

**PERKULIAHAN MEKANIKA MENGGUNAKAN MULTI-
REPRESENTASI BERBASIS *FIELD DEPENDENT* DAN *FIELD
INDEPENDENT* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS MAHASISWA**

DISERTASI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari
Syarat untuk Memperoleh Gelar Doktor Pendidikan
Program Studi Pendidikan IPA



Oleh

**TRI ISTI HARTINI
1603028**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

Perkuliahan Mekanika Menggunakan Multi-Representasi Berbasis *Field Dependent* dan *Field Independent* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa

Oleh
Tri Isti Hartini

Dr. Universitas Pendidikan Indonesia, 2021
M. Pd. Universitas Negeri Surabaya, 2004

Sebuah Disertasi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Doktor Pendidikan IPA (Dr.) pada Sekolah Pascasarjana

© Tri Isti Hartini 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2021

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

Halaman Pengesahan Disertasi

Tri Isti Hartini

**PERKULIAHAN MEKANIKA MENGGUNAKAN MULTI-
REPRESENTASI BERBASIS *FIELD DEPENDENT* DAN *FIELD
INDEPENDENT* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS MAHASISWA**

Disetujui dan disahkan oleh panitia disertasi

Promotor



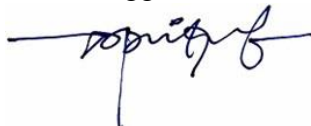
Prof. Dr. Liliasari, M.Pd.
NIP. 920191119490927201

Ko-Promotor



Dr. Eng. Agus Setiawan, M. Si.
NIP 19690211 199303 1001

Anggota



Dr. Taufik Ramalan Ramalis., M.Si.
NIP 195904011986011001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana



Dr. Hj. Ida Kaniawati, M.Si.
NIP. 196807031992032001

**PERKULIAHAN MEKANIKA MENGGUNAKAN MULTI-
REPRESENTASI BERBASIS *FIELD DEPENDENT* DAN *FIELD
INDEPENDENT* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS MAHASISWA.**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan program perkuliahan mekanika menggunakan multipel representasi (MR) berbasis *field dependent* (FD) dan *field independent* (FI) atau disingkat PPPMMR-FD&FI, yang ditujukan untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Penelitian ini menggunakan software Geogebra dan media AACC versi 2018 dalam mempelajari konsep mekanika; menggunakan representasi verbal, gambar, grafik, dan matematika. Metode penelitian yang digunakan adalah *Mixed Methods* dengan pendekatan *Embedded Experimental Model Control Group Design*. Tahap uji coba dilakukan dengan melibatkan 21 mahasiswa pada salah satu universitas di Jakarta (Lokasi 1). Tahap implementasi skala luas dilakukan dengan menggunakan *pre-test post-test* yang melibatkan 60 mahasiswa pada universitas lain di Jakarta (Lokasi 2). Data kuantitatif terkait penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa diperoleh menggunakan instrumen tes yang terdiri dari 20 soal essay, modul materi mekanika (M3), dan LKM. Data kualitatif terkait tanggapan mahasiswa dikumpulkan melalui angket. Pada penelitian ini diperoleh peningkatan penguasaan konsep mahasiswa pada kategori tinggi (rerata Ngain 0,73) Hasil analisis menunjukkan peningkatan penguasaan konsep mekanika kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan perkuliahan konvensional pada kelas kontrol. Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dengan gaya kognitif FD lebih tinggi daripada FI, berdasarkan nilai tertinggi mahasiswa FD pada topik RBT3D (74,2%) dan mahasiswa FI pada materi RBT (54,9%). Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa pada kelas eksperimen dengan kategori tinggi (Ngain 0,87) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Sebagai respon angket, 49,67% mahasiswa setuju terhadap PPPMMR-FD&FI, 60,33% mahasiswa setuju terhadap M3 dan LKM, sedangkan 67,67% mahasiswa setuju terhadap penggunaan software Geogebra dan media AACC versi 2018. PPPMMR-FD&FI yang dibangun dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif solusi dalam merancang pengembangan perkuliahan yang lebih efektif dan efisien dimasa mendatang.

Kata kunci: Pengembangan Program Perkuliahan Mekanika (PPPMMR), Multipel Representasi (MR), *Field Dependent* (FD), *Field Independent* (FI), Keterampilan Berpikir Kritis (KBK), Software Geogebra dan media AACC versi 2018

THE COURSE OF MECHANIC BASED ON MULTI-REPRESENTATION USING FIELD-DEPENDENT AND INDEPENDENT FIELD TO IMPROVE STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS

Abstract

The aim of this study was to develop mechanic based on multiple representations (MR) using field dependent (FD) and field independent (FI) or DCPMMR-FD&FI course program. It was intended to improve students' concepts mastery and their critical thinking skills. This study used Geogebra software and the version of AACC media 2018 in studying mechanical concepts using verbal, images, graphics, and mathematics representations. The method used was Mixed Methods with Embedded Experimental Model Control Group Design approach. The pilot phase was undertaken by involving 21 students at one of the university in Jakarta (Location 1). The implementation phase was carried out using a pre-test post-test design involving 60 students at other university in Jakarta (Location 2). Quantitative data related to students' concepts mastery and students' critical thinking skills were collected through a test instrument consist of 20 essay questions, a mechanics material module (M3), and students' work sheet (LKM). Qualitative data related to student responses were collected through a questionnaire. The results of this study were increasing of students' concepts mastery in high category (average Ngain 0,73). The analysis showed that students concepts' mastery in the experimental class was higher than control class as conventional course. The students' concepts mastery enhancement of FD cognitive oriented students were higher than FI students, based on the highest score of FD students in RBT3D (74,2 %) and FI students on RBT(54,9%). Students critical thinking enhancement in the experimental class was in high category (average Ngain 0,87), that significantly higher than control class. Students' response of questionnaire 49.67% agree to use DCPMMR-FD&FI, 60.33% students agree towards M3 and students' worksheet (LKM) based on MR and 67.67% students agree to use Geogebra software and the 2018 version of AACC media. It is suggested DCPMMR-FD&FI that has been developed in this study can be used as an alternative solution in designing course developments more effectively and efficiently in the future.

Keywords: Mechanic Course Program Development, *Multiple Representations* (MR), *Field Dependent*(FD), *Field Independent* (FI), *Critical Thinking Skill* (CTS), Geogebra Software and the version of AACC media 2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi yang berjudul "Perkuliahan Mekanika Menggunakan Multi-Representasi Berbasis *Field Dependent* dan *Field Independent* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa" ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2021
Yang membuat pernyataan,



Tri Isti Hartini
NIM 1603028

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrabilalamin segala puji bagi Allah SWT atas limpahan hidayah, rahmat, nikmat, dan ilmu-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya tulis ini.

Disertasi yang berjudul ” Pengembangan Program Perkuliahan Mekanika Berbasis Multipel Representasi (MR) Menggunakan Field Dependent (FD) Dan Field Independent (FI) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) Mahasiswa Calon Guru Fisika”. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menempuh ujian di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia Program Studi Pendidika IPA, untuk memperoleh gelar Doktor Pendidikan IPA.

Penulis sangat menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna dari penyajian dan substansi yang diungkapkan. Penulis menyadari dengan keterbatasan ilmu yang dimiliki, sehingga karya ini belum memuaskan. Karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan agar karya ini dapat berguna bagi dunia pendidikan, khususnya pendidikan fisika agar mutu pendidikan fisika akan menjadi lebih baik lagi , insyaAllah. Amin.

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan hidayah, rahmat, nikmat, dan ilmu-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya tulis ini. Bukan hanya itu, keberhasilan penulis tidak terlepas dari petunjuk, bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Liliasari, M. Pd., Dr. Eng. Agus Setiawan, M. Si., dan Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. selaku tim promotor yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, arahan, dan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan selama membimbing penulis menyelesaikan disertasi ini.
2. Rektor Universitas Pendidikan Indonesia, Direktur, Asisten Direktur dan seluruh staf administrasi Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi jalannya perkuliahan hingga penyelesaian penulisan disertasi ini.
3. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memperkaya khasanah ilmu pengetahuan serta pola pikir ilmiah selama perkuliahan dan penulisan disertasi ini.
4. Prof. Dr. Parlindungan Sinaga, M.Si., Universitas Pendidikan Indonesia sebagai penguji dalam dan Prof. Dr. Soetopo, M.Pd., Universitas Negeri Malang, selaku penguji luar yang telah memberi masukan yang berharga untuk penulisan disertasi ini.
5. Prof. Dr. Gunawan Suryo Putro, M.Hum., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka Jakarta, Dr. Desvian Bandarsyah, M.Pd., selaku Dekan FKIP dan Dra. Ratna Ermawati, M.Pd., selaku ketua program studi pendidikan Fisika FKIP Universitas Muhammadiyah Prof.DR. Hamka Jakarta yang telah menugaskan penulis untuk menempuh pendidikan S3 di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Dr. Selly Feranie, S.Pd., M. Si. dan Dr. Endi Suhendi, M.Si. sebagai reviewer yang telah memberi masukan yang berharga untuk instrumen konten penulisan disertasi ini.

7. Pemerintah Republik Indonesia, Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi melalui LPDP BUDI-DN telah memberikan beasiswa untuk menempuh pendidikan S3 di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
8. Prof. Dr. H. Suyatno, M.Pd., Dr. H. Edi Sukardi, M.Pd., dan rekan-rekan dosen S.1 di FKIP UHAMKA yang telah memberikan motivasi dan semangat penulis untuk menyelesaikan disertasi ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan S3 Pendidikan IPA angkatan 2016 (Helmi, Woro, Pa ketua Ipul, Bos Erwin, Saprudin, Arman, Iwong, Rose, Uly, Sri, teh Nisa, Ocha, Toha, didit, Jumrodah, Yuyun, Ike, Heny) dan semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dorongan dan semangat terhadap penulis, kebersamaan, seperjuangan dan jasa teman-teman tetap dan selalu ku kenang.
10. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian studi ini tetapi tidak sempat disebutkan namanya karena keterbatasan penulis.

Terkhusus kedua orangtua penulis yang kami sayangi dan banggakan ibunda Martini, ayahanda Hariyono, yang menanamkan kejujuran dan rasa cinta belajar tanpa batas. Begitu juga, suami tercinta Zainul Arifin, ST, putraku Naufal Muhammad Zainisti, kedua mertua, saudara-saudaraku, beserta keponakanku yang tercinta yang tak kunjung putus mendoakan penulis untuk menyelesaikan studi ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan ganjaran yang berlipat ganda dari Allah SWT. Amin.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	12
1.3. Pembatasan Masalah	13
1.4. Tujuan Penelitian	13
1.5. Manfaat Penelitian	13
1.6. Definisi Operasional.....	14
1.7. Struktur Organisasi Disertasi.....	15
BAB II KAJIAN TEORI	17
2.1. Multipel Representasi.....	17
2.2. Gaya Kognitif <i>Field Dependent</i> (FD) dan <i>Field Independent</i> (FI)	24
2.2.1 Karakteristik mahasiswa FI	33
2.2.2 Karakteristik mahasiswa FD.....	33
2.3. Keterampilan Berpikir Kritis	35
2.4. Mekanika MR berbasis <i>Field Dependent</i> dan <i>Field Independent</i>	49
2.5. Kerangka Berpikir	60
BAB III METODE PENELITIAN	63
3.1. Paradigma Penelitian	63
3.2. Metode dan Disain Penelitian	70
3.3. Lokasi dan Subyek Penelitian	72
3.4. Perangkat dan Instrumen Penelitian	73
3.5. Prosedur Penelitian	79
3.6. Tehnik Ananlisis Data.....	83

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	88
4.1. Temuan	88
4.1.1. Pengembangan Program Perkuliahan	88
4.1.2. Hasil Uji Coba Terbatas Dengan PPPMMR FR&FI	122
4.1.3. Hasil Implementasi Skala Luas Dengan PPPMMR-FD&FI.....	140
4.2. Pembahasan	182
4.2.1. Karakteristik pengembangan program perkuliahan mekanika menggunakan multipel representasi berbasis field dependent dan field independent (PPPMMR-FD&FI)	182
4.2.2. Karakteristik Perkuliahan Mekanika Menggunakan MR berbasis FD dan FI	189
4.2.3. Peningkatan PPPMMR-FD&FI terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa	192
4.2.4. Tanggapan mahasiswa terhadap perkuliahan dengan menggunakan PPPMMR-FD&FI	194
4.2.5. Keunggulan dan Keterbatasan PPPMMR-FD&F.....	195
BAB V SIMPULAN DAN REKOMENDASI	196
5.1. Simpulan	196
5.2. Implikasi Penelitian	197
5.3. Rekomendasi	197
DAFTAR PUSTAKA	198
LAMPIRAN-LAMPIRAN	213
Lampiran 1 Perangkat Pembelajaran RPS Mekanika	217
Lampiran 2 Modul Materi Mekanika (M3)	242
Lampiran 3 Soal Evaluasi Berbasis MR-FD&FI.....	260
Lampiran 4 Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis MR-FD&FI-KBK	316
Lampiran 5 Software Geogebra dan Media AACC versi 2018.....	324
Lampiran 6 Soal pre tes dan pos tes berbasis MR-FD&FI.....	329
Lampiran 7 Angket tanggapan mahasiswa terhadap media, proses pembelajaranMR-FD&FI-KBK.....	353

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Tes Pemahaman Konsep Mekanika	2
Tabel 2.1 Hasil Kajian Artikel Penggunaan MR dalam Pembelajaran Fisika....	18
Tabel 2.2 Karakteristik mahasiswa dengan gaya kognitif FD dan mahasiswa dengan kognitif FI	34
Tabel 2.3 Hasil Kajian Artikel Penggunaan KBK Dalam Pembelajaran Fisika....	37
Tabel 2.4 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	45
Tabel 2.5 Daftar Materi dan Sub Materi Mekanika Yang Disajikan Dalam Penelitian	56
Tabel 3.1 Kriteria Validitas Tes Soal	75
Tabel 3.2 Kategori Tingkat Kesukaran Soal	76
Tabel 3.3 Kriteria Pemilihan Butir Soal	76
Tabel 3.4 Kriteria tingkat kelayakan PPPMMR-FD&FI yang dikembangkan	77
Tabel 3.5 Kriteria tingkat nilai N-gain.....	78
Tabel 3.6 Kriteria tingkat signifikansi	84
Tabel 3.7 Kriteria Gain Dinormalisasi	85
Tabel 4.1 Contoh Format RPS PPPMMR-FD&FI dengan KBK	92
Tabel 4.2 Contoh Format Modul Materi Mekanika (3M) Berbasis MR.....	95
Tabel 4.3 Contoh Format Soal Evaluasi Berbasis MR	98
Tabel 4.4 Format lembar kerja mahasiswa (LKM) berbasis MR menggunakan FD dan FI untuk meningkatkan KBK.....	102
Tabel 4.5 Contoh format soal tes berbasis MR menggunakan FD&FI	106
Tabel 4.6 Contoh format angket tanggapan mahasiswa terhadap media	107
Tabel 4.7 Contoh format angket tanggapan mahasiswa terhadap Pembelajaran berbasis MR menggunakan FD&FI	108
Tabel 4.8 Contoh format angket tanggapan mahasiswa presentasi hasil respon mahasiswa terhadap perkuliahan mekanika berbasis MR menggunakan FD&FI pada LKM untuk meningkatkan KBK dengan software dan media.....	109
Tabel 4.9 Hasil penilaian ahli soal tes essay berbasis MR-FD&FI	111
Tabel 4.10 Hasil Penilaian Ahli Software Dan Media AACC versi 2018.....	111
Tabel 4.11 Hasil analisis respon mahasiswa terhadap materi mekanika pada uji coba 1 dan II	113
Tabel 4.12 Tahapan PPPMMR-FD&FI untuk Meningkatkan KBK	114
Tabel 4.13 Analisis statistik deskriptif hasil perkuliahan mahasiswa kelas uji coba	125
Tabel 4.14 Tahapan program perkuliahan PPPMMR-FD&FI, masalah yang dihadapi dan upaya-upaya perbaikan dalam uji coba.....	134
Tabel 4.15 Jadwal kegiatan implementasi perkuliahan Mekanika	140
Tabel 4.16 Statistik deskriptif N-Gain hasil penguasaan konsep mekanika kelas eksperimen dan kelas kontrol	144

Tabel 4.17	Rerata Kemampuan Merepresentasi Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	145
Tabel 4.18	Penguasaan Reratakemampuan merepresentasi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol	149
Tabel 4.19	Hasil M3 Mahasiswa Untuk Mengukur Penguasaan Konsep 4 Materi Mekanika MR-FD&FI Kelas Eksperimen	157
Tabel 4.20	Hasil LKM Mahasiswa untuk mengukur penguasaan konsep empat materi Mekanika berbasis MR- FD&FI meningkatkan KBK kelas eksperimen	167

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tampilan Software Geogebra	52
Gambar 2.2 Tampilan Animasi Adobe Animate Creative Cloud Versi 2018 ..	59
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir PPPMMR- FD&FI	60
Gambar 3.1 Paradigma Penelitian.....	64
Gambar 3.2 Disain penelitian <i>Mixed Method Research</i> dengan <i>embedded experimental model</i>	71
Gambar 3.3 Tahapan Prosedur Penelitian Disain Mixed Methods Research ...	82
Gambar 4.1 Diagram presentase nilai UTS berbasis MR.....	117
Gambar 4.2 Diagram presentase respon mahasiswa kesesuaian soal dengan indikator dalam RPS berbasis MR.....	118
Gambar 4.3 Diagram persentase rata-rata penguasaan konsep mahasiswa.	119
Gambar 4.4 Diagram rerata hasil ketercapaian penguasaan konsep tiap sub bab gaya sentral berbasis MR.....	120
Gambar 4.5 Rata-rata Skor Pre tes dan Pos tes Kelas Eksperimen	124
Gambar 4.6 Rata-rata Skor N-gain Penguasaan Konsep 4 Materi-MR	125
Gambar 4.7 Skor Rerata Nilai MR Empat Pokok Bahasan Kelas Uji Coba	127
Gambar 4.8 Persentase Rata-rata Gaya Kognitif FD&FI.....	129
Gambar 4.9 Rerata Nilai Persentase Tiap Indikator KBK pada Kelas Uji Coba	130
Gambar 4.10 Rerata Nilai LKM-MR Peningkatan KBK mahasiswa	131
Gambar 4.11 Keberhasilan Responden Mengisi LKM Berbasis MR	132
Gambar 4.12 Persentase Nilai LKM-MR -KBK dan N-gain Materi RBT Menggunakan Software Geogebra.....	133
Gambar 4.13 Rerata Nilai Pre tes dan Pos tes Penguasaan Konsep Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	144
Gambar 4.14 Kemampuan Rerata Representasi Materi Mekanika Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol... ..	146
Gambar 4.15 Rerata N-gain Penguasaan Konsep Tiap Pokok Bhasan kelas eksperimen dan kelas kontrol	148
Gambar 4.16 Peningkatan Penguasaan Konsep Mekanika MR-FD&FI Dengan Software	149
Gambar 4.17 Peningkatan Penguasaan Konsep Mekanika Menggunakan M3-MR Berbantuan Software Geogebra dan Media AACC Versi 2018 Pada Kelas eksperimen	151
Gambar 4.18 N-gain Tiap Indikator KBK 4 Pokok Bahasan Dengan MR-FD&FI Pada Kelas Eksperimen	153

Gambar 4.19 Konsep bandul fisis dengan software Geogebra	188
--	-----

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Liliyasi, Rusli, A. dan Bruce, W. (2011). Implementasi pembelajaran berbasis multi representasi untuk peningkatan penguasaan konsep fisika kuantum. *Cakrawala pendidikan*. Vol.30 No.1, pp. 3045.
- Adri N. Ahamad, Mohd A. Samsudin, Mohd E. Ismail, Nur J. Ahmad. (2021). Enhancing the Achievement in Physics' Motion Concept through Online Multiple Intelligence Learning Approach. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. Vol. 17 No. 2, pp. 1941.
- Aksoy, G. (2013). Effect technique of computer animation on students' comprehension of the solar system and beyond unit in the science and technology course. *Mevlana International Journal of Education*, 3(1), 40-46.
- Alise & Teddlie; Baker. (2015). A Continuation of the Paradigm Wars? Prevalence Rates of Methodological Approaches Across the Social/Behavioral Sciences. *Journal of Mixed Methods Research*. Vol. 4(2):103-126.
- Alsaleh J. Nada (2020). Teaching Critical Thinking Skills: Literature Review. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. Volume 19 issue 1. Pp.21-39.
- Andriyanto, B. (2010). *Pembuatan animasi dengan macromedia flash 8* . Modul 10. Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Kementerian Pendidikan Nasional 2010.
- Angell C. O, Guttersrud, & Henriksen, E. K.(2007). "*Multiple Representations as a Framework for A Modelling Approach to Physics Education*". Department of Physics, University of Oslo, NORWAY, and Per Morten Kind, School of Education, Durham University, UK.
- Angga Murizal, dkk. 2012. Pemahaman Konsep Matematis dan Model Pembelajaran Quantum Teaching. *Jurnal Pendidikan Matematika (online)* Vol. 1 No. 1. (www.ejournal.unp.ac.id. diakses tanggal 25 April 2016).
- Ainsworth, S. E. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33, 131–152.
- Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple representasi When Learning Complex Scientific Concept. In Gilbert, J. K., Reiner, M. and Nakhleh, M. (eds),

- Visualization: Theory and Practice in *Science Education*, 191-208. New York: Springe.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K. & Isnes, A. (2004). "Physics: Frightful, But Fun, Pupils' and Teachers' Views of Physics and Physics Teaching" [Electronic version]. *Science Education*, 88, 683-706.
- Angelo, T. A. (1995). Classroom assessment for critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22, 6-7.
- Anita E Woolfolk, *Educational Psychology* (London: Allyn and Bacon, 1993).
- Arends, Richard. (2008). *Learning to Teach*. Jogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arianti, B. I., Sahidu, H., Harjono, A., & Gunawan. (2016). Pengaruh Model Direct Instruction Berbantuan Simulasi Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, II(4), 159–163.
- Aufschnaiter, C., & Rogge, C. (2010). Misconceptions or missing conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 3–18. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75223>
- Ary, D., Jacobs, L. C., & Razavieh, A. (2010). *Introduction to Research in Education*. 8th Ed. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning
- Bing & Redish (2009). Symbolic Manipulators Affect Mathematical Mindsets. *American Journal of Physics*. Vol. 76(4).
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research: An Introduction*. Longman Education.
- Brenner, V. (1997). Psychology of computer use: XLVII. parameters of Internet use, abuse and addiction: the first 90 days of the Internet Usage Survey. *Psychological Reports*, 80(3, Pt 1), 879–882. <https://doi.org/10.2466/pr0.1997.80.3.879>
- Bryan, J. A., and Fennell, B. D., (2009). "Wave Modelling: A Lesson Illustrating The Integration of Mathematics, Science and Technology Through Multiple Representations". *Physics Education*, 44(4), 403-410. doi:10.1088/0031-9120/44/4/010
- Butchart S., Forster D., Gold I., Bigelow J., Korb K., Oppy G., Serrenti A. (2009). "Improving critical thinking using web based argument mapping exercises with automated feedback". *Australasian Journal of Educational Technology* 2009, 25(2), 268-29.

- Caruth,. (2013). Demystifying Mixed Methods Research Design: A Review of the Literature. *Mevlana International Journal of Education*. Vol. 3(2):112-122.
- Cock, M. D. (2012). Representation Use and Strategy Choice in Physics Problem Solving. *Physical Review Special Topic- Physics Educations Reseach* 8, 020117.
- Cohen, J. (1992). *A Power Primer*. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
- Costa, A. (1985). *Developing Minds a Resource Book for Teaching Thinking*. Virginia ASCD. Alexandria.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2008). *Educational Research Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Third Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Danaye, M.T. & Haghghi, S. (2016). “ *Developing Critical Thinking with Debate: Evidence from Iranian Male and Female Students*” *Informal Logic*,36, 1, pp. 64-82.
- David, M. J. Christophe, D. J. Norma, A. J. (2013). “The effect of representations on difficulty perception and learning of the physical concept of pressure”. *Themes in science and technology education*. Vol.6 No.2, pp. 91108.
- DeLeone, C., and Gire,E. (2005). Edited by P. Heron, L.McCullough and J. Marx. *Physics Education Research Conference Proceedings*. Salt Lake City. UT, 2005, 45-48.
- DePorter, B., Reardon, M., & Singer-Nourie, S. (2009). *Quantum Teaching*. Jakarta: Mizan.
- De Porter, Bobbi, dan Hernacki, Mike. (2011). *Quantum Learning*. Terjemahan. Alwiyah Abdurrahman. Bandung: Kaifa. Depdiknas. 2006
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). A Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topic - Physics Education Research*, 1–148.
- Dubinsky, Ed. (1995). ISETL : A Programming Language for Learning Mathematics. *Communications on Pure and Applied Mathematics* .Vol. XLVIII, 1027 – 1051.
- Dubinsky, Ed. & Leron, Uri. (1996). *Learning Abstact Algebra with ISETL*. New York. Springer – Verlag.
- Duit, R., Treagust, D. F. & Widodo, A. (2008). *Teaching science for conceptual change. in S. Vosniadou (Ed.)*. *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge.
- Dwijananti, P., Yulianti, D. (2010). Pengembangan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui pembelajaran problem based instruction pada mata kuliah fisika lingkungan.

- Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 6 (2010) 108-114. ISSN: 1693-1246 Juli 2010.
<http://journal.unnes.ac.id>.
- Ennis, R. H. (1989). Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research. *Journal Education*, 18 (3):4-10.
- Ennis, R.H. (1993). *Critical Thinking Asessment*. Theory Into Practice. Volume 32, Number 3, Summer 1993.
- Ennis. (1994). *Critical Thinking*. New Jersey: Prentice Hall, Uper Saddle River
- Feynman, R. (1994). *The Development of the Space-time View of Quantum Electrodynamics*; Nobel Lecture. <http://nobelprize.org/physics/laureates/1965/feynman-lecture.html>. Diunduh 19 Oktober 2009.
- Fisher, A. (2009). *Berpikir Kritis Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga
- Fowles, R.,G. (2006). *Analytical Mechanics*. University of Utah. International Student Edition: ISBN 0-534-40813-3.
- Ghufron, M. Nur & Rini Risnawita. (2012). *Gaya Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Guilford, J.P., & Fruchter, B., (1978). *Fundamental Statistic in Psychology and Education*. Singapore: Mc Graw Hil
- Gulbin Ozkan. (2020). Determining Students' Conceptual Understandings of Physics Concepts. *Shanlax International Journal of Education*, vol. 8, no. 3, 2020, pp. 1–5
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of education*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Gunel, M., Hand, B., & Gunduz, S. (2006). *Comparing Student Understanding of Quantum Physics When Embedding Multimodal Representations into Two Different Writing Formats: Presentation Format Versus Summary Report Format*. www.interscience.wiley.com. Diunduh 15 Oktober 2007.
- Hake, R.R., (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 66, 64-74.
- Hartini TI. (2017). Understanding the concept of advanced mechanics through multiple representations and critical thinking to physics education students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1. <http://snf.conference.unesa.ac.id/ocs/index.php/snf/snf2017>.
- Hartini, T.I., Liliyasi, Setiawan, A. & Ramalis, T.R. (2019). Critical thinking skills (CTS) and rigid object rotation (ROR) concept mastery through multiple-based representation (MR) in Mechanics learning using GeoGebra software (Hartini, et.,al.,

- 2019). *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*. Seminar nasional fisika 2019 UNESA - Surabaya.
- Hartini, T.I., Liliyasi, Setiawan, A. & Ramalis, T.R. (2019). *Multiple representation based analytic mechanics learning using geogebra software in readiness to face the industrial revolution 4.0 (MR-GEO.4IR)*. ICCS Ho Chi Minh, Vietnam/ 14-15 Oktober 2019.
- Hakim, A. (2017). Pengembangan Program Perkuliahan Termodinamika Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Keterampilan Generik Sains, Dan Berpikir Kreatif Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Eprint_Fieldopt_Thesis_Type_PhD Disertasi*, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hegde, B., & Meera, B. (2012). How do they solve it? An insight into the learner ' s approach to the mechanism of physics problem solving. *Physics Education Research*, 010109, 1–9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTP ER.8.010109>.
- Hikmat, Liliyasi, & Rusdiana, D. (2017). Studi tentang produk karya multimedia mahasiswa calon guru fisika pada perkuliahan multimedia pembelajaran fisika. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika* (2017). ISSN: 2338-1027. Vol.2 No.2 : 1-5.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. *In 11th International Congress on Mathematical Education. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico*.
- Irwandani. (2015). Multi representasi sebagai alternatif pembelajaran dalam fisika. Program Studi Pendidikan Fisika IAIN Raden Intan Lampung dirwansurya@yahoo.co.id ISSN: 1693-1246
- Ismet (2013). Dampak program perkuliahan mekanika berbasis multipel representasi terhadap kecerdasan spasial mahasiswa calon guru). *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 9 ISSN: 1693-1246 Juli 2013. Pp. 132-143
- Jared A. Nielsen, Brandon A. Zielinski, Michael A. Ferguson, Janet E. Lainhart, Jeffrey S. Anderson. (2013). An Evaluation of the Left-Brain vs. Right-Brain Hypothesis with Resting State Functional Connectivity Magnetic Resonance Imaging. *Published: August 14, 2013*.
- Johar Maknun (2020). Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High

School Students. *International Education Studies*; Vol. 13, No. 6; 2020 ISSN 1913-9020 E-ISSN 1913-9039.

- Johnson, Elaine B. (2007). *Contextual Teaching dan Learning*. Bandung. MLC.
- Jurecki, K & Wander, C. F. (2012). "Science Literacy, Critical Thinking, and Scientific Literature: Guidelines for Evaluating Scientific Literature in the Classroom", *Journal of Geoscience Education*, vol. 60, pp. 100-105
- Kadir. (2017). *Statistika Terapan: Konsep, Contoh dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian*. Edisi. 3, Cetakan ke 4: Rajawali Pers, Depok.
- Kaplan & Saccuzzo. (2005). *Psychological Testing*. USA: Thomson Wadsworth.
- Karen S. Ivers & Ann E. Barron. (2002). *Multimedia Projects in Education: Designing, Producing, and Assessing*. Libraries Unlimited, 2002. ISBN: 1563089432, 9781563089435
- Khaerudin. (2017). Administrasi, Analisis Butir, dan Kaidah Penulisan Tes. *Jurnal Madaniyah*, Volume 1 Edisi XII Januari 2017. ISSN (printed) : 2086-3462 ISSN (online) : 2548-6993.
- Keefe, J.W. (1987). *Learning Style Theory and Practice*. Virginia: National Association of Secondary School Principals.
- Kim K., Sharma P., Land S. M., Furlong K. P. (2013). "Effects of Active Learning on Enhancing Student Critical Thinking in an Undergraduate General Science Course" *Innovative Higher Education*. (38), 223–235.
- Kohl, P. B., and Finkelstein, N. D. (2006). Effects of representation on students solving physics problems: A fine-grained characterization. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 2, 010102.
- Kodjo Donkor Taale, (2013). "Remediating Some Learning Difficulties of L200 Science Education Students of Modibbo Adama University of Technology in Some Physics Concepts Using Multiple Representations," *International Journal of Education and Practice*, Conscientia Beam. Vol. 1(3), pages 26-43, 06-2013.
- Kok-Sing Tang, Cesar Delgado, and Elizabeth Moje. (2014). An Integrative Framework for the Analysis of Multiple and Multimodal Representations for Meaning-Making in Science Education. *Jurnal Science Education*. Vol. 98(2). March 2014.

- Kulkarni, V. D., & Tambade, P. S. (2013). Enhancing the Learning of Thermodynamics using Computer Assisted Instructions at Undergraduate Level. *International Journal of Physics & Chemistry Education*, 5(1), 2–10.
- Leach, B.T. & Good, D.W. (2011). Critical Thinking Skills as Related to University Students' Gender and Academic Discipline. *International Journal of Humanities and Social Science*. 1(21), pp. 100-106.
- Lambertus. (2009). Pentingnya Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Matematika di SD. *Forum Kependidikan*. Volume 28, Nomor 2, Maret 2009.
- Lemke, J. L. (1998). *Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. City University of New York.
- Leech, N. L., Barrett, K. C., & Morgen, G. A. (2005). *SPSS for Introductory Statistics: Used and interpretation (2nd ed.)*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Liliasari. (1997). Pengembangan Model Pembelajaran Materi Subjek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Konseptual Tingkat Tinggi Mahasiswa Calon Guru IPA. *Laporan Penelitian*. IKIP Bandung : Tidak dipublikasi
- Liu, G., & Fang, N. (2016). *Student Misconceptions about Force and Acceleration in Physics and Engineering Mechanics Education*.
- Lunenburg, F.C. (2011). Critical Thinking and Constructivism Technique for Improving Students Achievements. *National Forum of Teacher Educational Journal*. Volume 21, Number 3, 2011.
- Mahardika K . I. Agus, S. & Dadi, R. (2012). “Model inkuiri untuk meningkatkan kemampuan representasi verbal dan matematis pada pembelajaran fisika di SMA”. *Jurnal pembelajaran fisika*. Vol.1 No.2, pp. 165-171.
- Marpaung, N., Liliasari, & Setiawan, A. (2016). Identifikasi Kemampuan Multipel Representasi Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742)*, Vol 13(1) 2016: 445-449 Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS 445 SP-008-006.
- Mardapi, D. 2008. Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes. Yogyakarta: Mitra Cendekia Press.
- Mardapi, D. (2016). *Pengukuran, Penilaian & Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Parama Publishing.

- Matindas.R. (1996). Berfikir Kritis dan Pengembangannya. (tersedia online). <http://didin-uninus.blogspot.co.id/2008/03/berpikir-kritis-dan-pengembangannya.html>. (diakses pada tanggal 16 Mei 2017)
- Matlin, M. W. (1994). *Cognition* (3rd ed.). Harcourt.
- Meltzer, D. E. (2006). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics. *American Journal of Physics*, 70(7).
- Morais, C & Paiva, J. (2007). Digital Simulation and experimental activities in Physics and Chemistry Pilot study on the impact of the resource “Fusion and boiling points” with Level 7 pupil. *Education Sciences Journal*. (5), 97-108.
- Morgen, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W., & Barrett, K. C. (2004). *SPSS for Introductory Statistics: Use and interpretation*. (Second Edition). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Morris, & Alton, C. (1988). *Learning Theories for Teachers*. USA: Harper & Row, Publisher, Inc.
- Muhammet Doruk. (2019). Examination of Freshmen's Conceptual Knowledge on Function in the Context of Multiple Representations. *International Journal of Research in Education and Science*. Volume 5, Issue 2, Summer 2019 ISSN: 2148-9955
- Murizal, A., dkk. (2012). Pemahaman Konsep Matematis dan Model Pembelajaran Quantum Teaching. *Jurnal Pendidikan Matematika (online)* Vol. 1 No. 1. (www.ejournal.unp.ac.id. diakses tanggal 25 April 2016).
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2010). Force Concept Inventory-Based Multiple-Choice Test for Investigating Students’ Representational Consistency. *Physical Review Special Topics- Physics Education Research* 6, 020109.
- Nieminen, P. Savinainen, A. & Viiri, J. (2012). “Relations between representational consistency, conceptual understanding of the force concept, and scientific reasoning”. *Physical review special topics – Physics education research*. Vol.8 No.1, pp. 11-23.
- Nopiani, R., Harjono, A., & Hikmawati. (2017). Pengaruh model pembelajaran advance organizer berbantuan peta konsep terhadap hasil belajar fisika SMA Negeri 1 Lingsar. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 137–145
- Oleg, Y. (2015). A.V. Usova’s Contribution to the Field of Concept Learning in Physics Classroom. *Third 21st CAF Conference at Harvard, in Boston, USA*. September

2015, Vol. 6, Nr. 1 ISSN: 2330-1236. Yugra State University Department of Physics and Technical Disciplines Russian Federation.

Ornek, F., Robinson, W.R., & Hagan, M.P. (2008). "What makes physics difficult?" *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(1) 30-34

Osborne, J. (2007). "Science Education for The Twenty First Century". *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 3, (3), 173-184.

Oktaviani, D. G., Harjono, A., & Gunada, I. W. (2018). Penguasaan Konsep Usaha Dan Energi Peserta Didik Kelas X Dengan Model Pembelajaran Ekspositori Berbantuan Organizers. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 192. <https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.821>.

Paivio, A. (1990). *Mental Representation: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press.

Paul, Richard, & Elder, L. (2005). *The Miniature Guide to Critical Thinking "CONCEPTS & TOOLS"*. The Foundation of Critical Thinking. California.

Philips, V. & Bond, C. (2004). "Under Graduates' Experiences of Critical Thinking" *Higher Education research & Development*. 23(3), 277-294

Piyatissa, Madawala Liyanage Shanaka; Johar, Md Gapar Md; Tarofder, Arun Kumar (2018). Multiple Representations in Dispelling Some Common Misunderstandings and Increasing the Clarity of Principles of Physics Taught at Secondary School Level. *Asian Journal of Contemporary Education*. Vol. 2, No. 2, 122-135 ISSN(e): 2617-1252 DOI: 10.18488/journal.137.2018.22.122.135.

Popat Savaleram Tambade & Bhiva Gobji Wagh (2011). Assessing the Effectiveness of Computer Assisted Instructions in Physics at Undergraduate Level . *Eurasian J. Phys. Chem. Educ.* 3(2): 127-136.

Prahani, B.,K., Soegimin, W.,W., Yuanita, L. (2015). Pengembangan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing untuk melatih kemampuan multi representasi siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya* ISSN : 2089-1776. Vol. 4, No. 2, Mei 2015.

Prai, V, Russell T., Peter, H., Bruce, W. (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Pages displayed by permission of [Springer Science & Business Media](http://www.springer.com). Copyright.

- Qohar, A. (2009). *Pemahaman Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama pada Pembelajaran dengan Model Reciprocal Teaching*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta.
- Rabiulluddin (2018).nAplikasi GeoGebra Sebagai Media Pembelajaran Fisika Untuk Topik Kinematika Partikel 1 Dan 2 Dimensi. *Prosiding Seminar Nasional MIPA IV Banda Aceh*, 30 oktober 2018 (Banda Aceh: Unsyiah).
- Ramalis, TR. & Rusdiana, D. (2015). Karakteristik pengembangan tes keterampilan berpikir kritis bumi dan antariksa untuk calon guru. *JPPPF - Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika* Volume 1 Nomor 2, Desember 2015 p-ISSN: 2461-0933 | e-ISSN: 2461-1433, 51-58.
- Rangkuti, A.N. (2014). Representasi Matematis. *Forum Pedagogik*, Vol. VI. No. 01 Januari 2014.
- Redish, E. F. (1994). The implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*. 62, 796-803.
- Riyana, E. (2012). *Gaya kognitif dalam pembelajaran*. Endririyatul.blogspot.com/2012/03/gaya-kognitif-dalam-pembelajaran.
- Ruseffendi. (1998). *Statistika Dasar untuk Penelitian Pendidikan*. Bandung: Penerbit IKIP Bandung Press.
- Satria, Purnomo, T. & Martini. (2014). Pengembangan lembar kerja siswa (lks) berorientasi inkuiri Untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa smp kelas IX Pada tema virgin coconut oil (vco). *Jurnal Pendidikan Sains e-Pensa*. Volume 02 Nomor 01 Tahun 2014, 89-94. ISSN: 2252-7710.
- Schnotz, W. Baadte, C. Müller, A. and Rasch, R. (2010). *Creative thinking and problem solving with depictive and descriptive representations*. In L. Verschaffel, E. De Corte, T. de Jong and J. Elen (Eds.), *Use of representations in reasoning and problem solving: Analysis and improvement* (pp. 1135). Milton Park, UK: Routledge.
- Setiawan, S. (2017). Dalam “Artikel Guru Pendidikan”. www.gurupendidikan.co.id., diakses pada tanggal 18 November 2017, pukul 09.00 wib. Pengertian berpikir – teknik, tingkatan, model, aspek, unsur, pentingnya, cara dan contoh. *International Journal – GSJ*.

- Shulhany, A. (2013). *Geogebra berbasis abstraksi untuk pembelajaran geometri*. Modul abstraksi siswa SLTA. skripsi © Untirta 2013. Serang – Banten
- Solihah, A., Sinaga, P., & Amsor. (2018). Multi representasi momentum dan impuls untuk meningkatkan kognitif dan kemampuan pemecahan masalah siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Quantum* dalam Seminar Nasional Quantum (2018). 2477-1511 (7pp). seminar.uad.ac.id/index.php/quantum.
- Sudjana. (2000). *Metode dan Teknik Pembelajaran Partisipasif*. Bandung: Falah Production
- Suhandi A, & Wibowo F. C. (2012). Pendekatan Multirepresentasi Dalam Pembelajaran UsahaEnergi Dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 8. Hlm. 1-7.
- Sundaygara, C., Kusairi, S., dan Hidayat, A. (2014). Pengaruh Multi Representasi pada Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Kemampuan Representasi Siswa SMA. *Jurnal Foton* Volume 18 Nomor 2.
- Sundayana, R. (2014). *Statistika penelitian pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sumintono, B., (2014). *Pengajaran Sains di Malaysia*. Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Sains Tahun 2004, Jurusan Tadris Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, IAIN Syekh Nurjati, Cirebon.
- Suprpto, Edy; Saryanto; Sumiharsono, Rudy; Ramadhan, Syahrul (2020). The Analysis of Instrument Quality to Measure the Students' Higher Order Thinking Skill in Physics Learning. *Journal of Turkish Science Education*, Volume 17, Issue 4, December 2020.
- Susanto, A.,H. (2013). Pemahaman mahasiswa dalam pemecahan masalah pembuktian pada konsep grup berdasarkan gaya kognitif. *Jurnal pendidikan dan pembelajaran*, volume 20, nomor 2, oktober 2013. Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo email : herrysanto_62@yahoo.co.id
- Serway, R. A., Vuille, C., & Hughes, J. (2013). *College Physics* (10th). USA: Gengage Learning.
- Stephenson, N. S., & McKnight, P.S. (2015). Developing Critical Thinking Skills Using Then Science Writing Heuristic in The Chemistry Laboratory. *Chemistry Educational Research and Practice*. 17, 72-79.
- Suparno, Paul. (1997). *Filsafat Konstruktivisme Dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius, 1997.

- Sutopo & B. Waldrip (2013). Impact of representational approach on students' reason and conceptual understanding in learning mechanics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 12. No. 4, 2013, pp. 741- 765.
- Taqwa, M. R. A., Hidayat, A., & Supoto. (2017). Konsistensi Pemahaman Konsep Kecepatan dalam Berbagai Representasi. *Jurnal Riset & Kajian Pendidikan Fisika*, 4(1), 31–39. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12928/jrkpf.v4i1.6469>
- Tim APS Pendidikan Fisika. (2016). *Rumusan Profil Lulusan dan Capaian Pembelajaran Asosiasi Program Studi Pendidikan Fisika LPTK PTM*. Asosiasi LPTK Perguruan Tinggi Muhammadiyah (ALPTK PTM) Bekerjasama dengan Muhammadiyah University Press (MUP) Universitas Muhammadiyah Surakarta. Jl. A. Yani Pabelan Tromol Pos 1 Kartasura Surakarta 57102 Telp. 0271 717417 (pes. 130) Fax. 0271 715448. Website: <http://alptkptm.org>. Email : alptkptm@gmail.com.
- Taqwa, M. R. A., & Pilendia, D. (2018). Kekeliruan Memahami Konsep Gaya , Apakah Pasti Miskonsepsi ? *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Integrasinya*, 01(02), 1–12.
- Tawil, M. (2011). Pengembangan Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer pada Perkuliahan Gelombang dan Optika untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Calon Guru Fisika. Disertasi SPS UPI : Tidak Dipublikasikan.
- Tsapartis, G. & Zoller, U. (2003).“*Evaluation of Higher vs. Lower-order Cognitive Skills Type Examination in Chemistry: Implication for University in Class Assessment and Examination*” U. Chem. Ed. 7, 50-57.
- Treagust, D. F. (2017). Multiple Representations in Physics Education Treagust. ISSN 1871-2983 ISSN 2213-2260 (electronic). Library of Congress Control. Number: 2017945744 © Springer International Publishing AG 2017.
- Waldrip, B. Prain, V. and Carolan, J. (2010). “Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science”. *Res. science education*. Vol.40 No.1, pp. 65-80.
- Widyawati, T. (2015). Effectiveness Of Learning Physics-Based Multi Representation To Train Students Representation Ability. [online] diakses dari <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFKIP/article/viewFile/6274/5974>.
- Widjajanti, E. (2010). Penilaian Lembar Kerja Siswa Materi Konsep Atom, Ion dan Molekul. Makalah disajikan pada kegiatan pelatihan penilaian lembar kerja siswa bagi

guru mata pelajaran kimia. Online akses
<http://staff.uny.ac.id/system/files/pengabdian/endang-widjajanti-lfx-msdr/ppm-lks2.pdf>

- Witkin, A. H. (1971). *Group Embedded Figure*. California: Mind Garden, Inc.
- Witkin, A. H. Moore D. R. Goodenough P. W. Cox. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Educational Research Winter 1977*, Vol.47,No.1, Pp. 1-64.
- Witkin, A. H. (1977). Field-Dependent and Independent Cognitive Style and Their Educational Implication. *Review of Educational Research*. Vol. 47(1). pp. 1-64.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., dan Cox, P. W., (1977). Field Dependent dan Field Independent Cognitive Style and Their Education. *Review of Educational Research Winter*, vol. 47, no. 1. (HYPERLINK <http://www.jstor.org/stable/1169967> <http://www.jstor.org/stable/1169967>) diakses 2 Nopember 2012.
- Yüksel, G. & Alci, B. (2012). “Self-Efficacy and Critical Thinking Dispositions as Predictors of Success in School Practicum”. *International Online Journal of Educational Sciences*. 4, (1), 81-90.
- Yulianci, S., Gunawan, & Doyan, A., (2017). Model inkuiri terbimbing berbantuan multimedia interaktif untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 146–154.
- Zachariah & Anderson (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics* . Vol. 71(6): 618-629.
- Zheng, Z. (2007). Gender Differences in Mathematical Problem Solving. Patterns: A review of Literature. *International Education Journal*. Vol. 8(2). pp. 187-203.AA
- Zulaiha & Rahman. (2008). *Analisis Soal Secara Manual*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Badan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pusat Penilaian Pendidikan.