



BUKU MODEL PEMBELAJARAN

***INVESTIGATION-BASED MULTIPLE REPRESENTATION
ONLINE (IBMRO)***

**Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.
Dr. Binar Kurnia Prahani, M.Pd.
Dr. Joko Siswanto, M.Pd.
Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.
Muhammad Habibulloh, M.Pd.**

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
All rights reserved

**BUKU MODEL PEMBELAJARAN
INVESTIGATION-BASED MULTIPLE
REPRESENTATION ONLINE (IBMRO)**

Copyright © 2022

Penulis : Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.
Dr. Binar Kurnia Prahani, M.Pd.
Dr. Joko Siswanto, M.Pd.
Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.
Muhammad Habibulloh, M.Pd.

Surabaya: Penerbit JDS 2022
88 hlm

Hak cipta pada penulis

Tata Letak Isi : Nizar Rizki Rahman, S.Pd.
Desain Sampul : Nizar Rizki Rahman, S.Pd.

Hak penerbitan pada Penerbit JDS, Surabaya
(Anggota IKAPI)

Dicetak di CV. JAUHAROH DARUSALAM

Penerbit JDS
Jl. Jemur Wonosari Lebar 61
Wonocolo, Surabaya-60237
Telp. 085649330626
Email : jdspresssurabaya@gmail.com

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Mahakuasa, hanya karena pertolonganNya saja kami dapat menyelesaikan Buku Model Pembelajaran Investigation-Based Multiple Representation Online (IBMRO) untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa Pendidikan Fisika. Buku Model IBMRO ini merupakan salah satu luaran program Penelitian Kebijakan Guru Besar Universitas Negeri Surabaya Tahun 2022.

Buku Model IBMRO ini disusun sebagai pedoman dalam menerapkan pembelajaran inovatif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kolaboratif mahasiswa. Buku Model IBMRO ini diharapkan dapat membantu para dosen dalam mengembangkan perangkat pembelajaran dan melaksanakan kegiatan perkuliahan di perguruan tinggi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa: Alternatif kuliah Online di masa pandemi Covid-19.

Buku model ini terdiri atas bab I ikhtisar pengembangan model IBMRO, yang meliputi: rasional model; tujuan pengembangan model pembelajaran IBMRO. Bab II karakteristik model pembelajaran IBMRO, yang meliputi: tujuan; sintaks, dukungan teoritik, dan empirik; lingkungan belajar yang mendukung; sistem sosial; prinsip reaksi; syarat pendukung; dampak instruksional dan pengiring; dan asesmen dan evaluasi. Bab III perencanaan pembelajaran menggunakan model IBMRO, yang meliputi: perencanaan tujuan pembelajaran/ kemampuan akhir; perencanaan aktivitas dosen dan mahasiswa; dan perencanaan perangkat pembelajaran. Bab IV pelaksanaan pembelajaran menggunakan model

IBMRO, yang terdiri dari: penerapan sintaks; penerapan lingkungan belajar yang mendukung; penerapan sistem sosial; dan penerapan prinsip reaksi.

Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Surabaya yang telah memberikan kesempatan dan dana Penelitian dengan judul Model IBMRO untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa Pendidikan Fisika.
2. Kepala LPPM Universitas Negeri Surabaya yang telah berkenan menyetujui penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat didanai untuk dilakukan penelitian.
3. Semua pihak yang telah membantu penyusun mulai perencanaan, penyiapan awal, pelaksanaan dan evaluasi kegiatan penelitian ini.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan buku model ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan buku model ini. Akhirnya kami berharap semoga buku model ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang memerlukannya dan menjadi bahan informasi bagi perkembangan ilmu pada umumnya dan khususnya bagi perkembangan pendidikan di era revolusi industri 4.0.

Surabaya, Agustus 2022

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Prakata	iii
Daftar Isi	v
1. Ikhtisar Pengembangan Model IBMRO	1
A. Rasional Model	1
B. Tujuan Pengembangan Model Pembelajaran IBMRO	14
C. Istilah-istilah dalam Model Pembelajaran IBMRO	15
2. Karakteristik Model Pembelajaran IBMRO	20
A. Tujuan	20
B. Sintaks, dukungan teoritik, dan empirik	20
C. Lingkungan Belajar yang Mendukung	33
D. Sistem Sosial	34
E. Prinsip Reaksi	34
F. Syarat Pendukung	35
G. Dampak Instruksional dan Pengiring	36
H. Asessmen dan Evaluasi	39
3. Perencanaan Pembelajaran Menggunakan Model IBMRO	42
A. Perencanaan Tujuan Pembelajaran/ kemampuan akhir	42
B. Perencanaan Aktivitas Dosen dan Mahasiswa	48
C. Perencanaan Perangkat Pembelajaran	50

4. Pelaksanaan Pembelajaran Menggunakan Model IBMRO	56
A. Penerapan Sintaks	56
B. Penerapan Lingkungan Belajar yang Mendukung	59
C. Penerapan Sistem Sosial	60
D. Penerapan Prinsip Reaksi	61
Rangkuman	63
Daftar Pustaka	65



1

Ikhtisar Pengembangan Model IBMRO



BAB 1

IKHTISAR PENGEMBANGAN MODEL IBMRO

Ikhtisar pengembangan model pembelajaran *Investigation-Based Multiple Representation Online (IBMRO)* pada buku ini menjelaskan rasional model pembelajaran, tujuan pengembangan, dan istilah-istilah yang digunakan dalam pengembangan model pembelajaran. Rasional model pembelajaran menjelaskan urgensi dan sintaks model pembelajaran *IBMRO* dikembangkan. Tujuan pengembangan menjelaskan hal yang ingin dicapai pada pengembangan model pembelajaran IBMRO. Istilah-istilah yang digunakan dalam pengembangan model pembelajaran telah dijelaskan pada buku ini (Bab 1).

A. Rasional Model

Tantangan di dalam kegiatan pembelajaran dewasa sangat kompleks. Persebaran virus Corona yang massif di berbagai negara, memaksa kita untuk melihat kenyataan bahwa dunia sedang berubah. Kita bisa melihat bagaimana perubahan-perubahan di bidang teknologi, ekonomi, politik hingga pendidikan di tengah krisis akibat Covid-19. Perubahan itu mengharuskan kita untuk bersiap diri, merespon dengan sikap dan tindakan sekaligus selalu belajar hal-hal baru. Indonesia tidak

sendiri dalam mencari solusi bagi peserta didik agar tetap belajar dan terpenuhi hak pendidikannya. Sampai 1 April 2020, UNESCO mencatat setidaknya 1,5 milyar anak usia sekolah yang terdampak Covid 19 di 188 negara termasuk 60 jutaan diantaranya ada di negara kita. Semua negara terdampak telah berupaya membuat kebijakan terbaiknya dalam menjaga kelanggengan layanan pendidikan. Indonesia juga menghadapi beberapa tantangan nyata yang harus segera dicarikan solusinya: (1) ketimpangan teknologi antara sekolah di kota besar dan daerah, (2) keterbatasan kompetensi guru dalam pemanfaatan aplikasi pembelajaran, (3) keterbatasan sumberdaya untuk pemanfaatan teknologi Pendidikan seperti internet dan kuota, (4) relasi guru-murid-orang tua dalam pembelajaran daring yang belum integral. Pemberlakuan kebijakan physical distancing yang kemudian menjadi dasar pelaksanaan belajar dari rumah, dengan pemanfaatan teknologi informasi yang berlaku secara tiba-tiba, tidak jarang membuat pendidik dan siswa kaget termasuk orang tua bahkan semua orang yang berada dalam rumah. Pembelajaran teknologi informasi memang sudah diberlakukan dalam beberapa tahun terakhir dalam sistem pendidikan di Indonesia. Setidaknya Pembelajaran Daring/Online menjadi pilihan yang dapat dilaksanakan saat ini.

Saat ini kita sedang dihadapkan dengan abad 21, yang menuntut perubahan dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat sebagai salah satu akibat dari perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Tidak terkecuali pada bidang pendidikan, dituntut untuk dapat memfasilitasi dan menjamin peserta didik dapat belajar dan berinovasi, terampil dalam penggunaan teknologi dan informasi, serta memiliki keterampilan untuk hidup.

Pemecahan masalah merupakan salah satu kecakapan abad 21. Menurut Greenstein (2012), kecakapan abad 21 dikelompokkan menjadi 3 yaitu kecakapan berpikir (berpikir kritis, pemecahan masalah, berpikir kreatif, dan metakognitif), bertindak (komunikasi, kolaborasi, literasi digital dan teknologi), dan menjalani kehidupan (kewarganegaraan, pemahaman global, kepemimpinan dan kesiapan karir). Sedangkan Arifin (2017) mengelompokkan kecakapan Abad 21 dalam 4 (empat) kategori, diantaranya adalah cara berpikir kritis, kreatif dan inovatif, komunikasi, dan kolaboratif. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Direktorat Pembinaan Sekolah Atas, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2017) yang menguraikan tentang keterampilan Abad 21, antara lain berikut ini: 1)

Kritis dalam Berpikir dan Pemecahan Masalah (Critical Thinking and Problem Solving); 2) Komunikasi (Communication); 3) Kreativitas dan Inovasi (Creativity and Innovation); dan 4) Kolaborasi (Collaboration). Pemecahan masalah masih menjadi perhatian serius pemerintah Republik Indonesia dalam rangka menyiapkan sumber daya manusia yang unggul atau berkualitas sesuai kebutuhan abad 21. Hal itu tertuang dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 8 Tahun 2012 mengatur bahwa lulusan sarjana (level 6) harus mampu melakukan pemecahan masalah sesuai bidang. Maka dari itu, pembelajaran di perguruan tinggi harus memfasilitasi mahasiswa untuk belajar pemecahan masalah. Pembelajaran abad ke-21 memerlukan Sumber Daya Manusia dengan kompetensi dan capaian mahasiswa diarahkan pada keterampilan dan inovasi pembelajaran, antara lain yaitu: keterampilan pemecahan masalah (KPM) yang masih menjadi trend di tahun 2022. Hal ini didukung beberapa penelitian diantaranya: Argelagós (2022); Karaoglan Yilmaz (2022); Sangwan dan Singh (2022); Mahanal et. al., (2022); Alasmari dan Alkhamees (2022); Tasci et. al., (2022); Huang (2022); Muhlisin et. al., (2022); Afacan dan Kaya (2022); Hollenstein et. al., (2022); Barana et. al., (2022); dan Bonete et. al.,(2022).

Pemecahan masalah menjadi bagian penting

dalam pembelajaran fisika. Menurut Taasobshirazi & Farley (2013) salah satu tujuan utama dalam pembelajaran fisika di perguruan tinggi adalah untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam pemecahan masalah fisika. Didukung oleh Rojas (2012) bahwa pemecahan masalah adalah hasil yang harus dicapai pada proses belajar dan mengajar fisika, serta Heller & Heller (2010) bahwa pemecahan masalah menjadi tradisi dalam pembelajaran fisika dan memberikan pengalaman yang diperlukan dalam pekerjaan setelah lulus. Pemecahan masalah diperlukan dan penting untuk hidup, oleh sebab itu, mahasiswa harus mempelajarinya (Phumeechanya & Wannapiroon, 2014; Bellanca & Brandt, 2010; Kim et. al., 2022; Poonsawad et. al., 2022; Yang & Kim, 2022; Boran & Karakuş, 2022; Malik et. al., 2022; Vaithilingam, 2022; Günaydın, 2022). Banyak penelitian yang merevisi kurikulum untuk memasukkan lingkungan belajar terpadu yang mendorong untuk menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya pemecahan masalah. Menurut Walsh, Howard, & Bowe (2007), salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah menciptakan manusia yang dapat memecahkan masalah dengan cara menerapkan pengetahuan dan pemahaman pada situasi sehari-hari.

Mahasiswa berhasil dalam belajar fisika jika mampu menerapkan pengetahuannya untuk memecahkan masalah fisika, sehingga memiliki salah satu kecakapan berpikir abad 21 (Bellanca & Brandt, 2010). Selain itu, mahasiswa telah sukses mencapai luaran pembelajaran sesuai dengan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (Jatmiko, Widodo, Martini, Budiyanto, Wicaksono, & Pandiangan, 2016; Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012).

Kemampuan pemecahan masalah mahasiswa, pada kenyataannya masih rendah. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dalam pembelajaran fisika dasar di Universitas PGRI Semarang, mahasiswa kesulitan dalam pemecahan masalah fisika dan kemampuan pemecahan masalah memiliki kategori rendah (Siswanto & Saefan, 2014). Mahasiswa memecahkan masalah fisika dengan cara matematis, yaitu mahasiswa melompat dari membaca soal kemudian memikirkan persamaan fisika yang dibutuhkan. Ketika mereka diminta menjelaskan hasilnya, masih ragu-ragu dan belum yakin jika jawabannya benar. Sebanyak 77% mahasiswa menyatakan kesulitan memecahkan masalah fisika karena tidak paham atas permasalahan yang diberikan, dan sebanyak 23% mahasiswa

menyatakan tidak paham konsep. Mahasiswa melakukan pemecahan masalah dengan membuat daftar persamaan (24%), membuat daftar kuantitas yang diketahui dan yang tidak diketahui (48%), mengerjakan berdasarkan contoh pada buku sebelumnya (29%), serta berdasarkan percobaan dalam perkuliahan sebelumnya (0%). Hasil wawancara menunjukkan cara-cara tersebut digunakan mahasiswa dalam pemecahan masalah. Mahasiswa tidak memahami langkah yang telah dilakukan dan belum memiliki strategi khusus dalam pemecahan masalah fisika.

Penelitian lain mengungkap kemampuan pemecahan masalah mahasiswa yang rendah pada perkuliahan fisika. Hasil penelitian Taasobshirazi & Farley (2013), bahwa pembelajaran fisika di perguruan tinggi belum mampu membantu mahasiswa memperoleh kemampuan pemecahan masalah fisika yang baik. Mahasiswa menyelesaikan kuliah pengantar fisika dengan pemahaman konsep yang rendah dan kemampuan pemecahan masalah yang rendah (Taasobshirazi & Farley, 2013; Henderson, 2005; McDermott, 2001). Mahasiswa Universitas King Saud menyelesaikan kuliah pengantar fisika dengan kemampuan pemecahan masalah yang rendah, dilihat dari masalah konteks verbal,

kemampuan matematika, hukum-hukum fisika, dan grafik (Alshaya, 2014). Mahasiswa kesulitan dalam pemecahan masalah fisika untuk konsep listrik dinamis (Steteter, Kampen, Shaffer, & McDermott, 2013; Kock, Taconis, Bolhuis, & Graveimejer, 2014). Mahasiswa Universitas Negeri Malang memiliki kemampuan pemecahan masalah fisika yang tergolong rendah, setelah menyelesaikan perkuliahan fisika dasar (Kurniawan, Handayanto, & Parno, 2016). Kemampuan pemecahan masalah yang tidak maksimal juga didukung oleh hasil penelitian lainnya seperti: Mufida et. al., (2021); Bakri et. al., (2021), Santosa, (2021); Ramli et. al., (2021); Widya et. al., (2021); Hasan et. al., (2021); Lestari & Deta, (2021); Susanti et. al., (2021); Fiteriani et. al., (2021); dan Prahani et. al., (2021).

Mahasiswa harus belajar cara memecahkan masalah fisika agar memiliki kemampuan tersebut. Mahasiswa harus dibekali strategi pemecahan masalah dan kemampuan menerapkan pengetahuan dan pemahaman pada situasi sehari-hari. Maka dari itu, perlu memfasilitasi mahasiswa untuk dapat menerapkan pengetahuan dan pemahaman pada situasi nyata melalui proses visualisasi untuk menghubungkan dengan persamaan yang tepat

untuk memecahkan masalah. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah menggunakan pemodelan. Selain itu, mahasiswa harus lebih banyak menghabiskan waktu untuk memfokuskan pada aspek konseptual, memotivasi, dan terlibat dalam pemecahan masalah (Taasobshirazi & Farley, 2013). Mahasiswa harus mampu menerapkan pengetahuan dan pemahaman pada situasi nyata melalui proses visualisasi untuk menghubungkan dengan persamaan yang tepat untuk memecahkan masalah. Pemahaman dapat ditempuh dengan cara melakukan pemodelan terhadap fenomena fisika. Menurut Etkina, Warren, & Gentile (2006) model fisika dapat digunakan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan fenomena fisika yang ada. Selain itu, menurut Malone (2007) dan Jackson, Dukerich, & Hestenes (2008) pemodelan tentang fenomena fisika dapat digunakan untuk membantupemecahan masalah fisika. Hasil penelitian mutakhir di tahun 2020, 2021 dan 2022 menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah pada fisika harus dilatihkan (Wati et. al., 2021; Sutarno et. al., 2021; Sikk & Tammets, 2021; Abtokhi et. al., 2021; Wati et. al., 2020; Silitonga et. al., 2020; Hidaayatullaah et. al., 2020; Yusal et. al., 2020; dan Vignal & Wilcox, 2022)

Pembelajaran yang dapat memfasilitasi pemecahan masalah mahasiswa antara lain *Modeling*

instruction (MI) dan *Problem Based Learning (PBL)*. *MI* merupakan pembelajaran yang mengakomodasi pemodelan fisika. (Hestenes, 1987; Wells, Hestenes, & Swackhamer, 1995; Halloun, 2007; Malone, 2007; Jackson, Dukerich, & Hestenes, 2008; Brewes, 2008; Wright, 2012). *PBL* merupakan pembelajaran yang menggunakan masalah autentik dan bermakna sebagai titik awal mengakuisisi pengetahuan baru (Stalker, Cullen, & Kloesel, 2014; Skinner, Braunack-Mayer, & Winning, 2015; Ageorges, Bacilia, Poutot, & Blandin, 2014; Temel, 2014; Klegeris, 2013; dan Arends, 2012). Pembelajaran menggunakan *MI*, memfokuskan siswa pada proses membangun, memvalidasi, dan menggunakan model. *MI* memiliki dua tahap yaitu *development model* dan *deployment model* (Hestenes, 1987; Wells, Hestenes, & Swackhamer, 1995; Halloun, 2007; Malone, 2007; Jackson, Dukerich, & Hestenes, 2008; Brewes, 2008; Wright, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *MI* pada pembelajaran fisika dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan prestasi akademik fisika (Wright, 2012; Jackson, Dukerich, & Hestenes, 2008; Malone, 2007). Pembelajaran dilaksanakan dengan melibatkan siswa untuk mengonstruksi konsep fisika ke dalam suatu

model fisika dan menggunakannya dalam pemecahan masalah.

Hasil penelitian mengungkap kelemahan-kelemahan pada *MI*. Kelemahan-kelemahan tersebut yaitu: 1) memerlukan waktu yang lama dalam pembelajaran (Wells, Hestenes, & Swackhamer, 1995); 2) terkait dengan kesulitan membangun model saat topik baru diperkenalkan melalui situasi tertentu, di mana model umum yang telah dibangun pada dasarnya tidak memadai (Brewer, 2008); 3) kesulitan mentransformasi permasalahan ke dalam model fisika (Niss, 2012; Deni, Langlang, & Sunyoto, 2013); 4) sangat dipengaruhi kesenjangan pengetahuan awal untuk pemodelan fisika (Manthey & Brewer, 2013); 5) kesulitan dalam membuat representasi saat pembelajaran maupun saat pemecahan masalah (Sujarwanto, Hidayat, & Wartono, 2014).

PBL memiliki tujuan umum meningkatkan keterampilan penyelidikan dan pemecahan masalah, perilaku dan keterampilan sosial sesuai peran orang dewasa, dan keterampilan belajar mandiri (Skinner, Braunack-Mayer, & Winning, 2015; Ageorges, Bacilia, Poutot, & Blandin, 2014; Temel, 2014; Klegeris, 2013; dan Arends, 2012). *PBL* memiliki sintak: 1) mengarahkan siswa ke masalah; 2) mengorganisir siswa untuk belajar; 3) membantu penyelidikan

mandiri dan kelompok; 4) mengembangkan dan menyajikan hasil; 5) menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah (Arends, 2012; Moreno, 2010). Model *PBL* memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan *PBL* yaitu: 1) kurang sesuai dengan cakupan informasi yang besar dan beberapa pengajar tidak mendorong penggunaannya (Arends, 2012); 2) sangat bergantung efektifitas kelompok (Peterson, 1997); 3) akan berjalan efektif jika siswa sudah menguasai konsep-konsep dasar, ketika siswa belum mempunyai dan memahami konsep dasar maka akan kesulitan memahami masalah sehingga berdampak pada pemecahan masalah (Sockalingam & Schmidt, 2011); 4) memerlukan bantuan kognitif karena siswa kesulitan memahami masalah (Schmidt, 1993; Selcuke, 2010); dan 5) informasi yang diberikan tidak terstruktur sehingga memerlukan pengetahuan representasi yang tepat (Miao, Holst, Holmer, Fleschutz, & Zentel, 2000).

Kelemahan-kelemahan pada *MI* dan *PBL* intinya terkait pemodelan fisika, pemahaman konsep dan representasi. Hal tersebut menjadi poin penting untuk melakukan perbaikan. Perbaikan diupayakan melalui peningkatan kemampuan representasi mahasiswa. Kemampuan representasi dapat membantu dalam pemodelan fisika dan pemahaman

konsep (Etkina, Warren, & Gentile, 2006). Representasi yang beragam (multi representasi) juga membantu pemecahan masalah fisika (Maries, 2013).

Pada uraian sebelumnya, telah diuraikan bahwa kelemahan-kelemahan pada *MI* dan *PBL*, yang akan dilakukan perbaikan melalui peningkatan kemampuan representasi. Upaya yang dilakukan adalah dengan mengembangkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Ini didukung oleh hasil penelitian Kohl & Finkelstein (2007), bahwa pemecahan masalah terkait dengan pengetahuan representasi, topik, dan pengalaman. De Cock (2012) menambahkan perlunya kemampuan untuk menafsirkan atau membangun representasi dan kemampuan untuk menerjemahkan dan beralih di antara representasi, dan Maries (2013) menyatakan bahwa multi representasi berperan dalam pemecahan masalah fisika. Mahasiswa akan menggunakan multi representasi untuk merepresentasikan masalah dan merancang pemecahan masalah.

Belajar dari pandemi Covid-19 yang mengakibatkan belajar dari rumah (online). Selain itu, perkembangan zaman menuntut kesiapan kita dalam optimalisasi pembelajaran fisika secara Hybrid (Vignal & Wilcox, 2022; Nasution et. al., 2022; Lestari et. al., 2021),

termasuk dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa Pendidikan fisika. Model pembelajaran yang dikembangkan diberi nama model pembelajaran *Investigation Based Multiple Representation Online (IBMRO)*. Model pembelajaran *IBMRO* didesain sebagai model pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Model ini memiliki empat fase, yaitu: 1) orientasi; 2) investigasi; 3) aplikasi-multi representasi; dan 4) evaluasi.

B. Tujuan Pengembangan Model Pembelajaran IBMRO

Tujuan pengembangan model *IBMRO* untuk membelajarkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika, yang dapat dirinci sebagai berikut:

1. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam representasi konsep atau proses fisika. Kemampuan representasi adalah kemampuan menyajikan konsep atau proses fisika dengan mode tertentu (verbal, gambar, grafik, dan matematik) (Etkina, Van Heuvelen, White-Brahmia, Brookes, Gentile, Murthy, Rosengrant,

& Warren, 2006; Sarwanto, 2013)

2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika. Pemecahan masalah adalah kemampuan kognitif kompleks untuk menemukan solusi atas masalah (mencapai tujuan) melalui suatu proses yang melibatkan pemerolehan (pencarian) dan pengorganisasian informasi (Gok & Silay 2010; Selcuke, Caliskan, & Erol, 2008; Santrock, 2011)

C. Istilah-istilah dalam Model Pembelajaran IBMRO

Beberapa istilah dalam model pembelajaran *IBMR* yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika, sebagai berikut:

1. Model pembelajaran: pedoman dalam memberikan pengalaman belajar kepada mahasiswa dan menggambarkan lingkungan serta perilaku dosen (Arends, 2012; Eggen & Kauchak, 2012).
2. Investigasi: pendekatan holistik untuk mempelajari sains melalui kerja praktik atau eksperimen di mana mahasiswa memiliki

beberapa kebebasan untuk memilih prosedur yang harus diikuti untuk memutuskan bagaimana untuk merekam, menganalisis dan melaporkan data (Millar, 2010).

3. Multi representasi: penyajian konsep dan proses fisika dengan format verbal, gambar, grafik, dan matematika (Waldrup, Prain, & Carolan, 2010).
4. Kemampuan representasi: kemampuan menyajikan konsep atau proses fisika dengan format tertentu (verbal, gambar, grafik, atau matematika) (Etkina, Van Heuvelen, White-Brahmia, Brookes, Gentile, Murthy, Rosegrant, & Warren, 2006; Sarwanto, 2013)
5. Masalah adalah sesuatu yang harus diselesaikan (dipecahkan), berupa soal atau persoalan (KBBI, 2016).
6. Kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan kognitif kompleks untuk menemukan solusi atas masalah (mencapai tujuan) melalui suatu proses yang melibatkan pemerolehan (pencarian) dan pengorganisasian informasi (Gok & Silay

2010; Selcuke, Caliskan, & Erol, 2008; Santrock, 2011).

7. Tujuan pembelajaran: pemikiran tentang apa dan bagaimana mahasiswa belajar (Arends, 2012).
8. Sintaks model: tingkah laku mengajar yang diperlukan agar model pembelajaran dapat berhasil dilaksanakan, terdiri dari fase-fase atau langkah-langkah pembelajaran (Arends, 2012; Joyce, Weil, & Calhoun, 2009).
9. Lingkungan belajar pendukung: kondisi yang diciptakan dengan tujuan terlaksananya setiap fase pembelajaran.
10. Sistem sosial: situasi, norma, suasana yang berlaku dalam model pembelajaran (Joyce, Weil, & Calhoun, 2009).
11. Prinsip reaksi: suatu pola kegiatan yang menggambarkan bagaimana seharusnya guru melihat dan memperlakukan siswa, termasuk bagaimana memberikan respon terhadap siswa (Joyce, Weil, & Calhoun, 2009).
12. Sistem pendukung: semua sarana dan alat yang dibutuhkan untuk melaksanakan model

tersebut (Joyce, Weil, & Calhoun, 2009).

13. Dampak instruktusional: hasil belajar yang dicapai langsung dengan cara mengarahkan siswa pada tujuan yang hendak diharapkan (Joyce, Weil, & Calhoun, 2009).
14. Dampak pengiring: hasil belajar lainnya yang dihasilkan sebagai akibat tanpa pengarahan langsung (Joyce, Weil, & Calhoun, 2009).

2

Karakteristik Model Pembelajaran IBMRO



BAB II

KARAKTERISTIK MODEL PEMBELAJARAN IBMRO

Karakteristik model pembelajaran dalam buku ini memberikan penjelasan tentang ciri khas model pembelajaran *IBMRO*, yang terdiri atas: tujuan, sintaks, dukungan teoritik dan empirik, lingkungan belajar yang mendukung, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak instruksional, dan dampak pengiring. Masing-masing ciri khas model pembelajaran telah diuraikan secara rinci, dengan harapan agar lebih mudah dipahami.

A. Tujuan

Pada Bab 1 telah diuraikan tentang rasional dan tujuan pengembangan model pembelajaran *IBMRO*. Oleh sebab itu, yang menjadi karakteristik model pembelajaran *IBMRO* terkait tujuan yang ingin dicapai melalui model pembelajaran *IBMRO* adalah untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika.

B. Sintaks, dukungan teoritik, dan empirik

Secara umum bahwa Model *IBMRO* terbukti valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan multi representasi dan keterampilan pemecahan masalah fisika mahasiswa (Siswanto et. al., 2016;

Siswanto et. al., 2018). Sintak, dukungan teoritik, dan empirik model pembelajaran *IBMRO* adalah sebagai berikut:

Fase 1. Orientasi

Pada fase 1, dosen menginformasikan tujuan pembelajaran, menyajikan fenomena /simulasi/melakukan demonstrasi terkait materi fisika yang akan dipelajari. Setelah itu, dosen mengajukan pertanyaan terkait konsep kunci dan meminta mahasiswa untuk membuat dugaan. Dosen juga menjelaskan dan mengorientasikan mahasiswa tentang penggunaan multi representasi. Aktivitas pada fase 1, didukung teori ARCS bahwa agar timbul rasa ingin tahu dan minat terhadap pembelajaran yang akan dilakukan maka pebelajar (mahasiswa) harus menaruh perhatian (Keller, 2010). Fase 1 didukung hasil penelitian Rotgans & Schmidt (2011), bahwa siswa yang terlibat secara kognitif dalam mendefinisikan suatu masalah akan aktif terlibat dalam proses pembelajaran berikutnya. Maka dari itu, menjadi landasan yang logis model *IBMR* diawali dengan orientasi pada fenomena/ simulasi/ demonstrasi dan penggunaan multi representasi. Mahasiswa akan menjadi tertarik dan memiliki rasa ingin tahu terhadap konsep fisika yang disajikan

melalui fenomena/ simulasi/ demonstrasi fisika yang oleh dosen.

Fase 2. Investigasi

Pada fase 2, dosen membimbing mahasiswa untuk melakukan investigasi terkait dengan fenomena/ simulasi/ demonstrasi fisika. Dosen juga memfasilitasi dan membimbing mahasiswa bekerja secara kelompok menggunakan lembar kerja untuk melakukan penyelidikan dan mencari data, membuat penjelasan terhadap konsep fisika yang dipelajari dan menjawab gugaan yang telah dibuat. Fase 2 ini menjadi logis melanjutkan fase 1, karena rasa ingin tahu dan dugaan yang telah dibuat mahasiswa harus dicari penjelasannya dengan dukungan data melalui kegiatan ilmiah.

Fase 2 didukung teori belajar konstruktivistik, yaitu individu membangun pengetahuan dalam pikirannya (konstruktivis kognitif), dan individu berinteraksi dengan individu lainnya untuk membangun pengetahuan (konstruktivis sosial) (Moreno, 2010). Proses mahasiswa mencari penjelasan melalui kegiatan ilmiah dengan bimbingan dosen didukung teori: *Zone of Proximal Development (ZPD)*, adalah zona antara tingkat perkembangan

sesungguhnya yang ditunjukkan oleh kemampuan memecahkan masalah secara mandiri dengan tingkat kemampuan perkembangan potensi yang ditunjukkan oleh kemampuan memecahkan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya dan *scaffolding* merupakan teknik mengubah level bantuan selama pembelajaran, serta *cooperative learning* yang terjadi ketika siswa bekerja dalam kelompok kecil untuk saling membantu dalam bekerja (Santrock, 2011). Didukung juga teori *self-efficacy* yaitu persepsi tentang kemampuan seseorang untuk mengatur dan melaksanakan tindakan yang diperlukan untuk mencapai kemampuan kinerja terhadap tugas-tugas tertentu (Schunk, 2012).

Fase 2 didukung oleh hasil penelitian Wu & Krajick (2006), bahwa keterlibatan individu dalam kegiatan perolehan data serta menginterpretasikan data dapat memberi peluang untuk dilakukan kegiatan diskusi, review, dan mengklarifikasi permasalahan dan proses penyelidikan. Investigasi ilmiah memberikan efek positif kepada mahasiswa untuk mengendalikan proses pembelajarannya sendiri, melalui eksperimen (Zakar & Baykara, 2014). Kegiatan investigasi

memberikan dampak positif dalam pembelajaran, yaitu suasana belajar yang lebih kondusif, sehingga kualitas proses dan hasil belajar cenderung meningkat (Sudria, 2015). Salah satu kegiatan investigasi yang paling mendukung pembelajaran siswa adalah eksperimen (Moeed, 2013).

Fase 3. Aplikasi-Multi representasi

Pada fase 3, hasil investigasi selanjutnya dijadikan acuan untuk membuat multi representasi terhadap konsep dan proses fisika yang dipelajari. Pembuatan dilakukan pada lembar kerja dan dibimbing dosen. Aktivitas dosen adalah membimbing mahasiswa secara kelompok untuk membuat multi representasi berdasarkan hasil investigasi. Fase ini, sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan multi representasi eksternal mahasiswa. Mahasiswa akan dapat membuat dan mengubah representasi satu ke yang lain, serta mendapatkan pemahaman konsep. Selanjutnya, dosen juga memberikan tugas pemecahan masalah sebagai aplikasi dari multi representasi konsep atau proses fisika yang telah dipelajari. Dosen membimbing mahasiswa melakukan pemecahan masalah, di lembar kerja.

Mahasiswa melakukan pemecahan masalah fisika dengan tahapan memahami masalah, merencanakan pemecahan, menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi.

Fase 3 didukung teori belajar konstruktivis yaitu konstruktivis kognitif dan konstruktivis sosial. Bimbingan dosen dan memfasilitasi kelompok mahasiswa dengan lembarkerja sesuai dengan teori *scaffolding dan cooperative learning*. Didukung juga oleh teori *cognitive apprenticeship* berkenaan dengan proses dimana mahasiswa secara bertahap memperoleh keahlian melalui interaksi dengan seorang ahli (mahasiswa yang lebih ahli atau dosen), baik orang dewasa atau teman sebaya yang lebih tua atau lebih maju (Slavin, 2006).

Secara empirik, fase 3 didukung hasil penelitian Ainsworth (1999), bahwa multi representasi sangat terkait dan diperlukan untuk membangun kemampuan mengembangkan konsep dan metode ilmiah. Didukung juga hasil penelitian Shen (2015), bahwa ketika mahasiswa sarjana kurang lancar dalam satu representasi, format representasi yang lain dapat digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran, sehingga diperoleh pemahaman. Desain materi

pembelajaran termasuk teks dan gambar dalam bentuk visual harus dipertimbangkan sangat hati-hati, bentuk visual yang digunakan dalam gambar, mendukung pembangunan mental model (Schnotz & Barnet, 2003). Model merupakan representasi abstrak dan menyederhanakan sistem dengan berfokus pada fitur kunci untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena ilmiah (Schwarz & Gwekwerere, 2007). Hasil penelitian Rau (2017) menyatakan bahwa representasi visual mempengaruhi kemampuan representasi pada saat belajar pengetahuan konten. Pendekatan pembelajaran representasi konsep fisika secara signifikansi meningkatkan kemampuan representasi konsep dan menerjemahkan antara mode representasi untuk materi gelombang dan optik, dan elektromagnetik (Sinaga, Suhandi, & Liliyasi, 2014). Pembelajaran melalui pemodelan dengan multi representasi mendorong partisipasi siswa selama proses pembelajaran, menyediakan kesempatan yang lebih baik untuk mencapai tujuan (Abera & Kabsay, 2013).

Fase 3 juga didukung teori belajar konstruktivis yaitu konstruktivis kognitif dan konstruktivis sosial, ZPD, *scaffolding*, *cooperative learning*, dan *cognitive*

apprenticeship. Didukung juga teori psikologi kognitif, bawa belajar sebagai perubahan dalam struktur mental yang terjadi akibat adanya interaksi individu dengan lingkungan (teori kognitif), dan pembelajaran sebagai hasil dari mengamati orang lain atau mengamati konsekuensi dari perilaku orang lain (teori kognitif sosial) (Moreno, 2010), serta teori pemrosesan informasi, bahwa individu secara bertahap mengembangkan kapasitas untuk memproses informasi, dan karenanya secara bertahap pula mendapatkan pengetahuan dan keahlian yang kompleks (Santrock, 2011).

Dukungan empiris fase 3 yaitu: 1) siswa menggunakan representasi untuk membantu mereka memahami situasi masalah serta untuk mengevaluasi hasilnya. Representasi selain verbal dalam suatu pernyataan masalah dapat mempunyai efek berbeda terhadap kinerja siswa dan pilihan mereka untuk menggunakan format representasi tertentu dalam penyelesaian masalah dan memicu format representasi lain (Rosengrant, Etkina, & Van Heuvelen, 2007); 2) multi representasi dalam pembelajaran fisika dapat membantu siswa memahami konsep, memecahkan masalah, dan

mengajukan beberapa pertanyaan (Jonassen, 2005; Hinrichs, 2004; Bodner & Domin, 2000; Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky, 2005; Prain, Tytler, & Peterson, 2009; Rosengrant, Van Heuleven, & Etkina, 2006; Dancy & Beichner, 2006; Portoles & Lopez, 2007; Nguyen, Gire, & Rebello, 2010; Maries, 2013; Sinaga, Suhandi, & Liliyasi, 2014; Haratua & Sirait, 2016; Huda, Siswanto, Kurniawan, & Nuroso, 2016); dan 3) Bimba, Idris, Mahmud, Abdullah, Abdul-Rahman, & Bong (2013) menyimpulkan bahwa pemahaman siswa terhadap masalah fisika dapat ditingkatkan dengan membimbing mereka menuju representasi yang lebih baik dari masalah; 4) Bentuk *scaffolding* yang dapat digunakan untuk membantu mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah adalah melalui penyediaan lingkungan belajar yang mendukung multi representasi dan petunjuk multi representasi untuk pemecahan masalah fisika (Maries, 2013).

Fase 4. Evaluasi

Pada fase 4, aktivitas dosen adalah membimbing mahasiswa mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah yang telah diberikan. Pada fase 4 didukung teori *self regulated learning*,

bahwa kemampuan seseorang untuk mengontrol semua aspek pembelajarannya sendiri, dari perencanaan awal sampai mengevaluasi kinerjanya yang dicapainya (Moreno, 2010) dan dukungan empirik hasil penelitian Zimmerman & Schunk (2012), bahwa jika mahasiswa memantau respon dan atribut hasil dari strategi belajar, mereka akan mengatur diri dan menampilkan peningkatan *self efficacy*, motivasi intrinsik yang besar, dan pencapaian prestasi akademik yang tinggi. Pemodelan dapat meningkatkan *self-efficacy* mahasiswa (Brewer, 2009). Selanjutnya sintaks model pembelajaran *IBMRO* disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1.

Sintaks Model Pembelajaran *IBMRO*

Sintaks	Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
1. Orientasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan fenomena fisika/ simulasi/ melakukan demonstrasi • Memberikan pertanyaan terkait konsep kunci • Mengarahkan mahasiswa untuk merepresentasikan fenomena/simulasi/ demonstrasi dan konsep fisika 	<ul style="list-style-type: none"> • Memperhatikan fenomena fisika/ simulasi/ demonstrasi yang disajikan dosen • Menjawab pertanyaan terkait konsep kunci • Menulis penjelasan

Sintaks	Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
		multi representasi
2. Investigasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menginformasikan dan memfasilitasi kebutuhan investigasi • Membimbing mahasiswa secara kelompok untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan dan merancang kegiatan investigasi • Melakukan investigasi secara kelompok menggunakan lembar kerja
3. Aplikasi-Multi representasi	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing mahasiswa untuk menyajikan konsep dan proses fisika dengan multi representasi • Membimbing mahasiswa untuk berdiskusi hasil multi representasi • Memberikan tugas pemecahan masalah terkait dengan konsep atau proses fisika pada fenomena/simulasi/demonstrasi • Membimbing mahasiswa dalam pemecahan masalah (memahami masalah, merencanakan pemecahan, 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan dengan multi representasi • Melakukan diskusi hasil multi representasi • Mengerjakan tugas pemecahan masalah dengan tahapan memahami masalah, merencanakan pemecahan,

Sintaks	Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
	menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi	menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi
4. Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing mahasiswa mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah • Memberikan tindak lanjut pemecahan masalah fisika 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah • Menyiapkan dan mengerjakan tindak lanjut pemecahan masalah fisika dari dosen

Fase 1 dan 3 menjadi ciri khas model pembelajaran *IBMRO*. Fase tersebut dirancang secara khusus untuk melibatkan mahasiswa secara sadar untuk menggunakan multi representasi dan aplikasi untuk pemecahan masalah fisika. Fase tersebut menekankan pada peningkatan kemampuan representasi. Mahasiswa menyajikan hasil investigasi dengan multi representasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk belajar fisika secara efektif, mahasiswa perlu memahami berbagai representasi konsep dan proses sains, dapat

menerjemahkan representasi ke bentuk yang lain, dan memahami penggunaan representasi (Hubber, Tytler, & Haslam, 2010; Prain, Tytler, & Peterson, 2009). Kemampuan untuk menggunakan representasi dianggap sebagai kunci pembelajaran fisika (Kohl & Noah, 2007). Pelibatan mahasiswa menggunakan multi representasi akan mendorong partisipasi aktif selama pembelajaran, menyediakan kesempatan lebih baik untuk mencapai tujuan, pembelajaran konsep fisika menjadi lebih jelas dan bermakna, serta akan menguasai kompetensi ilmiah dalam merepresentasikan informasi dengan cara yang beragam dan menguasai kemampuan dasar dalam belajar fisika (Abera & Kahsay, 2013; Etkina, Warren, & Gentile, 2006; Mc Dermot, 1990). Fase 1 dan 3 memberikan banyak kesempatan kepada mahasiswa untuk menggunakan representasi, sehingga memungkinkan mahasiswa untuk belajar membangun representasi. Mahasiswa menjadi sering terlibat secara sadar membangun representasi akan meningkatkan kemampuan representasi (Bahtaji & Roleda, 2014).

Fase 3 juga menekankan pada peningkatan kemampuan pemecahan masalah fisika. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah melalui mengaplikasikan multi representasi untuk pemecahan masalah fisika. Representasi membantu

pemahaman konsep, mengajukan masalah/pertanyaan, pemecahan masalah (Jonassen, 2005; Hinrichs, 2004; Bodner & Domin, 2000; Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky, 2005; Prain, Tytler, & Peterson, 2009; Rosengrant, Van Heuleven, & Etkina, 2006; Dancy & Beichner, 2006; Portoles & Lopez, 2007; Nguyen, Gire, & Rebello, 2010; Maries, 2013; Sinaga, Suhandi, & Liliarsari, 2014; Haratua & Sirait, 2016; Huda, Siswanto, Kurniawan, & Nuroso, 2016).

C. Lingkungan Belajar yang Mendukung

Lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran model *IBMRO* sebagai berikut:

1. Pembelajaran menghadirkan fenomena fisika/ simulasi/ demonstrasi yang kuat relevansinya dengan mahasiswa
2. Pembelajaran menghadirkan kegiatan ilmiah dan pemecahan masalah
3. Pembelajaran dilakukan dengan memberikan perangkat untuk melakukan kegiatan ilmiah, dan merepresentasikan konsep dan/atau proses fisika, dan pemecahan masalah fisika.
4. Pembelajaran Online yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan literasi digital yang

dimiliki mahasiswa

D. Sistem Sosial

Sistem sosial mendeskripsikan peranan dosen dan mahasiswa, interaksi antar mahasiswa, interaksi antara dosen dengan mahasiswa, dan target yang diharapkan. Dosen berperan memotivasi, memfasilitasi, dan membimbing mahasiswa dalam melakukan investigasi, penyajian dengan multi representasi (pemodelan fisika) dan pemecahan masalah fisika. Dosen juga melakukan evaluasi ketercapaian pembelajaran, yaitu terhadap kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Mahasiswa aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran, pada orientasi, kegiatan investigasi, membuat multi representasi, aplikasi, dan evaluasi. Interaksi dosen dan mahasiswa terjadi pada setiap fase dalam model *IBMRO*. Interaksi antara mahasiswa dengan mahasiswa terjadi dalam kerja kelompok (*Online*) pada saat melakukan investigasi, membuat multi representasi, dan pemecahan masalah. Target yang diharapkan adalah meningkatnya kemampuan representasi dan pemecahan masalah mahasiswa setelah dilakukan pembelajaran dengan model *IBMRO*.

E. Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi merupakan acuan dosen dalam merespon hasil kinerja mahasiswa. Dosen menghargai dan merespon hasil kinerja mahasiswa selama proses pembelajaran dengan model *IBMRO* dengan memberikan motivasi dan bimbingan dalam investigasi, membuat multi representasi, dan pemecahan masalah, serta melakukan evaluasi terhadap kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Dosen secara adil dan terbuka menampung semua saran-saran, pendapat, atau pertanyaan mahasiswa dan segera memberikan umpan balik.

F. Syarat Pendukung

Sistem pendukung merupakan syarat tambahan keterlaksanaan model pembelajaran. Syarat tersebut berupa perangkat pembelajaran dan sumber belajar yang diperlukan untuk mengimplementasikan model *IBMRO*, meliputi Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Satuan Acara Perkuliahan (SAP), Bahan Ajar Mahasiswa (BAM), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis Online, Lembar Penilaian, alat dan bahan yang diperlukan

untuk investigasi, dan media pembelajaran untuk melaksanakan kegiatan *synchronous*.

G. Dampak Instruksional dan Pengiring

Dampak instruksional merupakan dampak langsung yang sengaja dirancang sebagai akibat dari aktivitas pembelajaran. Dampak instruksional model *IBMRO* adalah peningkatan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Mahasiswa dikatakan memiliki kemampuan representasi jika mampu menyajikan konsep atau proses fisika dengan format tertentu. Mahasiswa mampu menyajikan dengan format tertentu (target) dari mode representasi sebelumnya (sumber). Representasi tersebut antara lain verbal, gambar, grafik, dan/atau matematika. Indikator kemampuan representasi diadaptasi dari Etkina, Van Heuvelen, White-Brahmia, Brookes, Gentile, Murthy, Rosegrant, & Warren (2006), dan Sarwanto (2013), yaitu berdasarkan kualitas mode representasi (verbal, gambar, grafik, dan/atau matematika). Indikator kemampuan representasi disajikan pada Tabel 2.2.

Informasi (Sumber)	Kemampuan Representasi (target) dan Indikator	
Verbal/gambar/ grafik/ matematika	Verbal	Menyajikan penjelasan tertulis untuk menyatakan suatu konsep/ definisi/ proses sesuai dengan informasi yang diberikan, dengan isi kalimat yang jelas dan dapat dipahami
	Gambar	Menyajikan gambar/diagram untuk memvisualisaikan konsep atau objek nyata dari informasi yang diberikan secara lengkap, jelas, dan logis
	Grafik	Menyajikan grafik suatu konsep/ proses fisika dari informasi yang diberikan secara lengkap (judul, sumbu, besaran, satuan dan skala)
	Matematika	Menyajikan penalaran kuantitatif / persamaan matematika dari

Informasi (Sumber)	Kemampuan Representasi (target) dan Indikator	
		informasi yang diberikan, yang menyatakan hubungan antar variabel lengkap dengan keterangan masing-masing variabel

Kemampuan pemecahan masalah memiliki beberapa indikator. Selcuke, Caliskan, & Erol (2008) menyatakan indikator kemampuan pemecahan masalah terdiri atas: 1) memahami masalah; 2) merencanakan pemecahan masalah; 3) menerapkan perencanaan; dan 4) mengecek kembali atau evaluasi. Memahami masalah terkait pemahaman besaran fisika yang diketahui dan yang harus dicari, memahami dan menentukan faktor-faktor serta informasi-informasi yang masih berkaitan dengan masalah, dan menyajikan ulang masalah dengan bentuk yang berbeda (mengutip masalah, menggambar diagram atau grafik tentang masalah). Merencanakan pemecahan masalah terkait dengan

pengidentifikasian konsep, prinsip, aturan, rumus, dan hukum fisika yang berkaitan dengan masalah dan penentuan persamaan matematika sesuai dengan konsep, prinsip, aturan, rumus, dan hukum fisika. Menerapkan perencanaan terkait dengan melaksanakan pemecahan masalah berdasarkan rencana yang telah dibuat. Mengevaluasi terkait dengan mengecek kembali pemecahan masalah yang telah dilaksanakan atau memeriksa jawaban dan masalah, dan mengecek besaran dan satuan.

Dampak pengiring merupakan dampak tidak langsung, yaitu dampak yang diperoleh karena mengalami lingkungan yang diciptakan oleh model. Dampak pengiring pembelajaran dengan model *IBMRO* yaitu meningkatkan keberanian atau kepercayaan diri mahasiswa dalam mempresentasikan hasil kerja kelompok.

H. Asesmen dan Evaluasi

Asesmen dan evaluasi dalam model *IBMR* dilakukan dengan memantau kemajuan atau peningkatan kemampuan representasi dan kemampuan pemecahan masalah. Asesmen dan evaluasi kemampuan representasi dilakukan dengan memberikan soal representasi verbal, gambar, grafik,

dan/atau matematika. Jawaban mahasiswa dikoreksi dengan rubrik. Asesmen dan evaluasi kemampuan pemecahan masalah dilakukan dengan memberikan masalah berupa soal uraian (tertulis). Kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika dinilai dari kesesuaian jawaban dengan rubrik penskor. Berdasarkan rubrik tersebut, akan diketahui skor dan nilai kemampuan representasi dan pemecahan masalah mahasiswa.



3

Perencanaan Pembelajaran Menggunakan Model IBMRO



BAB III

PERENCANAAN PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN MODEL IBMRO

Model pembelajaran *IBMR* dirancang untuk pembelajaran fisika dasar di perguruan tinggi. Oleh sebab itu, pelaksanaan pembelajaran yang akan dideskripsikan terkait dengan mata kuliah fisika dasar.

A. Perencanaan Tujuan Pembelajaran/ kemampuan akhir

Tujuan pembelajaran/kemampuan akhir yang diharapkan harus dirumuskan terlebih dahulu sebelum disusun perangkat dan diterapkan pembelajaran dengan model *IBMRO*. Kemampuan akhir pembelajaran fisika dasar merujuk pada luaran pembelajaran yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Standart Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti) dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), terdiri atas aspek: pengetahuan, sikap, keterampilan umum, dan keterampilan khusus. Berikut ini adalah rumusan sikap dan keterampilan umum yang bersumber dari Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia

Nomor 44 Tahun 2015, khusus untuk program S1:

Rumusan sikap:

- a. Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius;
- b. Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika;
- c. Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila;
- d. Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa;
- e. Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain;
- f. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan;
- g. Taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara;
- h. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik;

- i. Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri;
- j. Menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan.

Rumusan keterampilan umum:

- a. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya;
- b. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur;
- c. Mampu mengkaji implikasi pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan keahliannya berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah dalam rangka menghasilkan solusi, gagasan, desain atau kritik seni, menyusun deskripsi saintifik hasil kajiannya dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;

- d. Menyusun deskripsi saintifik hasil kajian tersebut di atas dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;
- e. Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data;
- f. Mampu memelihara dan mengembang-kan jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat baik di dalam maupun di luar lembaganya;
- g. Mampu bertanggungjawab atas pencapaian hasil kerja kelompok dan melakukan supervisi dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaan yang ditugaskan kepada pekerja yang berada di bawah tanggungjawabnya;
- h. Mampu melakukan proses evaluasi diri terhadap kelompok kerja yang berada dibawah tanggung jawabnya, dan mampu mengelola pembelajaran secara mandiri;
- i. Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi.

Secara khusus, pada luaran pembelajaran fisika untuk aspek pengetahuan dan keterampilan khusus sesuai KKNi sebagai berikut:

Rumusan aspek pengetahuan:

- a. Menguasai konsep teoritis fisika klasik dan modern (kuantum) secara umum;
- b. Menguasai konsep umum, prinsip dan aplikasi matematika, komputasi dan instrumentasi;
- c. Mengetahui pengetahuan operasional lengkap tentang fungsi, cara mengoperasionalkan instrumen fisika yang umum dan yang khusus untuk proses pembelajaran;
- d. Menguasai prinsip, karakteristik, fungsi dan aplikasi piranti lunak pada bidang fisika.

Rumusan aspek keterampilan khusus (terkait pemecahan masalah): Mampu menganalisis masalah, menemukan sumber masalah dan menyelesaikan masalah pada bidang keilmuan fisika.

Berdasarkan luaran pembelajaran, dirumuskan kemampuan akhir yang diharapkan pada pembelajaran. Dosen harus mengembangkan indikator pencapaian kemampuan akhir. Indikator

merupakan pernyataan ketercapaian kemampuan akhir yang diharapkan dan terukur berdasarkan tingkat yang diinginkan. Contoh perumusan kemampuan akhir pembelajaran fisika dasar dan indikator sebagai berikut:

Capaian pembelajaran mata kuliah Fisika Dasar:

Pengetahuan	:	Menguasai konsep dasar kelistrikan, kemagnetan, dan optika serta aplikasinya dalam perkembangan sains dan teknologi
Sikap	:	Dapat bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
Keterampilan Umum	:	Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam pemecahan masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data
Keterampilan Khusus	:	Mampu menganalisis masalah, menemukan sumber masalah dan menyelesaikan masalah fisika dasar

Capaian Pembelajaran:

Pertemuan ke-	Kemampuan akhir yang diharapkan	Bahan Kajian	Indikator
5-6	1. Mampu menyajikan konsep rangkaian listrik 2. Mampu memecahkan masalah terkait rangkaian listrik	Rangkaian Listrik	1. Merepresentasikan konsep rangkaian listrik secara verbal, gambar, dan matematika 2. Memecahkan masalah terkait rangkaian listrik dengan cara memahami, merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi

B. Perencanaan Aktivitas Dosen dan Mahasiswa

Sintaks model pembelajaran *IBMR* memberikan gambaran urutan aktivitas dosen dan mahasiswa selama proses pembelajaran. Aktivitas dosen dirancang sesuai dengan sintaks yang terdiri atas: orientasi, investigasi, multi representasi, aplikasi, dan evaluasi. Contoh perencanaan aktivitas dosen di setiap fase, sebagai berikut:

Perencanaan aktivitas dosen pada fase orientasi:

- Pembelajaran dilakukan secara *synchronous* menggunakan *Zoom Meeting*.

<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan tujuan belajar yang sudah dibuat, yaitu: 1) mahasiswa dapat menyajikan konsep dan proses fisika dengan multi representasi; dan 2) mahasiswa mampu memecahkan masalah terkait dengan rangkaian listrik seri-paralel • Menyiapkan fenomena/ simulasi/ demonstrasi rangkaian listrik seri-paralel (simulasi menggunakan aplikasi PhET) • Menyiapkan pertanyaan hubungan antara tegangan dan kuat arus pada masing-masing rangkaian • Menyiapkan bahan format multi representasi terkait materi rangkaian listrik seri-paralel
<p>Perencanaan aktivitas dosen pada fase investigasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat LKM (lembar Kerja Mahasiswa) dan Bahan Ajar sebagai panduan untuk penyelidikan ilmiah bagi mahasiswa • Menginventarisasi dan menyiapkan alat dan bahan penunjang penyelidikan ilmiah (dengan PhET)
<p>Perencanaan aktivitas dosen pada fase aplikasi-multi representasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat LKM untuk membuat multi representasi dari hasil investigasi • Menyusun tugas pemecahan masalah terkait dengan fenomena/simulasi/ demonstrasi dalam LKM dengan petunjuk langkah: memahami masalah, merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi.
<p>Perencanaan aktivitas dosen pada fase evaluasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan kunci tugas pemecahan masalah dan tugas tindak lanjut pemecahan masalah fisika

Pembelajaran dengan model *IBMRO* diharapkan dapat meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika. Pembelajaran harus

dirancang dengan melibatkan aktivitas mahasiswa untuk melakukan investigasi, membuat multi representasi, dan pemecahan masalah fisika. Contoh perencanaan aktivitas mahasiswa fase investigasi, multi representasi, dan pemecahan masalah pada materi rangkaian listrik sebagai berikut:

<p>Perencanaan aktivitas investigasi:</p> <p>Mendemonstrasikan rangkaian listrik seri-parallel (beberapa lampu yang dihubungkan dengan saklar). Saklar ditutup dan dibuka, yang mengakibatkan lampu ada yang tetap menyala dan mati. Pada kegiatan awal investigasi, mahasiswa diminta membuat dugaan awal terkait rangkaian listrik dan mahasiswa diminta membuat (menggambar) rangkaian listrik pada LKM berdasarkan dugaannya dengan format multi representasi yang telah dijelaskan pada tahap orientasi. Mahasiswa merencanakan dan melaksanakan investigasi dan hasilnya ditulis dalam LKM.</p>
<p>Perencanaan aktivitas membuat multi representasi:</p> <p>Mahasiswa diberikan tugas untuk membuat representasi verbal dan matematis terkait rangkaian listrik yang telah digambar dan dilakukan percobaan. Mahasiswa membuat representasi di LKM.</p>
<p>Perencanaan aktivitas pemecahan masalah:</p> <p>Mahasiswa diberikan soal cerita untuk pemecahan masalah terkait rangkaian listrik. Pemecahan masalah yang dilakukan dengan tahapan memahami masalah, merencanakan pemecahan, melaksanakan perencanaan, dan mengevaluasi.</p>

C. Perencanaan Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang harus

direncanakan sebagai pendukung implementasi model *IBMRO* meliputi Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Satuan Acara Perkuliahan (SAP), BAM (Bahan Ajar Mahasiswa), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan Lembar Penilaian. Perangkat pembelajaran tersebut dikembangkan oleh dosen.

Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2015 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi menjelaskan bahwa RPS dikembangkan oleh dosen secara mandiri atau bersama dalam kelompok keahlian suatu bidang ilmu pengetahuan dan/atau teknologi dalam program studi. RPS paling sedikit memuat: a) nama program studi, nama dan kode mata kuliah, semester, sks, nama dosen pengampu; b) capaian pembelajaran lulusan yang dibebankan pada mata kuliah; c) kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran untuk memenuhi capaian pembelajaran lulusan; d) bahan kajian yang terkait dengan kemampuan yang akan dicapai; e) metode pembelajaran; f) waktu yang disediakan untuk mencapai kemampuan pada tiap tahap pembelajaran; g) pengalaman belajar mahasiswa yang diwujudkan dalam deskripsi tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa selama satu semester; h)

kriteria, indikator, dan bobot penilaian; dan i) daftar referensi yang digunakan. RPS wajib ditinjau dan disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Contoh penggalan RPS yang dirancang untuk pembelajaran rangkaian listrik disajikan pada Lampiran 1.

Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2015 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi memang tidak menjelaskan perlunya menyusun SAP. Namun, SAP sangat diperlukan untuk pedoman pelaksanaan pembelajaran setiap pertemuan. SAP dapat menjamin kesinambungan tujuan, kegiatan belajar, dan penilaian. Penyusunan SAP model pembelajaran *IBMRO*, dilakukan dengan cara mengkaji RPS, mengidentifikasi bahan kajian, menentukan capaian pembelajaran, dan mengembangkan kegiatan pembelajaran berdasarkan sintaks model *IBMRO*. Kegiatan pembelajaran dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang melibatkan proses mental dan fisik melalui interaksi antar mahasiswa, mahasiswa dengan dosen, lingkungan, dan sumber belajar lainnya dalam rangka pencapaian kemampuan akhir. Pengalaman belajar yang dimaksud dapat

terwujud melalui kegiatan membuat representasi konsep dan proses fisika berdasarkan investigasi dan pemecahan masalah fisika. Contoh SAP yang dirancang untuk pembelajaran rangkaian listrik disajikan pada Lampiran 2.

LKM merupakan panduan yang digunakan oleh mahasiswa dalam melakukan investigasi, membuat multi representasi, dan pemecahan masalah fisika. LKM dalam model pembelajaran *IBMRO* memiliki fungsi untuk mengaktifkan peran mahasiswa dalam pembelajaran, mempermudah mahasiswa untuk mempelajari materi, dan memudahkan pelaksanaan pembelajaran. Contoh LKM disajikan pada Lampiran 3.

Perangkat pendukung lainnya adalah bahan ajar yang berisi materi fisika yang digunakan untuk mendukung tercapai tujuan pembelajaran. Bahan ajar harus sesuai dengan urutan tujuan pembelajaran. Urutan bahan diupayakan berkesinambungan, yaitu bahan yang pertama dan berikutnya terdapat hubungan fungsional. Bahan yang pertama menjadi dasar bahan berikutnya. Selain itu, dosen harus menyiapkan alat, bahan, dan media pendukung proses pembelajaran. Pelaksanaan penilaian, dosen harus merancang lembar penilaian untuk mengukur

kemampuan representasi dan pemecahan masalah
fisika.



4

Pelaksanaan Pembelajaran Menggunakan Model IBMRO



BAB 4

PELAKSANAAN PEMBELAJARAN MENGUNAKAN MODEL IBMRO

Model pembelajaran *IBMRO* dirancang untuk pembelajaran fisika dasar di perguruan tinggi. Oleh sebab itu, pelaksanaan pembelajaran yang akan dideskripsikan terkait dengan mata kuliah fisika dasar.

A. Penerapan Sintaks

Sintaks model pembelajaran *IBMRO* terdiri dari 4 (empat) fase, yaitu: 1) orientasi; 2) investigasi, 3) aplikasi-multi representasi, dan 4) evaluasi. Pada fase orientasi, pembelajaran diawali dengan dosen membuka pembelajaran, mengecek kehadiran mahasiswa dan menginformasikan tujuan pembelajaran. Dosen menyajikan fenomena/ simulasi/ demonstrasi tentang rangkaian listrik seri-parallel. Penyajian fenomena/ simulasi/ demonstrasi diharapkan dapat memfokuskan perhatian dan meningkatkan motivasi awal mahasiswa. Dosen menanyakan kepada mahasiswa terkait rangkaian listrik seri-parallel dan hubungan kuat arus dengan tegangan. Aktivitas mahasiswa adalah memperhatikan informasi dan fenomena/ simulasi/ demonstrasi tentang rangkaian

listrik seri-parallel. Membuat jawaban sementara terkait pertanyaan dosen yang akan dilakukan investigasi pada tahapan berikutnya. Dosen berikutnya memberikan penjelasan kepada mahasiswa terkait multi representasi dan penggunaannya. Mahasiswa memperhatikan dan menulis terkait multi representasi. Pada fase investigasi, dosen mendorong mahasiswa untuk mencari informasi yang sesuai, memfasilitasi dan membimbing mahasiswa bekerja secara kelompok untuk melakukan penyelidikan dan mencari penjelasan. Aktivitas mahasiswa adalah melakukan penyelidikan melalui percobaan dan studi pustaka untuk membuktikan dugaan yang telah dibuat sebelumnya. Pada fase aplikasi-multi representasi, dosen membimbing mahasiswa secara kelompok untuk membuat multi representasi konsep fisika sesuai dengan hasil investigasi. Aktivitas mahasiswa adalah membuat multi representasi konsep fisika hasil investigasi dan diskusi kelas terkait hasil multi representasi yang telah dibuat, selanjutnya dosen memberikan masalah fisika, membimbing pemecahan masalah. Aktivitas mahasiswa adalah memahami masalah dan memecahkan masalah dengan aplikasi. Jika mahasiswa mengalami kesulitan

mahasiswa dapat bertanya dan meminta bimbingan kepada dosen. Pada fase evaluasi, dosen membimbing mahasiswa mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah. Aktivitas mahasiswa adalah diskusi dan evaluasi hasil pemecahan masalah, terkait dengan kesesuaian jawaban dengan masalah, perhitungan, dan menemukan alternatif pemecahan masalah.

Penerapan sintaks model *IBMRO* didasarkan pada *SAP* yang meliputi kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup, yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Kegiatan pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan, dosen melaksanakan aktivitas- aktivitas untuk menyiapkan mahasiswa secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran dengan mengontrol kehadiran dan kesiapan mahasiswa, menginformasikan tujuan dan kebutuhan belajar, memotivasi dengan menyajikan fenomena fisika/ simulasi/ demonstrasi, memberikan pertanyaan terkait konsep kunci, dan mengorientasikan penggunaan multi representasi. Selain itu, dosen juga menyampaikan cakupan materi dan penjelasan uraian kegiatan sesuai RPS, menyampaikan LKM dan bahan ajar sebagai panduan membuat multi representasi dan pemecahan

masalah.

2. Kegiatan Inti

Kegiatan inti dilaksanakan berdasarkan model pembelajaran *IBMRO*, yaitu fase investigasi dan aplikasi-multi representasi. Pembelajaran diarahkan pada kemampuan merepresentasikan konsep dan/atau proses fisika dan pemecahan masalah fisika.

3. Kegiatan Penutup

Dosen membimbing mahasiswa melakukan evaluasi proses dan hasil pemecahan masalah fisika (fase evaluasi). Kegiatan yang dilakukan diantaranya; a) mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah; b) memberikan tindak lanjut dalam bentuk pemberian tugas lanjutan pemecahan masalah fisika.

B. Penerapan Lingkungan Belajar yang Mendukung

Penerapan lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran model *IBMRO* dilakukan dengan penciptaan lingkungan yang memfasilitasi mahasiswa untuk dapat melakukan investigasi, multi representasi, dan kegiatan pemecahan masalah. Pembelajaran dilakukan dosen dengan menghadirkan fenomena fisika/ simulasi/ demonstrasi yang semakin kuat relevansinya kepada mahasiswa.

Pembelajaran menghadirkan kegiatan ilmiah dan pemecahan masalah. Pembelajaran dilakukan dengan memberikan perangkat pembelajaran yang sudah dirancang untuk melakukan investigasi, dan multi representasi dan pemecahan masalah fisika.

C. Penerapan Sistem Sosial

Penerapan sistem sosial dalam implementasi model *IBMRO* difokuskan pada peran dan hubungan antara mahasiswa dengan dosen dan antar mahasiswa serta norma-norma yang berlaku selama pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan secara daring melalui *zoom meeting*. Penerapan sistem sosial dalam implementasi model *IBMRO* dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Pada fase orientasi, interaksi antar mahasiswa terjadi pada saat mengidentifikasi konsep fisika. Interaksi antara mahasiswa dengan dosen terjadi pada saat dosen menanyakan konsep fisika kepada mahasiswa dan menampung jawaban mahasiswa.
2. Pada fase investigasi, interaksi antar mahasiswa terjadi dalam melakukan investigasi melalui kegiatan eksperimen secara kelompok dalam

ruang *breakout room zoom meeting*. Interaksi mahasiswa dengan dosen terjadi pada saat dosen membimbing mahasiswa untuk melakukan kegiatan eksperimen dengan lab virtual PhET.

3. Pada fase aplikasi-multi representasi, terjadi pada saat mahasiswa melakukan pemecahan masalah fisika dan berdiskusi untuk membuat multi representasi berdasarkan hasil investigasi. Interaksi mahasiswa dengan dosen terjadi pada saat dosen memberi bimbingan kepada mahasiswa dalam pemecahan masalah fisika dan saat dosen membimbing mahasiswa menyajikan hasil investigasi dengan multi representasi. Jika terdapat hal-hal yang belum dipahami maka mahasiswa dapat mengajukan pertanyaan kepada dosen.
4. Pada fase evaluasi, interaksi antar mahasiswa terjadi pada saat mahasiswa diskusi hasil pemecahan masalah fisika. Interaksi antara dosen dengan mahasiswa terjadi pada saat dosen membimbing mahasiswa mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah fisika.

D. Penerapan Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi berkaitan dengan bagaimana

dosen menghargai dan merespon, termasuk bagaimana dosen memberikan pertanyaan, menjawab, dan menanggapi apa yang dilakukan mahasiswa. Dalam model pembelajaran *IBMR*, cara dosen dalam merespon hasil kerja adalah dengan memperhatikan dan memperlakukan mahasiswa dengan aktivitas berikut ini.

1. Dosen menghubungkan pengalaman awal mahasiswa dengan apa yang akan dipelajari.
2. Dosen memberikan bahan ajar yang berisi uraian materi yang akan digunakan untuk membantu proses pembelajaran, membuat multi representasi dan pemecahan masalah.
3. Dosen memberikan lembar kerja mahasiswa sebagai panduan untuk investigasi, multi representasi, dan pemecahan masalah.
4. Dosen memberikan bimbingan kepada mahasiswa dalam melakukan investigasi, multi representasi, dan pemecahan masalah.
5. Dosen memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk bertanya jika ada yang kurang paham tentang kegiatan investigasi, membuat multi representasi, dan pemecahan masalah.
6. Dosen membimbing mahasiswa untuk mengevaluasi proses dan hasil pemecahan

masalah mahasiswa.

RANGKUMAN

- ✓ Model pembelajaran *IBMRO* merupakan model pembelajaran inovatif yang didesain dan dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika.
- ✓ Model pembelajaran *IBMRO* memiliki tujuan untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika.
- ✓ Model pembelajaran *IBMRO* memiliki sintaks: 1) orientasi; 2) investigasi; 3) aplikasi-multi representasi; dan 4) evaluasi. Keseluruhan fase dilakukan secara *synchronous* dengan moda *zoom meeting*. Sedangkan percobaan/demonstrasi / simulasi menggunakan laboratorium virtual (PhET)
- ✓ Model pembelajaran *IBMRO* didukung teori belajar konstruktivistik (konstruktivis kognitif dan konstruktivis sosial), *Zone of Proximal Development (ZPD)*, *scaffolding*, *cooperative learning*, *cognitive apprenticeship*, *self-efficacy*, dan pemrosesan informasi.

- ✓ Model pembelajaran *IBMRO* didukung bukti-bukti empirik hasil-hasil penelitian terkait dengan peran multi representasi pada pemecahan masalah fisika.
- ✓ Lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran model *IBMRO* menghadirkan secara daring fenomena fisika/ simulasi/ demonstrasi yang kuat relevansinya dengan mahasiswa, kegiatan ilmiah dan pemecahan masalah.
- ✓ Perencanaan pembelajaran dengan model *IBMRO* terdiri atas: perencanaan tujuan pembelajaran dan perangkat pembelajaran.
- ✓ Pelaksanaan pembelajaran model *IBMRO* dilakukan sesuai sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak instruksional dan pengiring.
- ✓ Asesmen dan evaluasi pada pembelajaran *IBMRO* memiliki fokus utama pada kemampuan representasi dan pemecahan masalah fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abtokhi, A., Jatmiko, B., Wasis, W. 2021. *Evaluation of self-regulated learning on problem-solving skills in online basic physics learning during the covid-19 pandemic*. Journal of Technology and Science Education, 11(2), pp. 541-555.
- Afacan, Ş., Kaya, E.E. 2022. *Investigating Problem-Solving Skills of Students Having Professional Music Training in Terms of Multiple Variables*. International Journal of Educational Methodology, 8(1), pp. 117-127.
- Ageorges, P., Bacilia, A., Poutot, G., & Blandin, B. (2014). *Some lesson from a 3-year experiment of problem based learning in physics in a French school of engineering*. American Journal of Education Research, 2 (8), 564 – 567.
- Alasmari, N., Alkhamees, F. 2022. *An Investigation of the Consequences and Imperatives for the Development of the Problem-Solving Skill of Saudi English Major Students in Online Classrooms*. Journal of Language Teaching and Research 13(2), pp. 243-252
- Ainsworth, S. (1999). *The Function of multiple-representations*. Computers & Education, 33, 131 – 152.
- Arends, R, I. (2012). *Learning to Teach; 9th Edition*. New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- Argelagós, E., Garcia, C., Privado, J., Wopereis, I. (2022). *Fostering information problem solving skills through online task-centred instruction in higher education*. Computers and Education, 180,104433.
- Bakri, F., Kusuma, K.F., Permana, A.H. (2021). *TPACK implementation in physics textbook: Practice problem-solving skill in Newton's law of motion for senior high school students*. Journal of Physics: Conference Series, 2019(1), 012057.

- Barana, A., Boetti, G., Marchisio, M. (2022). *Self-Assessment in the Development of Mathematical Problem-Solving Skills*. Education Sciences, 12(2), 81.
- Batdi, V. (2014). *The Effect Problem Based Learning Approach on Students Attitude Levels: A Meta Analysis*. Educational Research and Reviews, 9 (9), 272 – 276.
- Bauer, M. I., & Johnson-Laird, P. N. (1993). *How diagrams can improve reasoning*. Psychological Science, 4, 372 – 378.
- Bellanca, J., & Brandt, R. (2010). *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn (Leading Edge)*. Bloomington : Solution Tree Press.
- Berge, M. & Danielsson, A. T. (2013). *Characterising learning interactions: a study of university students solving physics problems in groups*. Research in Science Education, 43 (3), 1177 – 1196.
- Bimba, A., Idris, N, Mahmud, R., Abdullah, R., Abdul-Rahman, S.S., Bong, C. H. (2013). *Problem Representation for Understanding Physics Problem*. Research notes in Information Science, 14, 621 – 625.
- Bodner, G.M., & Domin, D. (2000). *Mental Models: The Role of Representations in Problem Solving in Chemistry*. Proceeding University Chemistry Education, 4 (1), 24 – 30.
- Borich, G.D. (1994). *Observation skills for effective teaching*. Engelwood Cliffs: Merrill Publisher.
- Brewe, E. (2008). *Modeling theory applied: Modeling Instruction in introductory physics*. American Journal of Physics, 76 (12), 1155 – 1160.
- Bonete, S., Molinero, C., Garrido-Zurita, A. (2022). *Generalization Task for Developing Social Problem-Solving Skills among Young People with Autism Spectrum Disorder*. Children, 9(2),166.

- Boran, M., Karakuş, F. (2022). *The mediator role of critical thinking disposition in the relationship between perceived problem-solving skills and metacognitive awareness of gifted and talented students*. Participatory Educational Research, 9(1), pp. 61-72.
- Dancy, M.H. & Beichner, R. (2006). *Impact of animation on assessment of conceptual understanding in physics*. Phys.Rev. ST Phys. Educ. Res., 2 (1).
- De Cock, M. (2012). *Representation use and strategy choice in physics problem solving*. Physical Review Special Topics – Physics Education Research, 8 (2), 1 – 15.
- Deni, F.R., Langlang, H., & Sunyoto, E. N. (2013). *Penerapan modelling methods of physic instruction untuk mengembangkan kemampuan problem solving siswa SMP*. Unnes Physics Education Journal, 2 (1), 65-75.
- Dufresne, R., Gerace, W., & Leonard, W. (1997). *Solving physics problems with multiple representations*. The Physics Teacher, 35, 270 – 275.
- Dunkin, M., & Biddle, B. (1974). *The study of teaching*. New York: Holt, Rhinehart & Winston.
- Eom, S. B., Wen, H. J., & Ashill, N. (2006). *The determinants of students' perceived learning outcomes and satisfaction in university online education: An empirical investigation*. Decision Sciences Journal of Innovative Education, 4 (2), 215 – 235.
- Etkina, E., Warren, A., & Gentile, M. (2006). *The Role of Models in Physics Instruction*. The Physics Teacher, 44 (1).
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., (2005). *When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting*

- computer simulations for laboratory equipment.* Physical Review Special Topics – Physics Education Research, 1(1).
- Fiteriani, I., Diani, R., Hamidah, A., Anwar, C. (2021). *Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students' creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning?* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1796(1),012058.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education (7th ed).* New York:McGraw-hill
- Gibbons, J. D., & Chakraborti, S. (2011). *Nonparametric statistical inference (5 ed.).* Tuscaloosa: CRC Press
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning.* Corwin: SAGE Publications Company.
- Günaydın, H.D. (2022). *The impact of social problem skills on academic motivation by means of Covid-19 fear: A SEM Model: Social Problem Solving, Covid-19, Academic Motivation.* Current Psychology, 41(1), pp. 427-436.
- Hake, R. (1998). *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses.* American Journal of Physics, 66 (1), 64 – 74.
- Halloun, A. I. (2007). *Mediated Modeling in Science Education.* Science & Education,16, 653 – 697.
- Haratua T.M.S., & Sirait, J. (2016). *Representations Based Physics Instruction to Enhance Students' Problem Solving.* American Journal of Educational Research, 4 (1), 1 – 4.
- Hasan, M., Mursalin, Odja, A.H. (2021). *Analysis of*

- student problem solving skills on physics concepts in SMP/MTs through blended learning early teaching during the covid-19 pandemic.* Journal of Physics: Conference Series, 1876(1),012081.
- Heller, K. & Heller, P. (2010). *Cooperative Problem Solving in Physics.* University of Minnesota and U.S. Department of Education: The National Science Foundation.
- Henderson, C. (2005). *The challenges of instructional change under the best of circumstances: A case study of one college physics instructor.* American Journal of Physics, 73, 778–786.
- Hestenes, D. (1987). *Toward a modeling theory of physics instruction.* American Journal of Physics, 55 (5), 440 – 454.
- Hidayatullaah, H.N., Dwikoranto, Suprpto, N., Mubarak, H., Wulandari, D. (2020). *Implementation of Problem Based Learning to Train Physics Students' Problem Solving Skills.* Journal of Physics: Conference Series, 1491(1), 012053.
- Hinrichs, B. (2004). *Using the System Schema Representational Tool to Promote Student Understanding of Newton's Third Law.* Physics Education Research Conference, Sacramento, California. Retrieved July 14, 2022, from <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=9546&DocID=3444>.
- Hollenstein, L., Thurnheer, S., Vogt, F. (2022). *Problem Solving and Digital Transformation: Acquiring Skills through Pretend Play in Kindergarten.* Education Sciences, 12(2), 92.
- Huda, C., Siswanto, J., Kurniawan, A. F., & Nuroso, H. (2016). *Development of multi-representation learning tools for the course of fundamental physics.* Journal of Physics: Conference

Series, 739.

- Huang, Y. (2022). *Effectiveness of inquiry-based science laboratories for improving teamwork and problem-solving skills and attitudes*. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(3), pp. 329-357.
- Ibrahim, B., & Rebello, NS. (2013). *Role of mental representations in problem solving: Students' approaches to nondirected tasks*. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9 (2).
- Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. (2008). *Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education*. *Science Educator*, 17(1), 10 – 17.
- Jatmiko, B., Widodo, W., Budiyanto, M., Wicaksono, I., & Pandiangan, P. (2016). *Effectiveness of the INQF-based learning on a general physics for improving student's learning outcomes*. *Journal of Baltic Science Education*, 15 (4), 441-451.
- Jonassen, DH. (2005). *Tools for representing problems and the knowledge required to solve them. Knowledge and Information Visualization*. Heidelberg: Springer-verlag Berlin.
- Kim, N.J., Vicentini, C.R., Belland, B.R. (2022). *Influence of Scaffolding on Information Literacy and Argumentation Skills in Virtual Field Trips and Problem-Based Learning for Scientific Problem Solving*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(2), pp. 215-236.
- Klegeris, A., Bahniwal, M., & Hurren, H. (2013). *Improvement in generic problem-solving abilities of student by use of tutor-less problem-based learning in a large classroom setting*. *Life Sciences Education*, 12, 73 – 79.
- Kohl, P.B., & Finkelstein, N.D. (2007). *Expert and*

- Novice Use of Multiple Representations During Physics Problem Solving.* AIP Conference Proceedings, 951 (1).
- Karaoglan Yilmaz, F.G. 2022. *Utilizing Learning Analytics to Support Students' Academic Self-efficacy and Problem-Solving Skills.* Asia-Pacific Education Researcher, 31(2), pp. 175-191.
- Kurniawan, B. R., Handayanto, S. K., & Parno, P. (2016). *Profil kemampuan pemecahan masalah mahasiswa fisika Universitas Negeri Malang.* Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Universitas Negeri Malang.
- Larkin, J. H. (1989). *Display based problem solving.* In D. Klahr & K. Kotovsky (Eds.), *Complex information processing: The impact of Herbert A.* Boston MA : MIT Press.
- Lestari, N.A., Deta, U.A. (2021). *The correlation between physics problem-solving skill and metacognitive ability from collaboration of socratic dialogue-modeling instruction implementation.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1796(1),012093.
- Lestari, Syafril, S., Latifah, S., (...), Asril, Z., Yaumas, N.E. (2021). *Hybrid learning on problem-solving abilities in physics learning: A literature review.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1796(1), 012021.
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Setiawan, D., Maghfiroh, H., Muhaimin, F.G. (2022). *Empowering College Students' Problem-Solving Skills through RICOSRE.* Education Sciences, 12(3),196.
- Malik, S.I., Mathew, R., Al-Sideiri, A., (...), Al-Nuaimi, R., Tawafak, R.M. (2022). *Enhancing problem-solving skills of novice programmers in an introductory programming course.* Computer Applications in Engineering Education, 30(1), pp. 174-194.
- Malone, K.L. (2007). *The convergence of knowledge*

- organization, problem-solving behavior, and metacognition research with the Modeling Method of physics instruction-Part II.* Journal Of Physics Teacher Education, 4 (2), 7 – 15.
- Maries, A. (2013). *Role of Multiple Representations in Physics Problem Solving* (PhD Dissertation, University of Pittsburgh). Retrieved July 14, 2022, from <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=13052& DocID = 3616>.
- McDermott, L. C. (2001). *Oersted Medal Lecture 2001: Physics education research-The key to student learning.* American Journal of Physics, 69, 1127–1137
- Milbourne, J. & Wiebe, E. (2017). The role of content knowledge in ill-structured problemsolving for highschool physics students. *Research in Science Education*, 47, <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9564-4>
- Moreno, R. (2010). *Educational Psychology*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Mufida, S.N., Sinaga, P., Samsudin, A. (2021). *Identification of physics problem-solving skills on senior high school students: An evaluation of e-learning during Covid-19 pandemic in Tuban.* Journal of Physics: Conference Series, 2098(1), 012017.
- Muhlisin, A., Sarwanti, S., Jalunggono, G., (...), Mazid, S., Mohtar, L.E. (2022). *Improving students' problem-solving skills through RIAS model in science classes.* Cakrawala Pendidikan, 41(1), pp. 284-294.
- Nguyen, D.H., Gire, E., & Rebello, N. S. (2010). *Facilitating students problem solving across multiple representations in introductory mechanics.* AIP Conference Proceedings, 1289(1).

- Nieveen N. (1999). *Prototyping to Reach Product Quality*. In: van den Akker J., Branch R.M., Gustafson K., Nieveen N., Plomp T. (eds) *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Nasution, E.S., Rhamyanti, Y., Lubis, R.U., (...), Sara, Y., Sikumbang, R.S. (2022). *The influence of the hybrid learning model using the schoology application in basic physics lectures to improve process skills in the industrial 4.0 period*. Journal of Physics: Conference Series, 2165(1),012005.
- Niss, M. (2012). *Towards a conceptual framework for identifying student difficulties with solving real-world problems in physics*. *Lat. Am. J. Phys.* 6(1).
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia.
- Phumeechanya, N., & Wannapiroon, P. (2014). *Design of problem-based with scaffolding learning activities in ubiquitous learning environment to develop problem- solving skills*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116, 4803 – 4808.
- Piaget, J. (1964). *Cognitive Development in children: Development and Learning*. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176 – 186.
- Poonsawad, A., Srisomphan, J., Sanrach, C. (2022). *Synthesis of Problem-Based Interactive Digital Storytelling Learning Model Under Gamification Environment Promotes Students' Problem-Solving Skill*. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(5), pp. 103-119
- Portoles, J. J. S., & Lopez, V.S., (2007). *Representations in problem solving in science: Directions for*

- practice*. Asia- Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 8 (2).
- Prahani, B.K., Susiawati, E., Deta, U.A., (...), Suyidno, Siswanto, J. (2021). *Profile of Students' Physics Problem-Solving Skills and the Implementation of Inquiry (Free, Guided, and Structured) Learning in Senior High School*. Journal of Physics: Conference Series, 1747(1),012012.
- Prain, V., Tytler, R., & Peterson, S. (2009). *Multiple representation in learning about evaporation*. International Journal of Science Education, 31 (6), 787 – 808.
- Ramli, Z., Sunaryo, Serevina, V. (2021). *E-book static fluid and dynamic fluid web-based with a problem-based learning model to improve students physics problem-solving skills*. Journal of Physics: Conference Series, 2019(1), 012001.
- Rosengrant, D., Van Heuleven, A., & Etkina, E. (2006). *Students' use of multiple representations in problem solving*. Physics Education Research Conference (AIP Conference Proceedings) Melville. New York : American Institute of Physics.
- Sangwan, K.S., Singh, R. (2022). *An experiential learning-integrated framework to improve problem-solving skills of engineering graduates*. Higher Education, Skills and Work-based Learning, 12(2), pp. 241-255.
- Santosa, I.E. (2021). *Analysing students' problem solving skills on the topics of modern physics*. Journal of Physics: Conference Series, 2019(1), 012026.
- Sarwanto, S. (2013). *Analisis kemampuan representasi mahasiswa Pendidikan Sains PPs UNS*. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 3 (2), 1- 6.
- Scaife, M., & Rogers , Y. (1996). *External cognition: How do graphical representations work?.* International Journal of Human-computer Studies, 45, 185 – 213

- Selcuke, G. S., Caliskan, S. & Erol, M. (2008). *The effects of problem solving instruction on physics achievement, problem solving performance and strategy use*. Lat. Am. J. Phys. Educ, 2 (3), 151 – 166.
- Simatwa, E.M.W. (2010). *Piaget's theory of intellectual development and its implication for instructional management at presecondary school level*. Educational Research and Reviews, 5 (7), 366 – 371.
- Sinaga, P., Suhandi, A., & Liliasari, L. (2014). *The Effectiveness Of Learning To Represent Physics Concept Approach: Preparing Pre-Service Physics Teachers To Be Good Teachers*. International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences, 2 (4), 127 – 136.
- Sikk, J.I., Tammets, K. (2021). *Action research to study problem solving skills of primary school physics students. 18th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*. CELDA 2021, pp. 212-218
- Silitonga, H.T.M., Panjaitan, M., Supriyati, Y. (2020). *Problem solving based physics learning strategy to enhance students' higher order thinking skills*. Journal of Physics: Conference Series 1567(4), 042104.
- Siswanto, J. & Saefan, J. (2014). *Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Fisika. Prosiding SNF XIV*. Denpasar : Universitas Udayana.
- Siswanto, J., Susantini, E., & Jatmiko, B. (2016). *Kepraktisan model pembelajaran Investigation Based Multiple Representation (IBMR) dalam Pembelajaran Fisika*. Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 7 (2), 127 – 131.
- Siswanto, J., Susantini, E., & Jatmiko, B. (2018). *Practicality and Effectiveness of The IBMR*

- Teaching Model to Improve Physics Problem Solving Skills*. Journal of Baltic Science Education, 17(3), 381-394.
- Skinner, V. J., Braunack-Mayer, A., & Winning, T. A. (2015). *The purpose and value for students of PBL groups for learning*. Interdisciplinary Journal of Problem Based Learning, 9 (1), 19 – 32.
- Slavin, R. E. (2011). *Educational psycology: Theory and practice*. Boston: Pearson.
- Sockalingam, N. & Schmidt, H.G. (2011). *Characteristics of Problems for Problem Based Learning: The students Perspective*. Interdisciplinary Journal of Problem Based Learning, 5 (10), 6 – 33.
- Stalker, S. L., Cullen, T., & Kloesel, K. (2014). *Using PBM to prepare educators and emergency managers to plan for severe weather*. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 9 (2), 1 – 9.
- Sujarwanto, E., Hidayat, A., & Wartono, W. (2014). *Kemampuan pemecahan masalah fisika pada modeling instruction pada siswa SMA kelas XI*. Unnes Physics Education Journal, 3 (1), 65 – 78.
- Susanti, A., Diani, R., Satiarti, R.B., Munawaroh, R., Fujiani, D. (2021). *Blended learning model: The effect on physics problem-solving skills viewed from self-efficacy*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1796(1),012014.
- Sutarno, S., Putri, D.H., Risdianto, E., Satriawan, M., Malik, A. (2021). *The students' Physics Problem Solving Skills in basic physics course*. Journal of Physics: Conference Series, 1731(1),012078.
- Taasoobshirazi, G., & Farley, J. (2013). *A multivariate model of physics problem solving*. Learning and Individual Differences, 24, 53 – 62.
- Tasci, I., Demir, C.F., Bilek, F., Albayrak, S. (2022). *Physical exercise may improve problem-solving skills*

- and emotional intelligence in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis: A cross-sectional study. Multiple Sclerosis and Related Disorders, 59,103641*
- Temel, S. (2014). *The effect problem based learning on pre service teacher's critical thinking dispositions and perceptions of problem solving ability. South African Journal of Education, 34 (1), 1-20.*
- Van den Akker, J. (1999). *Principles and Methods of Development Research. In: van den Akker J., Branch R.M., Gustafson K., Nieveen N., Plomp T. (eds) Design Approaches and Tools in Education and Training. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.*
- Van Heuleven, A. (1991). *Learning to think like a physicist: a review of research-based instructional strategies. American Journal of Physics, 59, 89 – 897.*
- Vaithilingam, C.A., Gayathri, S., Gamboa, R.A., Jagadeeshwaran, A., Abdul Karim, S.A. (2022). *Transition Within the Teaching Pedagogy: A Stochastic Opportunity to Engage Problem Solving Skill Through CODE. Studies in Systems, Decision and Control, 381, pp. 19-31.*
- Vekiri, I. (2002). *What is the value of graphical displays in learning?. Educational Psychology Review, 14, 261 – 312.*
- Vignal, M., Wilcox, B.R. (2022). *Investigating unprompted and prompted diagrams generated by physics majors during problem solving. Physical Review Physics Education Research, 18(1), 010104.*
- Waldrup, B., Prain, V., & Carolan, J. (2010) *Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. Res. Science Education, 40, 65 – 80.*
- Walsh, L.N., Howard R.G., & Bowe, B.

- (2007). *Phenomenographic study of students' problem solving approaches in physics*. Physical Review Special Topics – Physics Education Research, 3, 1 – 12.
- Wati, M., Safiah, S., Misbah, M. (2021). *How to train problem-solving skills in physics using authentic learning*. Journal of Physics: Conference Series, 1760(1),012009.
- Wati, M., Sutiniasih, N., Misbah, (...), Annur, S., Mastuang. (2020). *Developing of physics teaching materials based on authentic learning to train problem-solving skills*. Journal of Physics: Conference Series, 1567(3),032084.
- Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. (1995). *A modeling method for high school physics instruction*. American Journal of Physics, 63 (7), 606-619.
- Widya, Maielfi, D., Alfiyandri. (2021). *Need Analysis for Physics E-Module Based on Creative Problem Solving Integrated 21st Century Skills*. Journal of Physics: Conference Series, 1940(1), 012110.
- Wieman, C., & Perkins, K. (2005). *Transforming physics education*. Physics Today, 58, 36–41.
- Wright, T. L. (2012). *The effects of modeling instruction on high school physics academic achievement*. Tennessee: ETD Collection for Tennessee State University.
- Yang, J., Kim, K.H. (2022). *Effect of the Strategic Thinking, Problem Solving Skills, and Grit on the Disaster Triage Ability of Emergency Room Nurses*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(2), 987.
- Yeo, J., & Tan, S. C. (2014). *Redesigning problem-based learning in the knowledge creation paradigm for school science learning*. Instructional Science, 42 (5), 747 – 775.
- Young, H.D., & Freedman, R.A. (2012). *Sear's and Zemansky University Physics: with Modern*

- Physics*. San Francisco: Pearson Education.
- Yusal, Y., Suhandi, A., Setiawan, W., Kaniawati, I. (2020). *Construction and testing of decision-problem solving skills test instruments related basic physics content*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2),022007
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2012). *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice*. Springer Science & Business Media.

