuan yang diperoleh melalui pelajaran aktif adalah pengetahuan bersifat membangun dan bukan tipe dari pengetahuan yang bersifat dihafalkan dan mengerjakan latihan-latihan atau pekerjaan rumah dari buku (Gardner, 1991). Ketiga, DBL dikhususkan pada sebuah aktivitas tim, dan mempunyai keuntungan-keuntungan dari pelajaran yang kolaboratif. Para peserta didik yang sudah berhasil berprestasi mempelajari metode-metode kerjasama di akademis dan prestasi non-akademis (Lazarowitz, Hertz-Lazarowitz & Baird, 1994, Verner & Hershko, 2003). Bekerja di dalam regu-regu menghasilkan suatu nomor dan variasi gagasan yang lebih besar dibanding dengan kerja di dalam pengasingan (Denton 1994). Suatu lingkungan pelajaran yang mengizinkan kerjasama kelompok dapat membantu para siswa mengembangkan ketrampilan-ketrampilan komunikasi antar pribadi mereka, ketrampilan-ketrampilan presentasi, dan ketrampilan-ketrampilan pemecahan masalah (Butcher, Stefanai & Tariq, 1995; Doppelt, 2004; 2006).

Pada waktu yang sama, DBL menyajikan berbagai kesulitan baru untuk pelajaran peserta didik, terutama di dalam situasi performa yang rendah di pendidikan Sains. Banyak guru mempunyai persiapan yang lemah dalam sains, tetapi bahkan lebih lemah di dalam desain (Ritz & Reed, 2005). DBL bisa memotivasi peserta didik, tetapi sifat yang terbuka dari desain bisa meninggalkan penerimaan yang rendah pada peserta didik. Ini pasti kasus ketika pengajar mencoba proyek-proyek desain yang besar. Tugas tentang isi ilmu pengetahuan, proses desain, dan ketrampilan-ketrampilan kerjasama kelompok bisa terlalu banyak membebani teori untuk para siswa yang penerimaannya rendah. Proses desain itu paralel untuk memecahkan permasalahan dan mempunyai suatu struktur yang umum yang pada umumnya termasuk langkah-langkah seperti: melukiskan masalah dan mengidentifikasi kebutuhan, pengumpulan informasi, memperkenalkan penyelesaian alternatif, pemilihan pemecahan optimal, merancang dan membangun suatu prototipe, dan evaluasi.

Bagaimanapun, proses desain sudah dikritik oleh peneliti-peneliti yang sudah mengklaim bahwa sulit untuk digunakan para murid dan bahkan oleh para guru untuk belajar bagaimana caranya menggunakannya (McCormick & Murphy,

1994). Untuk menghindari mengajar suatu proses desain yang umum dapat menjadi kaku, itu sudah dibantah adalah penting bahwa para guru membantu para murid di dalam mengintegrasikan pengetahuan dari ilmu pengetahuan dan disiplin-disiplin lain ke dalam pemikiran desain mereka (De Vries, 1996). Ini tidak sebaiknya atau bahkan penting bahwa para mahasiswa membangun gagasan mereka, solusi-solusi dan hasil-hasil yang mengikuti suatu himpunan yang spesifik dari langkah-langkah proses desain. Apa penting untuk mengajari mereka mendokumentasikan dengan baik dan belajar untuk mencerminkan pada kreasi mereka (Sanders, 2000; Doppelt, 2007).

### **Metode**

Penelitian ini merupakan penelitian satu studi kasus yang mendalam dalam mata kuliah Pendidikan teknologi Dasar (PTD) melalui pelajaran yang berbasis desain (Desain Based Learning). Pembelajaran utama yang digunakan di dalam modul menekankan suatu pendekatan scripted-inquiry (para mahasiswa diberitahu bagaimana caranya melakukan masing-masing prosedur-prosedur kegiatan dengan pemeriksaan langkah-demi-langkah dan lembar kerja).

Mahasiswa diberikan sebuah modul yang berbentuk scripted-inquiry. Dalam modul ini mahasiswa diberikan prosedur-prosedur kegiatan dan lembar kerja. Desain yang digunakan pada DBL adalah modul yang kerangkanya berisi Tujuan, Masukan, Solusi-solusi, Pilihan, Pelaksanaan, dan evaluasi - Purpose, Input, Solutions, Choice, Operations, and Evaluation (PISCOE).

### **Pengumpulan Data dan Analisis**

Pengumpulan data yang digunakan dalam DBL adalah

#### a. Tes Pengetahuan Knowledge Test (KT)

Tes pengetahuan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman mahasiswa. Tes pengetahuan dilakukan dengan dua tahap yaitu Pre-test dan Post-test.

#### b. Penilaian Presentasi (Oral Presentation Assessment)

Presentasi dilakukan setelah kelompok menyelesaikan modulnya. Presentasi dibantu transparansi untuk menunjukkan perkembangan di kelas. Penilaian presentasi dilakukan oleh dosen dan teman sebaya dengan kriteria penilaian yang sama. Aspek-aspek yang dinilai adalah: pengetahuan informasi, penjelasan dari tiap jenis, penggunaan model sistem, dan penggunaan transparansi. Rentang nilainya adalah 1 (tidak memuaskan) sampai dengan 5 (baik sekali).

c. Analisis dari portofolio siswa

Dari 38 mahasiswa yang mengumpulkan portofolio, dipilih 2 portofolio secara acak untuk dianalisis secara rinci oleh mahasiswa yang mendapat nilai secara acak. Sementara itu, peneliti melaksanakan pengamatan atas 64% dari aktivitas kelas di dalam modul.

### **Hasil-Hasil dan Interpretasi**

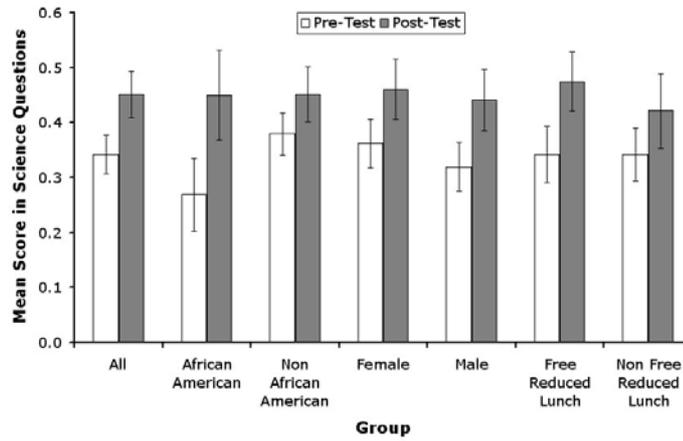
Hasil-hasil itu dibagi sebagai berikut.

1. Di bagian pertama, peneliti meneliti dan membandingkan para mahasiswa tingkatan tinggi dan rendah berdasar pada hasil pre and post tes pengetahuan.
2. Di bagian yang kedua, keseluruhan penampilan dari para siswa sehubungan dengan jenis kelamin, etnisitas, dan SES harus dilaporkan.
3. Di dalam bagian yang ketiga, peneliti menguraikan kepemilikan-kepemilikan dokumentasi kelompok dari dua kelompok, satu yang digambar oleh para mahasiswa tingkat tinggi dan satu dari para siswa tingkat rendah. Inilah yang dilakukan untuk menyediakan suatu perspektif kualitatif yang terperinci dari penampilan mereka di dalam lingkungan DBL.

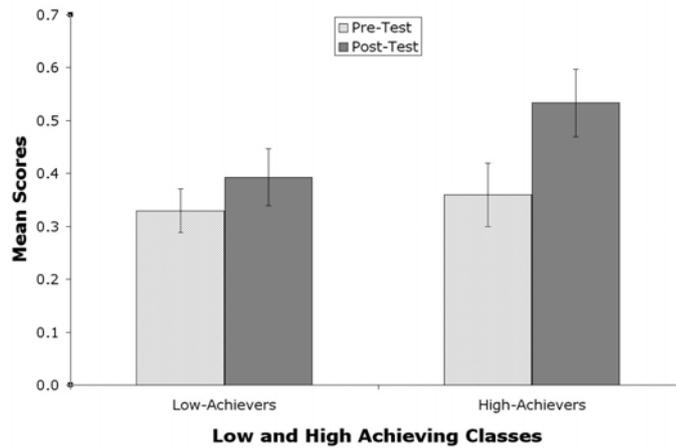
#### **1. Prestasi**

Prestasi belajar mahasiswa di tunjukkan pada gambar 1, gambar 2 dan gambar 3. Pada gambar 1 didapat bahwa dari hasil penelitian, didapat bahwa DBL bisa mengurangi pengaruh status sosial mahasiswa terhadap prestasinya. Pada gambar 2 dijelaskan hasil tes mahasiswa dengan pemahaman tinggi dan mahasiswa dengan pemahaman rendah. Pada gambar 3 dijelaskan perbandingan penilaian yang dilakukan oleh teman sebaya dan penilaian oleh dosen, yang

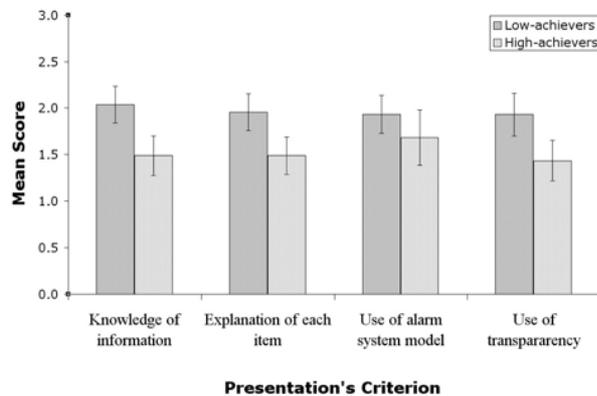
menunjukkan bahwa tes pengetahuan tidak menggambarkan tentang perbedaan antar kelas yang benar-benar akurat.



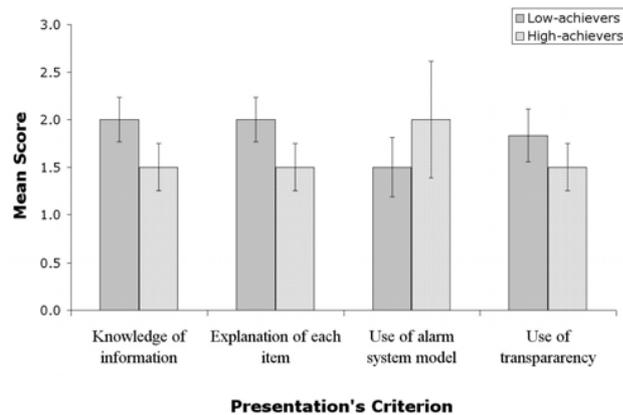
Gambar 1 Rata-Rata Hasil Tes Pengetahuan



Gambar 2 Hasil Tes Pengetahuan low/high achievers



Gambar 3a. Hasil Penilaian Presentasi



Gambar 3b. Penilaian Presentasi oleh Dosen

## 2. Penilaian Portofolio

Portofolio memberikan penilaian dalam menyelidiki kedalaman mahasiswa dalam merancang sebuah solusi. Satu portofolio diseleksi untuk mewakili mahasiswa yang pemahaman tinggi dan portofolio yang kedua dipilih untuk mewakili mahasiswa yang pemahamannya rendah. Secara detail portofolio ini menunjukkan bagaimanakah cara pendekatan yang digunakan dalam fase yang berbeda dalam proses perancangan dimulai dari awal sampai akhir.

Langkah-langkah proses yang siswa lakukan dalam DBL adalah

Langkah 1 : Penggolongan dan Dokumen yang dibutuhkan

Langkah 2 : Mengembangkan alat dan bahan yang diperlukan dalam perancangan

Langkah 3 : Mengembangkan sebuah model Input/Output untuk desain

Langkah 4 : Mengembangkan daftar Fungsi dari desain

Langkah 5 : Mengembangkan analisis sistem/subsistem dari desain

Langkah 6 : Mengembangkan acuan keputusan untuk seleksi antara sekian banyak alternative solusi

Langkah 7 : Melanjutkan dokumentasi sampai pada mensketsa

Langkah 8 : Melanjutkan dokumentasi sampai pada merefleksikannya dalam tabel

Langkah 9 : Refleksi proses akhir

Tabel 2 membandingkan perbedaan yang mendasar dalam dokumentasi untuk tahapan-tahapan dalam proses perancangan antara dua tim. Data ini menyediakan

semua perspektif tentang portofolio dari kelompok kelas dengan prestasi rendah sampai kepada kelompok kelas dengan prestasi tugas.

Tabel 2  
Perbandingan dokumentasi antar kelompok untuk setiap 8 langkah pada proses desain

Tahapan desain	Langkah aktual	Oh-snap (low)	Medicine (high)
Tujuan	Step 1 : kebutuhan	Semua ide asli	Dua ide sama
	Step 2 : persyaratan	11 persyaratan, hanya grup yang melewati tes sub-sistem	10 persyaratan
	Step 3 : model sistem	Dikenali dengan jelas hasil yang negatif	Tidak dikenali dengan jelas hasil yang negatif
	Step 4 : fungsi	5 fungsi	4 fungsi  2 fungsi sangat umum dan tidak unik dari spesifik alarm yang mereka desain
Input	Step 5 : sub-sistem	Identifikasi sub-sistem	Identifikasi alami sangat baik pada setiap sub-sistem mereka
	Step 6 : matriks	Evaluasi alternatif berdasarkan pada "Muse have requirement"	Evaluasi alternatif berdasarkan pada semua persyaratan

Tahapan desain	Langkah aktual	Oh-snap (low)	Medicine (high)
Pemilihan solusi	Step 7 : rancangan	Beberapa rancangan sesuai	Kebanyakan rancangan sesuai dengan jenis dari aspek of “Medicine” alarm
Operation	Step 8 : refleksi	7 tabel refleksi perbedaan	Hanya 2 tabel
Evaluasi	Step 9 : refleksi akhir	Terdapat Sesuatu yang dicerminkan pada setiap tahap	Hampir semua 2 kolom tanpa adanya refleksi

Dalam membandingkan kedua portofolio, beberapa observasi dapat dibuat sebagai berikut :

- Kelompok dengan prestasi rendah menunjukkan pemikiran yang umum untuk 5 tahapan (tahap 1, 2, 4, 8, 9)
- Kelompok dengan prestasi rendah menunjukkan ide yang lebih baik untuk 4 tahapan (langkah 2, 3, 4, 6)
- Kelompok dengan prestasi tinggi menunjukkan pemikiran yang umum untuk 1 langkah (langkah 7)
- Kelompok dengan prestasi tinggi menunjukkan ide yang lebih baik untuk satu tahapan (langkah 5)

Dengan demikian, modul pembelajaran berbasis desain bekerja lebih baik dari perspektif dosen dan mahasiswa. Secara keseluruhan, mahasiswa mendemonstrasikan sebuah tahapan tingkat lanjut tentang dokumentasi. Perancang demonstrasi haruslah tepat dan memiliki kemampuan dalam mendorong ide-ide dan memberikan dorongan kerja. mahasiswa mengembangkan kemampuan dalam mepresentasikan pekerjaan mereka. Secara signifikan kebanyakan mahasiswa dapat melakukan berbagai ide dalam berpikir generatif.

Pada akhirnya, dosen menyatakan bahwa kelas yang tadinya dianggap berprestasi rendah dapat menunjukkan kinerja tim yang tinggi sehingga kelas itu dapat dikatakan menjadi kelas yang berprestasi tinggi. Sebagai dukungan yang

lebih lanjut dari perspektif dosen dan para observer menunjukkan bahwa kelas dengan prestasi rendah memiliki tingkat keaktifan yang tinggi. Ketika observasi ini ditujukan kepada dosen, dosen menyetujui bahwa mahasiswa yang sebelumnya memiliki masalah dalam memperhatikan pelajaran di kelas dan akhirnya dapat memberikan perhatian penuh selama menerapkan modul desain.

### **Daftar Pustaka**

- Barak, M., & Maymon, T. (1998). Aspects of teamwork observed in a technological task in junior high schools. *Journal of Technology Education*, 9(2), 3-17.
- Bonnstetter, J. R. (1998). Inquiry: Learning from the past with an eye on the future". *Electronic Journal of Science Education*, 3(1). Retrieved May 23, 2007, from <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/bonnstetter.html>
- Butcher, A.C. Stefanai L. A. J. & Tariq V. N., (1995). Analysis of peer-, self-, and staff-assessment in group project work. *Assessment in Education*, 2(2), 165-185.
- De Vries, M. J. (1996). Technology education: Beyond the "technology is applied science" paradigm. *Journal of Technology Education*, 8(1), 7-15.
- De Vries, M. J. (1997). Science, technology and society: A methodological perspective. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 21-32.
- Denton, H. (1994). The role of group/team work in design and technology: Some possibilities and problems. In: Banks F. (Ed.), *Teaching Technology* (pp. 145-151). Routledge, London.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. The Free Press, New York.
- Doppelt, Y. (2003). Implementing and assessing project-based learning in a flexible environment. *The International Journal of Technology and Design Education*, 13(3), 255-272.
- Doppelt, Y. (2004). Impact of science-technology learning environment characteristics on learning outcomes: Pupils' perceptions and gender differences. *Learning Environments Research*, 7(3), 271-293.
- Doppelt, Y. (2005). Assessment of project-based learning in a Mechatronics' context. *Journal of Technology Education*, 16(1), 7-24.
- Doppelt, Y. (2006). Teachers' and pupils' perceptions of science-technology learning environments, *Learning Environment Research*, 9 (2), 163-178.
- Doppelt, Y. (2007, On-line first). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*.

- Doppelt, Y., & Barak, M. (2002). Pupils identify key aspects and outcomes of a technological learning environment. *Journal of Technology Studies*, 28(1), 12–18.
- Dyer, R. R., Reed, A. P., & Berry, Q. R. (2006). Investigating the relationship between high school technology education and test scores for algebra 1 and geometry. *Journal of Technology Education*, 17(2), 8–18.
- Gardner, H. (1991). *The unschooled mind*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences/the theory to practice*. New York: Basic Books.
- Hill, A. M. & Smith, H. A. (1998). Practice meets theory in technology education: A case of authentic learning in the high school setting. *Journal of Technology Education*, 9(2), 29-45.
- Kolb, D. A. (1985). *Learning Styles Inventory*. Boston: McBer and Company.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). Learning by Design from theory to practice. *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (ICLS 98)*, (pp. 16-22). Charlottesville, VA: AACE.
- Kolodner, L. J. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3).
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird J. H. (1994). Learning in a cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 1121–1131.
- McCormick, R. & Murphy, P. (1994). Learning the processes in technology. Paper presented to the Annual Conference of British Educational Research Association, Oxford University, England.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*, National Academy Press, Box 285, 2101 Constitution Avenue, N.W., Washington, D.C. 20055
- Perkins, N. D. (1992). Technology meets constructivism: Do they make a marriage? In T. M. Duffy & H. D. Jonassen (Eds.), *Constructivism and technology of instruction: A conversation* (pp. 45–55). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231
- Ritz, J. & Reed, A. P. (2005, April). Technology education and the influences of research: A United States perspective, 1985-2005, In de Vries J. M. & Mottier I. (Eds.) *International hand book of technology education*:
- Resnick, M. & Ocko, S. (1991). LEGO/Logo: Learning through and about design, In: Harel I. & Papert S. (Eds.), *Constructionism*, (pp.141-150). New Jersey: Ablex Publishing Corporation Norwood.
- Rivet, E. A. & Krajcik, S. J. (2004). Achieving standards in urban systematic reform: An example of a sixth grade project-based science

- curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669-692.
- Sanders, M. E. (2000). Web-based portfolios for technology education: A personal case study. *Journal of Technology Studies*, 26(1), 11-18.
- Sternberg, J. R. (1998). Teaching and assessing for successful intelligence. *The School Administrator*, 55(1), 26-31.
- Verner, M. I & Hershko , E. (2003). School graduation project in robot design: A case study of team learning experiences and outcomes. *Journal of Technology Education*, 14(2), 40-55.