

**PENERAPAN STRATEGI *WRITING IN THE DISCIPLINE* DENGAN
PENDEKATAN MULTI REPRESENTASI DALAM PEMBELAJARAN FISIKA
UNTUK MENINGKATKAN KONSISTENSI REPRESENTASI, KONSISTENSI ILMIAH DAN
KEMAMPUAN EKSPLANASI ILMIAH SISWA SMA**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister
Pendidikan Fisika



Oleh:

**PIPIH EPIAH NURDIANA
1502653**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

**PENERAPAN STRATEGI *WRITING IN THE DISCIPLINE* DENGAN
PENDEKATAN MULTI REPRESENTASI DALAM PEMBELAJARAN
FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KONSISTENSI REPRESENTASI,
KONSISTENSI ILMIAH DAN KEMAMPUAN
EKSPANASI ILMIAH SISWA SMA**

Oleh
Pipih Epiyah Nurdiana

S.Pd UIN SGD Bandung, 2014

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Pipih Epiyah Nurdiana 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
November 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

PIPIH EPIAH NURDIANA

NIM. 1502653

**PENERAPAN STRATEGI *WRITING IN THE DISCIPLINE* DENGAN
PENDEKATAN MULTI REPRESENTASI DALAM PEMBELAJARAN
FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KONSISTENSI REPRESENTASI,
KONSISTENSI ILMIAH DAN KEMAMPUAN
EKSPLANASI ILMIAH SISWA SMA**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

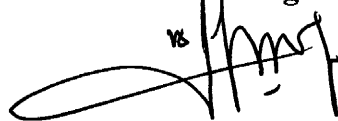
Pembimbing I



Prof. Dr. Parlindungan Sinaga, M.Si.

NIP. 196204261987031002

Pembimbing II

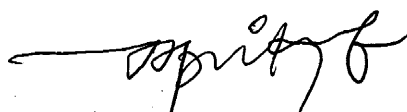


Dr. Winny Liliawati, M.Si

NIP. 1964060619990031003

Mengetahui

**Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia**



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si

NIP. 195904011986011001

**PENERAPAN STRATEGI *WRITING IN THE DISCIPLINE* DENGAN
PENDEKATAN MULTI REPRESENTASI DALAM PEMBELAJARAN
FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KONSISTENSI REPRESENTASI,
KONSISTENSI ILMIAH DAN KEMAMPUAN
EKSPLANASI ILMIAH SISWA SMA**

Pipih Epiyah Nurdiana
NIM: 1502653

Pembimbing I: Prof. Dr. Parlindungan Sinaga, M.Si
Pembimbing II: Dr. Winny Liliawati, M.Si

Program Studi Pendidikan Fisika, Sekolah Pascasarjana UPI

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektifitas penerapan strategi *writing in the discipline* dengan pendekatan multi representasi dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan konsistensi representasi, konsistensi ilmiah dan kemampuan eksplanasi ilmiah siswa SMA. Penerapan strategi *writing in the discipline* dengan pendekatan multi representasi dalam pembelajaran fisika ini menekankan pada pembelajaran dalam bentuk multi representasi sehingga dapat mengakomodir setiap keunikan siswa dalam menyerap pengetahuan. Metode yang digunakan adalah metode *quasi experiment* dengan desain *pretest-posttest control group design*. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA di salah satu SMA Negeri di Ciamis dengan sampel dipilih secara *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan berupa tes konsistensi representasi dan konsistensi ilmiah berupa soal pilihan ganda, sedangkan untuk tes eksplanasi ilmiah berupa tes uraian. Data yang diperoleh dari tes awal dan akhir kemudian diolah dan dianalisis menggunakan SPSS seri 25 dengan tahapan: uji statistik dan *effect size*. Hasil penelitian diperoleh pertama, peningkatan kemampuan konsistensi representasi siswa dengan kategori rendah untuk kelas kontrol sedangkan kelas eksperimen mengalami peningkatan pada kategori sedang. Kedua, peningkatan kemampuan konsistensi ilmiah siswa dengan kategori rendah baik untuk kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Ketiga, peningkatan kemampuan eksplanasi ilmiah siswa pada kategori sedang. Kesimpulan bahwa penerapan strategi *writing in the discipline* dengan pendekatan multi representasi dalam pembelajaran fisika lebih baik daripada model konvensional terhadap konsistensi representasi, konsistensi ilmiah dan kemampuan eksplanasi ilmiah siswa SMA.

Kata Kunci: Strategi, *writing in the discipline*, multi representasi, konsistensi representasi, konsistensi ilmiah, kemampuan eksplanasi ilmiah

Pipih Epiyah Nurdiana, 2019

PENERAPAN STRATEGI WRITING IN THE DISCIPLINE DENGAN PENDEKATAN MULTI REPRESENTASI DALAM PEMBELAJARAN FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KONSISTENSI REPRESENTASI, KONSISTENSI ILMIAH DAN KEMAMPUAN EKSPLANASI ILMIAH SISWA SMA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**IMPLEMENTATION WRITING IN THE DISCIPLINE STRATEGY
WITH MULTIPLE REPRESENTATION APPROACHES IN PHYSICS
LEARNING
TO INCREASE CONSISTENCY OF REPRESENTATION,
SCIENTIFIC CONSISTENCY AND ABILITY OF SCIENTIFIC
EXPLANATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS**

Pipih Epiah Nurdiana
NIM: 1502653

ABSTRACT

This study aims to assess the effectiveness of the implementation of the writing in the discipline strategy with a multi-representation approach in physics learning to improve the consistency of representation, scientific consistency and the ability of scientific explanation of high school students. The application of writing in the discipline strategy with a multi-representation approach in learning physics emphasizes learning in the form of multi-representation so that it can accommodate each student's uniqueness in absorbing knowledge. The method used is quasi experiment with the design of pretest-posttest control group design. The population of this study were students of class X MIPA in one of the senior high school in Ciamis with selected sample by purposive sampling. The instrument used was a consistency representation and scientific consistency test in the form of multiple choice, whereas for the scientific explanation test, it was an essay. Data obtained from the first and final tests would be processed and analyzed by using SPSS series 25th with stages: statistic test and effect size. The result of the first research consistency representation of students in the low category for the control class was increased while the experimental class increased in the medium category. Second, the scientific consistency of students with low categories for both the control class and the experimental class. Third, were increased the ability of scientific explanation of students in the medium category was increased. The conclusion that the application of the writing in the discipline strategy with a multi-representation approach in learning physics is better than the conventional model of the consistency of representation, scientific consistency and the ability of scientific explanation of high school students.

Keyword: Strategy, writing in the discipline, multi-representation approach, consistency of representation, scientific consistency, ability of scientific explanation.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	7
1.3 Variabel Penelitian	7
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Definisi Operasional.....	9
1.7 Hipotesis Penelitian.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Strategi <i>Writing In The Discipline</i>	11
2.2 Pendekatan Multi Representasi.....	13
2.3 Konsistensi Representasi.....	17
2.4 Konsistensi Ilmiah.....	17
2.5 Kemampuan Eksplanasi Ilmiah	18
2.6 Keterkaitan Strategi <i>Writing In The Discipline</i> dan Pendekatan Multi Representasi Terhadap Konsistensi Ilmiah dan Kemampuan Eksplanasi Ilmiah	20
2.7 Penelitian Yang Relevan	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Metode dan Desain Penelitian	24
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	25
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.4 Instrumen Penelitian.....	28
3.5 Analisis Instrumen	30
3.6 Teknik Pengumpulan Data	33
3.7 Teknik Analisis Data.....	34

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Temuan	42
4.1.1 Analisis Peningkatan Konsistensi Representasi.....	42
4.1.2 Analisis Peningkatan Konsistensi Ilmiah Siswa	45
4.1.3 Analisis Peningkatan Kemampuan Eksplanasi Ilmiah Siswa	52
4.1.4 Analisis Keefektifan Penerapan Strategi <i>Writing In The Discipline</i> dengan Pendekatan Multi Representasi Terhadap Peningkatan Kemampuan Eksplanasi Ilmiah Siswa	53
4.2 Pembahasan	60
4.2.1 Peningkatan Konsistensi Representasi	60
4.2.2 Peningkatan Konsistensi Ilmiah.....	62
4.2.3 Peningkatan Kemampuan Eksplanasi Ilmiah	63
4.2.4 Keterlaksanaan Strategi <i>Writing In The Discipline</i> dengan Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Fisika	64
4.2.5 Temuan Strategi <i>Writing In The Discipline</i> dengan Menggunakan Pendekatan Representasi dalam Pembelajaran Siswa.....	70
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	74
5.1 Simpulan.....	74
5.2 Implikasi	75
5.3 Rekomendasi.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Keterkaitan Strategi Writing in the discipline dan Pendekatan Multi Representasi terhadap Konsistensi Ilmiah dan Kemampuan Eksplanasi Ilmiah	20
Tabel 3. 1	Desain Penelitian <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i>	24
Tabel 3. 2	Rubrik Penilaian Konsistensi Representasi dan Konsistensi Ilmiah.....	28
Tabel 3. 3	Kategori Level Konsistensi Representasi dan Konsistensi Ilmiah (KI)	29
Tabel 3. 4	Rubrik Penilaian Kemampuan Eksplanasi Ilmiah.....	29
Tabel 3. 5	Interpretasi rxy	31
Tabel 3. 6	Hasil Uji Validitas Empirik Tiap Item untuk Instrumen Kemampuan Eksplanasi Ilmiah	31
Tabel 3. 7	Interpretasi Reliabilitas	32
Tabel 3. 8	Teknik Pengumpulan Data.....	33
Tabel 3. 9	Interpretasi Skor Rata-rata <i>Gain</i>	35
Tabel 3. 10	Kriteria besar kecilnya ukuran dampak (Effect Size).....	41
Tabel 4. 1	Distribusi Tema dan Sub Tema pada soal Konsistensi Representasi dan Konsistensi Ilmiah.....	43
Tabel 4. 2	Level Konsistensi Representasi.....	44
Tabel 4. 3	Konsistensi Representasi pada Kelas Kontrol.....	45
Tabel 4. 4	Konsistensi Representasi pada Kelas Eksperimen	45
Tabel 4. 5	Level Konsistensi Ilmiah	47
Tabel 4. 6	Konsistensi Ilmiah pada Kelas Kontrol	47
Tabel 4. 7	Konsistensi Ilmiah pada Kelas Eksperimen.....	48
Tabel 4. 8	Kuantitas Persentase Representasi Jawaban Siswa Kelas Kontrol pada <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Konsistensi Ilmiah.	50

Tabel 4. 9	Kuantitas Persentase Representasi Jawaban Siswa Kelas Eksperimen Pada <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Konsistensi Ilmiah.....	51
Tabel 4. 10	Perbandingan Skor <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Eksplanasi Ilmiah pada Kelas Eksperimen dan Kontrol	52
Tabel 4. 11	N-Gain untuk Tiap-tiap Komponen Eksplanasi Ilmiah pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	52
Tabel 4. 12	Hasil Uji Normalitas Skor <i>Gain</i> Kemampuan Eksplanasi Ilmiah.	54
Tabel 4. 13	Hasil Uji Homogenitas.....	55
Tabel 4. 14	Uji Beda Gain Kemampuan Eksplanasi Ilmiah Kelas Kontrol dan Eksperimen.....	55
Tabel 4. 15	Varibel untuk Ukuran Dampak	56
Tabel 4. 16	Rekapitulasi Keterlaksanaan Aktivitas Guru Pada Penerapan Strategi <i>Writing In The Discipline</i> dengan Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Fisika.....	57
Tabel 4. 17	Rekapitulasi Keterlaksanaan Aktivitas Siswa pada Penerapan Strategi <i>Writing In The Discipline</i> dengan Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Fisika.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Interaksi Timbal Balik Antara Representasi Internal	14
Gambar 2. 2	Fungsional Taksonomi Multi Representasi.....	16
Gambar 3. 1	Alur Penelitian.....	27
Gambar 3. 2	Skema Pengolahan Uji Hipotesis	36
gambar 4. 1	Diagram Persentase Rata-rata Skor Konsistensi Representasi Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	43
gambar 4. 2	Diagram Perentase Rata-rata Skor Konsistensi Ilmiah Siswa Kelas Eksperimen.....	46
Gambar 4. 3	Jawaban Apersepsi Siswa	65
Gambar 4. 4	Jawaban Pertanyaan Prediksi Siswa	66
Gambar 4. 5	Data Hasil Percobaan Siswa.....	67
Gambar 4. 6	Tulisan Eksplanasi Ilmiah Siswa.....	68
Gambar 4. 7	Tulisan Eksplanasi Ilmiah	69
Gambar 4. 8	Kesimpulan Hasil Pembelajaran.....	70
Gambar 4. 9	Reasoning Siswa dari Hasil Demonstrasi	70
Gambar 4. 10	Klaim Siswa dari Pertanyaan Prediksi.....	71
Gambar 4. 11	Siswa Membuat Bukti dari Percobaan yang Dilakukan	71
Gambar 4. 12	Tulisan Eksplanasi Ilmiah Siswa	72
Gambar 4. 13	Tulisan Eksplanasi Ilmiah Siswa Hukum II Newton.....	73

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & education*, 33(2), 131-152.
- Arikunto, S. (2007). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2012). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi)*. Jakarta: Rineka Cipta .
- Berrett, D. (2012). An Old School Notion: Writing Required. *The Chronicle of Higher Education*. 19 October 2012. A4.
- Chen, Y. C., Hand, B., & McDOWELL, L. E. A. H. (2013). The Effects of Writing-to-Learn Activities on Elementary Students' Conceptual Understanding: Learning About Force and Motion Through Writing to Older Peers. *Science Education*, 97(5), 745-771.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). *Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches*. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Coe, R., (2000). Effect size calculator. *Durham University, Durham*. Available via <http://www.cemcentre.org/renderpage.asp>. Cohen, J., 1992. Statistical power analysis. *Current directions in psychological science*, 1(3), pp.98-101.
- Emig, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College composition and communication*, 28(2), 122-128.
- Fraenkel, J. A. (2012). Natural Resource Curse: A Survey of Diagnoses and Some Prescriptions. *HKS Faculty Research*.
- Fulwiler, B. R. (2007). *Writing in Scien: How to scaffold instruction to learning*. Heinemann Edycational Books.
- Graham, S., & Perin, D. (2007). *A meta-analysis of writing instruction for adolescent students*. Manuscript submitted for publication.

- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics course, *American Journal of Physics*. Vol. 61(1), 65.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Score. *American Educational Research Association's Division Measurement and Research Methodology*.
- Hubber, P., Tytler, R., & Haslam, F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: Pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40(1), 5-28.
- Keifer, L. R., and Wyrlic. (2013). *What is Writing in the Disciplines?* The WAC Clearinghouse. Colorado State University.
- Mahmoudy, M. (2008). *Physics students' reasoning and argumentation when working with mathematical modelling problems* (Master's thesis).
- Monroe, J. (2003). Writing and the Disciplines. *Peer Review*, 6(1), 4.
- Monika, S. (2014). *Pengaruh Kemampuan Membangun Mode Representasi terhadap Pemecahan Masalah Fisika dengan Menerapkan Inkuiri Terbimbing* (Doctoral dissertation, Universitas Lampung)
- Marx, J. D., & Cummings, K. (2007). Normalized change. *American Journal of Physics*, 75(1), 87-91.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- Melida, H. N., Sinaga, P., & Feranie, S. (2016). Implementasi Strategi Writing to Learn untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Hukum Newton. *JPPPF-Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(2), 31-38.
- Midgett, E., Haria, P., & MacAthur, C. (2008). The effects of Content and Audience Awareness Goals for Revision on The Persuasive Essays of fifth and eight grade students. *Reading and Writing*, 21(1-2), 131-151.
- Nagel, E. (1961). *The Structure of Science: Problems in the logic of Science Education*. New York: Harcourt, Brace, & World, Inc.

- Nieminen, P. (2013). Representational Consistency and the Learning of Forces in Upper Secondary school physics. *Jyväskylä studies in education, psychology and social research*, (470).
- Nieminen, P., Savinainen, A., dan Virii, J. (2010). Force Concept Inventory-based multiple-choice test for investigating students' representational consistency. *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 6 (2). 020109 (12)
- Nieminen, P., Savinainen, A., dan Virii, J (2012). Relation between representational consistency, conceptual understanding of the force concept, dan scientific reasoning. *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 8 (1). 010123 (10).
- Nulhaq, S. (2015) *Pengaruh Multirepresentasi pada Pembelajaran Fisika Terhadap Kemampuan Siswa dalam Memahami Materi Fisika dan Konsistensi Ilmiah*. Tesis UPI. Tidak diterbitkan.
- Olejnik, S., & Algina, J. (2000). Measures of effect size for comparative studies: Applications, interpretations, and limitations. *Contemporary educational psychology*, 25(3), 241-286.
- Olejnik, S., & Algina, J. (2003). Generalized eta and omega squared statistics: measures of effect size for some common research designs. *Psychological methods*, 8(4), 434.
- Palmer, S. E. (1977). *Fundamental aspects of cognitive representation*. In E. Rosch, & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Peterson, S., & Rochwerger, L. (2006). *Cross-curricular literacy: Writing for learning in a science program*.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2016 (2016). *Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Direktur Jenderal Peraturan Perundang-Undangan Kementerian Hukum Dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Prain, V. (2007). The Role of Language in Science Learning and Literacy. *Writing and Learning in The Science Classroom*. (pp. 33-45). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Prain, V., Tytler, R., Peterson, S. (2009). Multiple Representation in Learning About Evaporation. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, No. 6, 1 April 2009, pp. 787–808
- Purwanto, N. (2009). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya.

- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2006). Two Year Study on Students' use of Free-Body Diagrams.
- Rosengrant, D. R. (2007). *Multiple Representations and Free-Body Diagrams: Do Students Benefit From using them?*. Rutgers University.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S. P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.
- Santa, C. M., & Havens, L. T. (1991). *Learning through writing*. Science Learning: Process and Applications (pp. 122-133). Newark, D.E: International Reading Association.
- Savinainen, A. dan Viiri, J. (2008). The Force Concept Inventory as a measure of students' conceptual coherence. *Int. J. Sci. Math. Educ.*, 6, pp: 719-740.
- Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 26.
- Sinaga, P., Suhandi, A., dan Liliarsari. (2014). Improving the ability of writing teaching materials and self regulation of pre service physics teacher through representational approach. *International journal of sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*.
- Stenning, K., & Oberlander, J. (1995). A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning: Logic and implementation. *Cognitive Science*, 97e140.
- Steinberg, R. dan Sabella, M. (1997). Performance on multi-choice diagnostics and complementary exam problems. *Phys, Teach.*, 35, pp: 150-155.
- Sugiono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Sifsbet
- Suparna, I. (2016) *Integrasi Strategi Peer Instruction ke Dalam Model Pembelajaran Learning Cycle 7E untuk meningkatkan Pemahaman Materi Ajar dan Penalaran Ilmiah Siswa SMA*. Tesis Magister pada Program Pasca Sarjana UPI. Tidak diterbitkan.

- Surapranata, S. (2009). *Analisis Validitas, Reliabilitas, dan Interpretasi Tes Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Ulfarina, L. (2011). *Penggunaan Pendekatan Multi Representasi pada Pembelajaran Konsep Gerak untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Memperkecil Kuantitas Miskonsepsi Siswa SMP*. Bandung: Tesis Magister pada Program Pasca Sarjana UPI: Tidak diterbitkan.
- Wellington, J. dan J. Osbone. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Zhang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive science*, 21(2), 179-217.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of research in science teaching*, 39(1), 35-62.
- Zou, X. (2000). *The use of multiple representations and visualizations in student learning of introductory physics: an example from work and energy* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).