

**Pengembangan Model Pembelajaran Multi-Representasi Pemecahan
Masalah (MIRECAL) untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Digital
Mahasiswa Di Era Revolusi Industri 4.0**

Disertasi



OLEH

AYU LUSIYANA

NIM. 17169002

*Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
dalam mendapatkan gelar Doktor Ilmu Pendidikan*

**PROGRAM STUDI ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM DOKTOR
PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

ABSTRACT

Ayu Lusiyana. 2020. Developing a Learning Model of Problem Solving Multi-Representation (MIRECAL) to Improve the Students' Digital Literacy Skills in Industrial Revolution Era 4.0. Dissertation. Postgraduate of Program, Universitas Negeri Padang.

The re-orientation of the GEN-RI curriculum is constrained by the suboptimal learning models. It is a challenge and responsibility for universities to prepare quality graduates who have digital literacy skills as one of the skills needed in education in the industrial era 4.0. The solution offered to answer these challenges is to develop the MIRECAL learning model. This study aims to produce a valid, practical, and effective MIRECAL learning model to improve students' digital literacy skills.

The intervention was built through design research which consisted of three stages, namely preliminary research, prototyping or developing phase and assessment phase. The sample in this study was students who took Mechanics courses at UNP and UIN IB. The product validation test was carried out by 6 experts according to their respective expertise. Product validity is reviewed in terms of the content, construction/graphic, and language aspects of the model books, learning tools, and modules. Product practicality tests are carried out by students one to one and in small groups. Practicality benchmarks in terms of ease, benefits, and attractiveness of the product. The effectiveness test is carried out by observing and evaluating the implementation of the MIRECAL model in 2 experimental classes and 2 control classes using observation sheets and assessment instruments in the static group comparative research design. The level of effectiveness is obtained by comparing the achievement of digital literacy skills between the MIRECAL learning model and the Video-Based Learning model. Descriptive analysis of the average value was performed on the validity and practicality data, the effectiveness data were analyzed using the t-test.

The research findings show that the MIRECAL learning model has a high level of validity, practicality, and effectiveness. All of these aspects are considered practical and effective by users of lecturers and students. The achievement of digital literacy skills of students who learn with the MIRECAL model is better than the achievement of students who learn with the VBL model. From the research results, it is proven that the MIRECAL learning model can improve students' digital literacy skills. Therefore, the MIRECAL learning model can be used as an alternative to training technology literacy, data literacy, and the human literacy of students in learning science or other relevant fields of science.

ABSTRAK

Ayu Lusiyana. 2020. Pengembangan Model Pembelajaran Multi-Representasi Pemecahan Masalah (MIRECAL) untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Digital Mahasiswa di Era Revolusi Industri 4.0. Disertasi. Pascasarjana Universitas Negeri Padang.

Reorientasi kurikulum GEN-RI terkendala dengan belum optimalnya modelmodel pembelajaran yang ada. Ini menjadi tantangan dan tanggung jawab bagi perguruan tinggi untuk menyiapkan lulusan berkualitas yang memiliki keterampilan literasi digital sebagai salah satu keterampilan yang diperlukan dalam pendidikan di era industri 4.0. Solusi yang ditawarkan untuk menjawab tantangan tersebut adalah mengembangkan model pembelajaran MIRECAL. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model pembelajaran MIRECAL yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan keterampilan literasi digital mahasiswa.

Intervensi dibangun melalui penelitian design research yang terdiri dari tiga tahap yaitu preliminary research, prototyping or developing phase dan assessment phase. Sampel pada penelitian ini adalah mahasiswa yang mengambil mata kuliah Mekanika di UNP dan UIN IB. Uji validasi produk dilakukan oleh 6 pakar sesuai keahlian masing-masing. Validitas produk ditinjau dari aspek isi, konstruksi/kegrafikaan dan bahasa pada buku model, perangkat pembelajaran dan modul ajar. Uji praktikalitas produk dilakukan oleh mahasiswa satu per satu dan dalam kelompok kecil. Tolok ukur praktikalitas dilihat dari segi kemudahan, manfaat dan daya tarik produk. Uji efektivitas dilakukan dengan mengobservasi dan menilai implementasi model MIRECAL pada 2 kelas eksperimen dan 2 kelas kontrol menggunakan lembar observasi dan instrumen asesmen dalam desain penelitian static group comparation. Tingkat efektivitas didapat dengan membandingkan pencapaian keterampilan literasi digital antara model pembelajaran MIRECAL dengan model Video-Based Learning. Analisis deskriptif nilai rata-rata dilakukan terhadap data validitas dan praktikalitas, data efektivitas dianalisis menggunakan t test.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran MIRECAL mempunyai tingkat validitas, praktikalitas dan efektivitas yang tinggi. Keseluruhan aspek ini dinilai praktis dan efektif oleh pengguna dosen dan mahasiswa. Pencapaian keterampilan literasi digital mahasiswa yang belajar dengan model MIRECAL lebih baik daripada pencapaian mahasiswa yang belajar dengan model VBL. Dari hasil penelitian terbukti bahwa model pembelajaran MIRECAL dapat meningkatkan keterampilan literasi digital mahasiswa. Karenanya, model pembelajaran MIRECAL dapat dijadikan sebagai alternatif untuk melatih literasi teknologi, literasi data dan literasi manusia mahasiswa dalam pembelajaran ilmu sains atau bidang ilmu lain yang relevan.

Lembar Pengesahan

Dengan persetujuan Komisi Promotor/Pembahas/Penguji telah disahkan
Disertasi atas nama :

Nama : *Ayu Lusiyana*
NIM : 17169002

melalui ujian terbuka pada tanggal 8 Juni 2020

Direktur Pascasarjana
Universitas Negeri Padang



Prof. Yenni Rozimela, M.Ed., Ph.D.
NIP. 19620919 198703 2 002

Koordinator Program Studi,

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Ahmad Fauzan', is written over the text.

Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Sc. M.Pd.
NIP. 19660430 199001 1 001

Persetujuan Komisi Promotor/Penguji

Nama : *Ayu Lusiyana*
NIM : 17169002

Komisi Promotor/Penguji

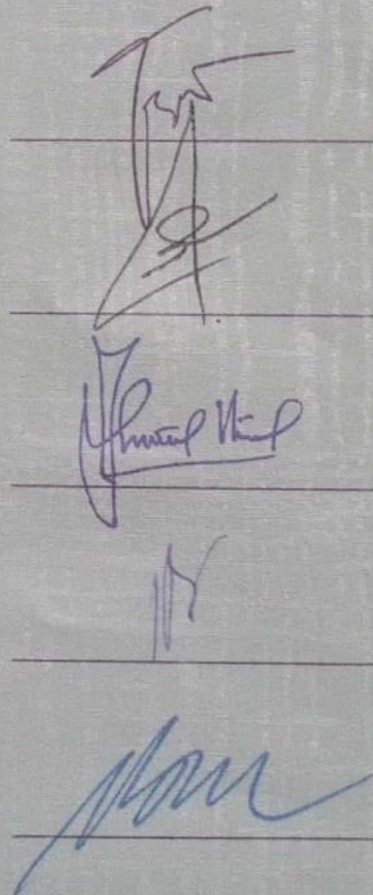
Prof. Dr. Festiyed, M.S.
(Ketua Promotor/Penguji)

Dr. Yulkifli, M.Si.
(Promotor/Penguji)

Prof. Dr. Herman Nirwana, M.Pd., Kons.
(Pembahas/Penguji)

Dr. Ratnawulan, M.Si.
(Pembahas/Penguji)

Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc.
(Penguji dari Luar)



SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, Disertasi dengan judul “Pengembangan Model Pembelajaran Multi-Representasi Pemecahan Masalah (MIRECAL) untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Digital Mahasiswa di Era Revolusi Industri 4.0” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Negeri Padang maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan Tim Promotor.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan yang berlaku.

Padang, Juni 2020

Saya yang menyatakan



Ayu Lusiyana

NIM: 17169002

KATA PENGANTAR

Bismi-llāhi ar-rahmāni ar-rahīmi

Segala puji bagi Allah ﷻ yang Maha Pengasih Maha Penyayang dan Maha Pemberi Ilmu, atas rahmad dan hidayahNya peneliti dapat untuk menyelesaikan disertasi berjudul: **“Pengembangan Model Pembelajaran Multi-Representasi Pemecahan Masalah (MIRECAL) untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Digital Mahasiswa di Era Revolusi Industri 4.0”**. Salawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad ﷺ, beserta seluruh keluarga dan sahabatnya.

Disertasi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Doktor Ilmu Pendidikan konsentrasi pendidikan MIPA, pada program Pascasarjana Universitas Negeri Padang. Selama penyelesaian penelitian disertasi ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Ganefri, Ph.D., sebagai rektor Universitas Negeri Padang yang telah memotivasi mahasiswa dan memfasilitasi penyelesaian disertasi mahasiswa program pascasarjana.
2. Prof. Dra. Yeni Rozimela, M.Ed., Ph.D., Prof. Dr. Atmazaki, M.Pd., dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc., sebagai direktur, wakil direktur I dan ketua Program Studi S3 Universitas Negeri Padang yang telah membuat kebijakan, menerapkan kebijakan, dan memberikan kemudahan administrasi dalam penyelesaian disertasi.
3. Prof. Dr. Festiyed, M.S., dan Dr. Yulkifli, M.Si., sebagai promotor yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan disertasi ini.
4. Prof. Dr. Herman Nirwana, M.Pd. Kons., dan Dr. Ratnawulan, M.Si., sebagai tim pembahas/penguji yang telah memberi masukan dan kritikan untuk perbaikan agar disertasi ini menjadi lebih baik.
5. Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc sebagai penguji eksternal yang telah memberi masukan dan kritikan untuk perbaikan agar disertasi ini menjadi lebih baik.

6. Prof. Dr. Darmansyah, M.Pd., Dr. Khairani, M.Pd., Yohandri, M.Si., Ph.D., Dr. Ramli, M.Si., dan Dr. Abdurrahman, M.Pd., sebagai tim validator produk penelitian.
7. Dr. Yulkifli, M.Si., dan Dr. Zulheldi, M.Ag., sebagai Dekan FMIPA Universitas Negeri Padang dan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Imam Bonjol yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di lembaga yang dipimpin.
8. Dr. Desnita, M.Si., Bapak Rahmat Hidayat, S.Pd., M.Si., dan Bapak Muharmen Suari, M.Si., sebagai dosen mata kuliah Mekanika UNP dan UIN IB Padang yang sangat kooperatif dan membantu teknis penelitian di lapangan.
9. Mahasiswa pendidikan fisika UNP dan UIN IB Padang yang telah berkenan menjadi responden dan sampel pada penelitian ini.
10. Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd., sebagai rekan dalam meneliti, diskusi dan hidup yang selalu menjadi motivasi untuk selesai tepat waktu.
11. Teman-teman mahasiswa program doktor ilmu pendidikan yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam penyelesaian disertasi ini.
12. Teristimewa kepada orang tua, suami, anak dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan yang sangat tulus.

Semoga Allah ﷻ membalas semua kebaikan yang telah Bapak/Ibu/Saudara berikan dan dicatat sebagai amal ibadah baik. Akhirnya, penulis berharap semoga disertasi ini bermanfaat dalam menambah khasanah ilmu pengetahuan dan sebagai referensi bagi pembaca. Semoga Allah ﷻ memberikan rahmat dan karuniaNya kepada kita bersama. Aamiin.

Padang, 2020
Peneliti

Ayu Lusiyana, M.Pd.
NIM: 17169002

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian.....	10
D. Spesifikasi Produk yang Diharapkan	10
E. Pentingnya Penelitian	12
F. Asumsi dan Batasan Penelitian	13
G. Definisi Operasional	14

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembelajaran di Era Industri 4.0	15
1. Literasi teknologi	15
2. Literasi data	17
3. Literasi manusia	18
B. Multi-representasi dalam Pembelajaran Fisika	25
C. Pembelajaran Pemecahan Masalah	27
D. Landasan Filosofis dan Teoritis Model Pembelajaran Mirecal	31
E. Model Pembelajaran	36

F. Perangkat Pembelajaran	39
G. Pengembangan Model Pembelajaran MIRECAL	44
H. Karakteristik Kualitas Model Pembelajaran MIRECAL	50
1. Validitas model pembelajaran MIRECAL	50
2. Kepraktisan model pembelajaran MIRECAL	51
3. Keefektifan model pembelajaran MIRECAL.....	52

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	54
B. Prosedur Penelitian	55
1. Tahap penelitian pendahuluan	55
2. Tahap pengembangan prototype	56
3. Tahap penilaian	59
C. Teknik Pengumpulan Data	61
D. Instrumen Pengumpulan Data	62
1. Instrumen tahap preliminary research	62
2. Instrumen tahap prototyping	64
3. Instrumen tahap assessment phase	68
E. Teknik Analisis Data	70
1. Teknik analisis data uji validitas dan praktikalitas.....	70
2. Teknik analisis data uji efektivitas	71

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Tahap Penelitian Pendahuluan (Preliminary Research	73
1. Hasil analisis kebutuhan dan konteks.....	73
2. Hasil tinjauan literatur	78
3. Hasil Pengembangan Kerangka Konseptual	87
B. Hasil Tahap Pengembangan (Prototyping Phase	88
1. Hasil desain prototipe awal produk	88
2. Hasil evaluasi formatif	91
C. Hasil Tahap Penilaian (Assessment Phase)	100

D. Pembahasan	105
1. Pembahasan hasil tahap preliminary research	105
2. Pembahasan hasil tahap prototyping	108
3. Pembahasan hasil tahap assessment phase	111

BAB V KESIMPULAN IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan	122
B. Implikasi	123
C. Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	125

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Karakteristik Literasi Teknologi	16
Tabel 2.2. Aspek dan indikator dampak instruksional model MIRECAL	23
Tabel 2.3. State of the art sintaks model pembelajaran MIRECAL.....	31
Tabel 2.4. Aspek Penilaian setiap Sintaks Model MIRECAL	53
Tabel 3.1. Nama dan Kepakaran Tim Validator Produk Penelitian.....	58
Tabel 3.2. Rincian Sampel Penelitian Pada Uji Lapangan (Field Test)	60
Tabel 3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	61
Tabel 3.4. Hasil Validasi Instrumen Preliminary Research	63
Tabel 3.5. Rincian Check List Tahap Self-Assessment	64
Tabel 3.6. Aspek Penilaian Produk Buku Model Pembelajaran MIRECAL	65
Tabel 3.7. Aspek Penilaian Produk Perangkat Pembelajaran	66
Tabel 3.8. Aspek Penilaian Produk Modul Ajar	66
Tabel 3.9. Hasil Validasi Instrumen Expert Review	67
Tabel 3.10. Hasil Validasi Instrumen Praktikalitas Produk	68
Tabel 3.11. Aspek Penilaian Keterampilan Literasi Baru Model MIRECAL	69
Tabel 3.12. Hasil Validasi Instrumen Pada Tahap Assessment Phase.....	70
Tabel 3.13. Interpretasi Hasil Validasi/Praktikalitas Produk Penelitian	70
Tabel 3.14. Desain Penelitian dalam Uji Efektivitas Model MIRECAL	71
Tabel 4.1. Kriteria Model MIRECAL Berdasarkan Kebutuhan dan Konteks	77
Tabel 4.2. Rujukan Utama Pengembangan Model Pembelajaran MIRECAL	79
Tabel 4.3. Sintaks Model Pembelajaran MIRECAL Beserta Referensinya.....	81
Tabel 4.4. Deskripsi Sintaks Model Pembelajaran MIRECAL	86
Tabel 4.5. Catatan Obvious Error Pada Prototipe 1 Produk Penelitian	91
Tabel 4.6. Hasil Analisis Validasi Prototipe 2 Buku Model MIRECAL	92
Tabel 4.7. Hasil Analisis Validasi Prototipe 2 RPS	93
Tabel 4.8. Hasil Analisis Validasi Prototipe 2 SAP	94
Tabel 4.9. Hasil Analisis Validasi Prototipe 2 Modul Ajar	94
Tabel 4.10. Komentar dan Saran Tim Validator Terhadap Prototipe 2	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Implementasi teori konstruktivisme dalam model MIRECAL	34
Gambar 2.2. Kerucut pengalaman belajar yang dijelaskan Dale	36
Gambar 2.3. Bagan perancangan pembelajaran sistematis	40
Gambar 2.4. Sintaks model pembelajaran MIRECAL.....	45
Gambar 2.5. Struktur Komponen Model MIRECAL.....	50
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....	60
Gambar 4.1. Hasil analisis data tingkat pemahaman aplikasi Tracker dan Excel..	73
Gambar 4.2. Hasil Analisis Respon Angket Karakteristik Mahasiswa.....	75
Gambar 4.3. Novelty MIRECAL dari sisi multirepresenasi dan literasi baru	85
Gambar 4.4. Kerangka konseptual untuk mengembangkan produk MIRECAL ...	87
Gambar 4.5. Prototipe Awal Dari Tiga Jenis Produk Intervensi.....	88
Gambar 4.6. Realisasi sintaks MIRECAL sebagai instruksi pada modul ajar.....	90
Gambar 4.7. Revisi Prototipe 2 Berdasarkan Hasil Validasi	96
Gambar 4.8. Hasil revisi pada modul setelah one to one evaluation	98
Gambar 4.9. Perbandingan capaian literasi baru pada eksperimen dan kontrol ..	101
Gambar 4.10. Grafik Penerimaan Hipotesis Penelitian	104
Gambar 4.11. Kegiatan one to one evaluation pada salah seorang mahasiswa ...	109
Gambar 4.12. Kegiatan small group evaluation.....	111
Gambar 4.13. Kegiatan mahasiswa pada tahap elaborasi	114
Gambar 4.14. Contoh isian LKM pada bagian laporan kegiatan elaborasi	114
Gambar 4.15. Kegiatan mahasiswa dalam tahap identifikasi dan formulasi	115
Gambar 4.16. Kegiatan mahasiswa dalam tahap solusi	115
Gambar 4.17. Contoh isian LKM pada bagian laporan identifikasi dan formulasi	116
Gambar 4.18. Data pemahaman Tracker dan Excel setelah produk diterapkan ..	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 : Lembar Validasi Instrumen	132
Lampiran 2 : Analisis Data Hasil Validasi Instrumen Penelitian	139
Lampiran 3 : Instrumen Validasi Produk Buku Model	140
Lampiran 4 : Analisis Data Hasil Validasi Buku Model MIRECAL.....	145
Lampiran 5 : Instrumen Validasi Produk Perangkat Pembelajaran: RPS	147
Lampiran 6 : Analisis Data Hasil Validasi RPS.....	151
Lampiran 7 : Instrumen Validasi Produk Perangkat Pembelajaran: SAP	155
Lampiran 8 : Analisis Data Hasil Validasi SAP	158
Lampiran 9 : Instrumen Validasi Produk Modul Ajar	161
Lampiran 10 : Analisis Data Hasil Validasi Modul Ajar	164
Lampiran 11 : Analisis Konsistensi Penilaian Validator	166
Lampiran 12 : Instrumen Praktikalitas Modul Ajar	169
Lampiran 13 : Analisis Data Hasil Uji Praktikalitas Modul Ajar MIRECAL	172
Lampiran 14 : Instrumen Praktikalitas Model MIRECAL	174
Lampiran 15 : Analisis Data Hasil Uji Praktikalitas Model MIRECAL	176
Lampiran 16 : Instrumen Uji Efektivitas MIRECAL: Observasi	178
Lampiran 17 : Data Hasil Observasi dan Essay Assessment	184
Lampiran 18 : Data Penilaian Literasi Digital	188
Lampiran 19 : Rekapitulasi Data Pencapaian Literasi Digital	203
Lampiran 20 : Uji Normalitas Data Literasi Teknologi.....	204
Lampiran 21 : Uji Normalitas Data Literasi Data	208
Lampiran 22 : Uji Normalitas Data Literasi Manusia.....	212
Lampiran 23 : Uji Homogenitas Data	216
Lampiran 24 : Hasil Analisis Uji t	217
Lampiran 25 : Dokumentasi Kegiatan Uji Coba.....	219

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan harus menjadikan individu untuk siap hidup dengan tuntutan keterampilan-keterampilan yang diperlukan agar mampu menyesuaikan hubungan dengan dunia yang terus berubah secara berkelanjutan (Festiyed, 2016). Perubahan dunia yang terus bergulir hingga saat ini telah sampai pada tahap era revolusi industri 4.0 membawa dampak pada dunia pendidikan sehingga pendidikan sekarang sering disebut pendidikan 4.0. Pendidikan 4.0 menuntut seseorang untuk memiliki keterampilan yang jauh berbeda dan jauh lebih beragam dibanding zaman sebelumnya (Intelitek, 2018; Nofrion, 2018; Yahya, 2018).

Salah satu gerakan yang dicanangkan oleh pemerintah adalah gerakan literasi baru. Literasi baru yang dimaksudkan (Aoun, 2017) yaitu: a) literasi teknologi yakni kemampuan memahami secara matematis, *coding* dan prinsip dasar cara kerja mesin dan aplikasi teknologi, b) literasi data yakni kemampuan menganalisis dan memaknai limpahan informasi yang mengalir dari perangkat yang digunakan, serta menyaring data yang bermanfaat, dan c) literasi manusia yakni kemampuan berinteraksi dengan lingkungan sosial, berkomunikasi, terlibat dengan orang lain, dan menciptakan keindahan seperti seni khususnya desain yang sangat terintegrasi dengan komunikasi digital. Istilah literasi baru ini lebih populer dengan sebutan literasi digital. Adaptasi literasi digital dapat diintegrasikan dengan melakukan penyesuaian kurikulum dan sistem pembelajaran sebagai respon terhadap era industri 4.0.

Ahmad (2018) menyatakan bahwa solusi yang ditawarkan pemerintah melalui Ditjen Belmawa untuk menghadapi perubahan pembelajaran di pendidikan tinggi pada era revolusi industri 4.0 adalah dengan reorientasi kurikulum GEN-RI (General Education + Kompetensi Revolusi Industri 4.0). Kebijakan ini dilakukan dengan mengembangkan dan mengajarkan literasi baru pada perkuliahan, serta mengembangkan kepemimpinan dan kerjasama tim melalui kegiatan ekstra kurikuler. Penerapan literasi manusia menjadi bagian dari *general education* yang harus dikuasai mahasiswa, sedangkan literasi data dan teknologi diterapkan dalam mata kuliah pilihan. Poin lain dari kebijakan ini mengharuskan pembelajaran di perguruan tinggi menerapkan sistem pengajaran *hybrid* atau *blended learning*. Untuk memfasilitasi pembelajaran sepanjang hayat, pada poin terakhir pemerintah menyarankan perguruan tinggi memiliki unit yang secara khusus memberikan layanan *life-long learning*.

Pada perkuliahan dalam kebijakan baru ini, mahasiswa perlu mengetahui pemanfaatan *big data* dalam proses perkuliahan dengan membaca, menganalisis serta mengoptimalkan pemanfaatan lain seperti *programing*, *coding*, *web development*, dan *skills* lain yang dibutuhkan agar bisa kompetitif di era revolusi industri 4.0 (Prasetya & Larasati, 2018). Hal ini senada yang pernyataan Husin (2018) bahwa pada pendidikan 4.0 mahasiswa akan dihadapkan pada interpretasi data dan penerapan pengetahuan teoretis pada angka-angka dan menggunakan keterampilan penalaran untuk membuat kesimpulan berdasarkan logika dan tren dari set data yang diberikan.

Belajar dengan pemanfaatan data dan teknologi merupakan proses pembelajaran yang tidak asing dalam memahami ilmu fisika. Kegiatan seperti mengukur percepatan gravitasi bumi menggunakan bandul sederhana berbasis teknologi digital (Yulkifli, Afandi, & Yohandri, 2018), praktikum suhu dan kalor berbasis teknologi sensor (Yulkifli, Usmeldi, & Yohandri, 2017) dan mengukur tekanan udara berbasis sensor (Yulkifli, Asrizal, & Ardi, 2014) merupakan contoh konkrit bahwa pembelajaran fisika tak terlepas dari pemanfaatan data dan teknologi.

Mempelajari ilmu fisika berarti mempelajari data dari eksperimen karena fisika tidak terlepas dari kegiatan menganalisis fenomena nyata dan bereksperimen dengan lingkungan sekitar (Subekti & Ariswan, 2016). Untuk mempelajari fisika, mahasiswa harus melakukan dengan beberapa kegiatan seperti mengobservasi, mendeskripsikan, menjelaskan dan memprediksi fenomena fisika (Slisko, 2017). Mempelajari fenomena alam lalu bereksperimen untuk menghasilkan data merupakan salah satu cara mahasiswa untuk belajar secara ilmiah dan memperoleh keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan dalam memahami ilmu dan mengembangkannya. Data eksperimen yang ada dapat dibangun menjadi persamaan matematis dan bisa diteruskan menjadi sebuah model dari fenomena yang disimulasikan dengan perangkat komputer untuk lebih memahami konsep fisika yang terjadi (Wu & Zhang, 2019).

Sayangnya pembelajaran fisika belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi perangkat digital dan melakukan kegiatan pengamatan dan eksperimen seperti yang diharapkan. Slisko (2017) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis ceramah yang

dilengkapi dengan sesi menyelesaikan soal pada akhir bab dan kegiatan laboratorium dengan panduan dari buku masih mendominasi praktik pembelajaran dalam pembelajaran fisika.

Pembelajaran fisika untuk menyiapkan mahasiswa menghadapi perkembangan zaman industri 4.0 sebaiknya diajarkan dengan menggunakan beragam sumber dan media belajar yang berbasis teknologi (Peters 2017; Rodič, 2017; Skilton dan Hovsepian 2018). Hal ini dilakukan agar keseluruhan konsep fisika dapat dipahami secara mendalam dan mahasiswa mampu menguasai keterampilan-keterampilan yang berkaitan dengan pembelajaran fisika seperti berpikir kritis, memecahkan masalah, kreatifitas, inovasi dan keterampilan digital (Fullan & Langworthy, 2014; Slisko, 2017). Sejalan dengan hal ini, beberapa peneliti terdahulu sudah mengupayakan pembelajaran fisika dengan berbagai cara penggunaan teknologi yang diramu dalam berbagai bentuk model pembelajaran.

Pengembangan model pembelajaran yang banyak dilakukan sebelumnya antara lain pengembangan model *problem-based learning* (Simanjuntak, 2012) dan pengembangan model pembelajaran generatif (Amanah, Harjono, & Gunada, 2017). Penelitian pengembangan model pembelajaran tersebut pada umumnya berpusat pada satu bentuk representasi saja, seperti penguatan pada gambar saja, verbal saja atau matematis saja. Sedangkan pembelajaran fisika lebih baik menggunakan beberapa bentuk representasi atau multi-representasi (Andromeda, Djusin, & Maria S, 2017; Aulia, Ismet, & Zulherman, 2016; TMS & Sirait, 2016; Cock, 2012). Penelitian-penelitian tersebut jelas belum ada yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan literasi digital dan penilaian capaian pembelajarannya

juga terbatas pada ranah kognitif saja. Pada penelitian tersebut aktivitas pembelajaran dijalankan tanpa melakukan kegiatan eksperimen, demonstrasi atau penyajian fenomena dalam bentuk apapun.

Fisika secara khusus menggunakan representasi matematika untuk menggambarkan fenomena, membangun model, dan memecahkan masalah. Namun mahasiswa yang mempelajarinya tidak selalu melihat rumus dan persamaan fisika sebagai alat pemodelan. Mahasiswa biasanya melihat fisika dan matematika sebagai dua hal yang terpisah, mereka memiliki masalah dalam menafsirkan makna fisik dari persamaan matematika dan tidak melihat argumen fisika ketika formula dimanipulasi secara matematis (Angell et.al, 2004). Ini berarti pembelajaran yang diberikan kepada mahasiswa belum disampaikan dengan multi-representasi. Pembelajaran tanpa multi-representasi menjadi salah satu penyebab banyaknya mahasiswa yang tidak memahami konsep fisika secara mendalam dan juga berdampak pada rendahnya keterampilan pemecahan masalah mahasiswa. Padahal multi-representasi (*multiple representation*) merupakan bentuk pembelajaran yang dapat mengkonstruksi pemahaman yang mendalam (*depth understanding*) dengan cara mengintegrasikan informasi dari berbagai representasi (Ainsworth & Labeke, 2002; Wong et.al, 2011; Adadan, 2013; Kuo et.al, 2017) serta menuntun mahasiswa dalam pemecahan masalah (Rosengrant, Etkina, & Heuvelen, 2007; Kohl & Finkelstein, 2008).

Pengembangan keterampilan struktural mahasiswa dengan pembelajaran multi-representasi untuk mendukung pembelajaran berbasis teknologi dan data dapat dilakukan melalui pemodelan atau simulasi, atau dengan pendekatan

pemecahan masalah (Pietrocola, 2008). Pemodelan sendiri adalah strategi pembelajaran dimana dosen menunjukkan konsep atau pendekatan baru untuk belajar dan mahasiswa belajar dengan cara mengamati. Pemodelan menggambarkan proses belajar atau memperoleh informasi, keterampilan atau perilaku baru melalui observasi (Salisu & Ransom, 2014). Pembelajaran dengan pemodelan berbasis komputer dapat berfungsi sebagai cara untuk mengeksternalisasi pemikiran mahasiswa dari fenomena yang mereka pelajari. Hal ini dipandang efektif untuk mendukung konstruksi pemikiran dan pemahaman mahasiswa karena melibatkan mereka dalam menggunakan berbagai alat untuk membangun pemodelan fisik, visual, logis, atau komputasi dari fenomena yang ada (Jonassen & Strobel, 2006). Pemodelan melalui multi-representasi dalam pembelajaran fisika juga berguna untuk membantu mahasiswa mempelajari keterampilan kuantitatif seperti grafik, analisis grafis, dan visualisasi; statistik; keterampilan komputasi, dan persamaan matematis (Salisu & Ransom, 2014). Sehingga mahasiswa mampu memecahkan masalah pembelajaran dan memahami mereka terhadap makna fisis dari persamaan itu sendiri (Angell, Kind, Henriksen dan Guttersrud 2008).

Berdasarkan uraian di atas, pemodelan multi-representasi dapat mendukung dalam mengkonstruksi pemahaman yang lebih dalam ketika para mahasiswa mengintegrasikan informasi dari berbagai representasi untuk mencapai wawasan, karena pemodelan multi-representasi merupakan representasi dari setiap sistem atau proses dengan menampilkan pembelajaran dalam bentuk diagram, tabel, persamaan, teks, grafik, animasi, suara dan video (Ainsworth, 2008; Rosengrant et

al., 2007) terhadap permasalahan yang dianggap sulit oleh mahasiswa dalam memahami makna fisis dari sebuah persamaan matematis. White (1993) serta Wong, et al (2013) menegaskan bahwa penerapan pemodelan multi-representasi dalam proses belajar memainkan peran penting dengan memfasilitasi perolehan pengetahuan dan membimbing terhadap pemecahan masalah sehingga mengarah pada realisasi pembelajaran yang bermakna.

Multi-representasi dengan pemodelan persamaan yang menampilkan diagram, tabel, persamaan, teks, grafik, animasi, suara dan video dalam pembelajaran saat ini banyak diterapkan dari perkembangan teknologi yang digunakan dalam pembelajaran (Bryan dan Fennell 2009). Penggunaan perkembangan IT dalam pembelajaran fisika bisa dalam bentuk simulasi berbasis laboratorium virtual (Teodoro, 2004) yang dapat mewujudkan tujuan pembelajaran pada laboratorium fisika dan membantu mengatasi kesulitan yang dihadapi oleh guru karena keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga laborat. Tujuan pembelajarannya tentu mengarah pada pemahaman makna fisis dari persamaan matematis. Sarabandoa, Cravinob, dan Soares (2014) menegaskan tujuan pembelajaran yang dimaksud adalah tujuan pembelajaran yang untuk memberi pengalaman yang berbeda kepada siswa, untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan dasar, membantu siswa memahami konsep fisika, dan memahami peran langsung dari metode observasi, dan mengembangkan keterampilan pembelajaran kolaboratif.

Pemodelan melalui komputer dalam pembelajaran fisika sudah banyak dibuktikan mampu mengatasi permasalahan terkait sulitnya pemahaman konsep fisika (Chang, Chen, Lin, Sung. 2008). Hampir semua proses fisik, fenomena dan

eksperimen dapat direproduksi dengan jelas melalui sarana multimedia (Jian-hua and Hong, 2012). Ini artinya bahwa hampir semua materi dalam pembelajaran fisika dapat disimulasikan atau dibuatkan pemodelannya. Contoh materi yang telah disimulasikan dalam penelitian diantaranya materi berat dan massa (Sarabando et al, 2013), materi gerak proyektil (Jimoyiannis and Komis, 2001), materi gerak osilasi (Pfefferova, 2015), materi kinematika (Araujo, 2008), materi hukum Newton (Goh, et al, 2013), dan banyak lagi materi lainnya.

Pembelajaran pemodelan untuk merepresentasikan persamaan dalam fisika dapat menggunakan berbagai macam aplikasi. Beberapa aplikasi sudah diidentifikasi dalam penelitian sebagai media yang dapat membantu mensimulasikan atau memodelkan fenomena fisika ke dalam layar. Contoh aplikasi dalam pembelajaran fisika diantaranya Easy Java Simulation (Wee, 2012; Pfefferova, 2015; Christian and Esquembre, 2007; Psycharis, 2013), Phet (Pfefferova, 2015), Open Source Physics (OSP) (Pfefferova, 2015), Physletst (Pfefferova, 2015), Modellus (Teodoro, 2002; Pfefferova, 2015; Psycharis, 2013), Interactive Physics (IP) (Psycharis, 2013), Spreadsheet (Tombade, 2011), Interactive Simulations (Pfefferova, 2015), Dynamic Modelling System (Ogborn, 1985), Stella (High Performance Systems, 1997) dan Tracker (Yulkifli & Ramli, 2018). Seluruh aplikasi tersebut dapat digunakan untuk membuat simulasi virtual tentang keadaan grafik, diagram, gambar, gerak dan tabulasi dari representasi sebuah persamaan matematis, sehingga siswa akan terbantu dalam memahami makna fisis dari persamaan itu sendiri.

Mencermati pentingnya pembelajaran dengan kaidah multi-representasi dan dibutuhkanannya peningkatan keterampilan literasi digital sebagai bekal mahasiswa dalam menghadapi era revolusi industri 4.0, maka pada penelitian ini dikembangkan model pembelajaran MIRECAL. Model pembelajaran MIRECAL didasarkan pada pandangan filosofis progresivisme dan teori belajar konstruktivisme, dimana dalam implementasinya mahasiswa dituntut untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui multi-representasi dari topik masalah yang diajarkan untuk dipecahkan dan dicari solusinya. Dengan pengalaman yang didapatkan dalam proses pembelajaran, diharapkan mampu untuk meningkatkan keterampilan yang dibutuhkan pada era revolusi industri 4.0.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik model pembelajaran MIRECAL yang dikembangkan?
2. Bagaimana tingkat validitas dan praktikalitas model pembelajaran MIRECAL yang dikembangkan?
3. Bagaimana tingkat efektivitas model pembelajaran MIRECAL yang dikembangkan terhadap pencapaian keterampilan literasi digital mahasiswa?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan:

1. Karakteristik model pembelajaran MIRECAL yang dikembangkan.
2. Tingkat validitas dan praktikalitas model pembelajaran MIRECAL yang dikembangkan.
3. Tingkat efektivitas model pembelajaran MIRECAL yang dikembangkan terhadap pencapaian keterampilan literasi digital mahasiswa.

D. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Produk dari intervensi yang dikembangkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan komponen model pembelajaran yang dikemukakan Joyce dan Weils (1992). Adapun spesifikasi produk yang diharapkan adalah:

1. Sintaks. Sintaks model menggambarkan model sebagai aliran tindakan dalam hal urutan peristiwa (yang disebut fase) selama kegiatan pembelajaran menggunakan model pembelajaran MIRECAL. Sebagian sintaks ini dikembangkan berdasarkan teori yang dihimpun saat melakukan peninjauan literatur mengenai pembelajaran dengan multirepresentasi, peninjauan literatur mengenai pembelajaran pemecahan masalah, dan peninjauan literatur mengenai pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan literasi digital mahasiswa.
2. Sistem pendukung. Sistem pendukung mengacu pada persyaratan tambahan di luar keterampilan, kapasitas, dan fasilitas teknis yang diperlukan untuk menerapkan model. Adapun sistem pendukung yang dimaksud yang akan

dikembangkan pada penelitian ini adalah: buku model, perangkat pembelajaran seperti RPS, SAP, bahan ajar dan instrumen asesmen, video pembelajaran, aplikasi Tracker dan Excel, dan kit elaborasi. Pembuatan sistem pendukung dilandasi dari teori dan konsep yang dihimpun saat melakukan peninjauan literatur.

3. Sistem sosial. Sistem sosial yang akan dibentuk dalam model pembelajaran MIRECAL ini adalah pembelajaran yang terpusat pada mahasiswa (*student center*). Pola interaksi antar mahasiswa dibentuk dalam suasana pembelajaran kolaboratif sehingga membangun interaksi, komunikasi, kerjasama, saling bertukar pendapat dan saling menghargai. Dosen berperan sebagai fasilitator dalam menyiapkan dan membimbing mahasiswa dalam proses pembelajaran, serta sebagai reflektor saat mahasiswa telah selesai dengan kegiatan belajarnya. Norma yang berlaku selama pembelajaran mengikuti norma kehidupan bangsa Indonesia yang berlaku pada umumnya seperti sopan santun, beragama, menghargai, menghormati, dan norma lainnya.
4. Prinsip reaksi. Prinsip reaksi menginformasikan bagaimana dosen menanggapi apa yang dilakukan oleh mahasiswa. Dalam model pembelajaran MIRECAL, dosen secara terbuka membentuk perilaku kemandirian mahasiswa dengan membiarkan pada tahap tertentu agar menyelesaikan sendiri permasalahan yang diberikan kepada mereka, mempersilahkan siswa untuk menemukan solusi permasalahannya baik secara individu ataupun kelompok. Namun sebagai fasilitator, dosen tetap memiliki kewenangan untuk membantu secara langsung maupun tidak langsung mahasiswa yang mengalami kesulitan. Dosen sebagai

reflektor akan bertindak evaluatif dan memberikan refleksi atau komentar terhadap apa yang telah dilakukan mahasiswa.

5. Dampak instruksional. Dampak instruksional adalah dampak yang langsung dicapai mahasiswa dengan menggunakan model pembelajaran MIRECAL. Dampak instruksional yang diharapkan pada model pembelajaran MIRECAL adalah keterampilan literasi digital. Apakah keterampilan literasi digital mahasiswa dapat meningkat atau tidak akan diamati dan dilakukan pembuktian.
6. Dampak pengiring. Selain dampak instruksional, model pembelajaran MIRECAL diharapkan dapat meningkatkan kemandirian pada mahasiswa.

E. Pentingnya Penelitian

Perkembangan peradaban yang membawa masyarakat di dunia pada era pendidikan 4.0 mengharuskan mahasiswa untuk memiliki berbagai macam keterampilan meski dari mata pelajaran Fisika. Pengembangan model pembelajaran MIRECAL dalam penelitian ini dipandang penting sebagai solusi dari tidak tersedianya model pembelajaran yang secara spesifik bertujuan untuk meningkatkan keterampilan literasi digital mahasiswa di era revolusi industri 4.0. Model MIRECAL yang dikembangkan dari pendekatan multi-representasi dan langkah pembelajaran pemecahan masalah diharapkan dapat berkontribusi memperkaya khazanah keilmuan di bidang pendidikan yang harus menyesuaikan diri terhadap perkembangan zaman.

F. Asumsi dan Batasan Penelitian

Model pembelajaran MIRECAL dikembangkan dengan asumsi bahwa:

1. Model pembelajaran MIRECAL merupakan intervensi dan solusi yang tepat untuk menjawab permasalahan pembelajaran yang ada.
2. Gambaran kondisi pembelajaran yang didapat peneliti pada tahap penelitian pendahuluan belum tentu berlaku luas di perguruan tinggi lainnya. Kondisi yang dimaksud adalah pembelajaran yang didominasi dengan kegiatan penyampaian materi dan dilanjutkan dengan diskusi menyelesaikan soal-soal.
3. Model pembelajaran MIRECAL diuji coba pada perguruan tinggi dengan ketersediaan sarana dan prasarana untuk pembelajaran berbasis teknologi.
4. Kesimpulan yang diambil atas uji efektifitas produk penelitian terhadap beberapa sampel dapat merepresentasikan keadaan sebenarnya dari populasi.

Untuk lebih memfokuskan kajian penelitian maka peneliti memberi batasan pada penelitian ini, yaitu:

1. Keterampilan pada revolusi industri 4.0 yang dimaksud pada penelitian ini dibatasi adalah literasi teknologi, literasi data, dan literasi manusia.
2. Model pembelajaran MIRECAL diterapkan dan diuji coba pada materi kinematika pada mata kuliah Mekanika yang dipelajari mahasiswa pendidikan Fisika semester 3 di semester ganjil yang berjalan.
3. Sampel yang digunakan dalam uji coba diambil secara *purposive* karena keterbatasan jumlah sampel yang ada.
4. Instrumen lembar observasi kegiatan pembelajaran dan soal esai assessmen yang digunakan pada sistem evaluasi pada model MIRECAL telah melalui uji validitas namun tidak melalui uji reliabilitas.

5. Penelitian komparatif yang dilakukan pada uji efektivitas adalah membandingkan data capaian keterampilan literasi digital antara pembelajaran di kelas yang menerapkan model MIRECAL dengan kelas yang menerapkan model VBL. Adapun data keterampilan awal yang dimiliki mahasiswa tidak menjadi perhatian.

G. Definisi Operasional

Definisi operasional mengacu pada istilah-istilah penting yang perlu untuk dijelaskan dalam tafsiran yang eksplisit, agar peneliti, pembaca dan pengguna memiliki kesamaan persepsi atau pemaknaan. Berikut definisi operasional dari istilah-istilah yang khas dari penelitian:

1. Multi-representasi adalah pemodelan dari berbagai bentuk representasi yang digunakan untuk menghasilkan, memproses menyajikan dan memberikan informasi. Multi-representasi dalam penelitian ini dikembangkan dari sebagai pendekatan pembelajaran menjadi model pembelajaran dengan basis pembelajaran *problem-based learning* atau pemecahan masalah.
2. Model pembelajaran adalah cara membangun asuhan dan menstimulasi ekosistem di mana di dalamnya mahasiswa belajar dengan berinteraksi dengan komponen-komponennya. Adapun komponen model yang dimaksud adalah sintaks, sistem pendukung, sistem sosial, prinsip reaksi, dampak instruksional dan dampak pengiring.