

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemecahan masalah merupakan hal yang sangat penting dalam pembelajaran fisika. Pemecahan masalah merupakan salah satu keterampilan yang harus dimiliki oleh mahasiswa di abad 21, sebagaimana disebutkan bahwa standar pendidikan baru menekankan keterampilan akhir yang lebih tinggi termasuk penalaran, kreativitas, dan pemecahan masalah (Bao & Koenig, 2019). Namun, keterampilan pemecahan masalah siswa Indonesia dalam pembelajaran fisika dikategorikan masih rendah (Jua et al., 2018). Di perguruan tinggi, pemecahan masalah merupakan keterampilan yang perlu di latih, agar mahasiswa dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai faktor perlu menjadi perhatian dalam pembelajaran fisika, agar mahasiswa dapat memiliki keterampilan pemecahan masalah fisika. Pemahaman terhadap konsep fisika merupakan faktor penting dalam memecahkan masalah fisika. Berdasarkan pengalaman dan pengamatan pembelajaran Fisika Mekanika terhadap mahasiswa Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Indraprasta PGRI dengan latar belakang pendidikan yang beragam, pemecahan masalah fisika masih terbatas menerapkan rumus dan perhitungan. Pembelajaran tradisional sering menekankan aspek kuantitatif pemecahan masalah seperti persamaan dan prosedur matematika daripada analisis kualitatif untuk memilih konsep dan prinsip yang tepat (Dockett et al., 2015).

Data hasil studi pendahuluan melalui survei terhadap 105 mahasiswa yang mengikuti mata kuliah fisika mekanika menunjukkan latar belakang pendidikan mahasiswa 51,5% IPA, disusul SMK 40,6%, dan sisanya 7,9% berasal dari IPS. Efeknya yaitu rendahnya pemahaman konsep dan keterampilan pemecahan masalah fisika. Hal ini diperkuat hasil survei terdapat sekitar 67% mahasiswa yang memahami konsep dasar fisika, dan rerata hasil belajar Fisika Mekanika sebesar 67. Fakta tersebut menjadi hambatan bahkan permasalahan mahasiswa dalam memahami konsep dan rendahnya keterampilan pemecahan masalah fisika. Permasalahan ini membuka peluang penerapan model yang dapat mengakomodasi karakteristik dan keberagaman tersebut.

Karakteristik mahasiswa yang beragam, baik latar pendidikan dan pengetahuan awal yang dimiliki, perlu penerapan pendekatan multipel representasi. Melalui multipel representasi, mahasiswa dapat melakukan eksplorasi pemecahan masalah fisika melalui multipel representasi. Pemecahan masalah dilakukan melalui merepresentasikan situasi masalah yang terdapat dalam soal, penalaran secara konseptual terhadap masalah, menggunakan prinsip dan hukum yang relevan, baru kemudian memilih persamaan matematika (Park, 2020). *Physics is a theoretical science, understanding the concepts requires actual visual representations and models* (Candido et al., 2022), artinya bahwa memahami konsep membutuhkan representasi dan model visual yang sebenarnya. Meskipun tidak menyebut secara jelas, langkah-langkah tersebut merupakan suatu strategi pemecahan masalah yang sering dilakukan. Namun mahasiswa perlu diberikan pemahaman tentang penerapan model pembelajaran yang dapat memfasilitasi mereka dalam belajar pemecahan masalah fisika.

Pemahaman terhadap strategi, metode, dan model pemecahan masalah yang digunakan juga menjadi salah satu hambatan. Mahasiswa masih diberikan metode konvensional dalam pemecahan masalah dengan langkah menuliskan diketahui, ditanyakan, dan jawab. Mahasiswa kurang terlibat aktif dalam belajar pemecahan masalah. Mahasiswa belum memahami dengan apa yang harus mereka lakukan ketika berhadapan dengan soal fisika, mereka fokus pada penerapan rumus yang digunakan, dan prosedur matematika. Mahasiswa belum memahami dengan baik bagaimana menggunakan strategi pemecahan masalah fisika, survei awal menunjukkan hanya 35% mahasiswa yang dapat menerapkan strategi dalam pemecahan masalah fisika. Survei juga menunjukkan bahwa 86,1% mahasiswa menggunakan strategi pemecahan masalah “diketahui”, “ditanya”, dan “jawab”. Fakta tersebut memberikan efek terhadap mahasiswa ketika mereka dihadapkan pada permasalahan yang berbeda dalam konteks pertanyaan atau soal dengan level yang lebih tinggi, mahasiswa tidak dapat memecahkan masalah yang diberikan. Mahasiswa sudah terbiasa dengan langkah pemecahan masalah fisika dengan hanya menuliskan diketahui, ditanyakan, dan jawab. Anderson & Lebiee (1998) dalam (Gjerde et al., 2022) perlahan-lahan kebiasaan pemecahan masalah perlu diubah menjadi pengetahuan prosedural dengan praktik pemecahan masalah.

Berbagai model pemecahan masalah fisika sudah diterapkan, namun hasilnya mahasiswa belum dapat menerapkannya dengan baik mahasiswa tetap tidak dapat memecahkan masalah dalam soal yang berbeda atau baru. Berdasarkan hasil wawancara terhadap dosen pengampu mata kuliah, bahwa segala upaya sudah dilakukan, namun perlu upaya penerapan model alternatif agar mahasiswa dapat memecahkan masalah pada soal yang berbeda, baik soal pada level mudah, sedang, maupun sulit. Belajar memecahkan masalah dengan pendekatan, model yang bervariasi telah dilakukan sejak lama, namun hasilnya belum maksimal.

Berbagai penelitian menunjukkan penerapan *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika, namun penerapannya menuntut sumber daya, banyak perencanaan dan organisasi (Azer, 2011). Waktu lebih lama untuk menemukan konsep dan strategi, serta menyulitkan siswa dengan kemampuan dasar rendah. Taktik *plug and chug* tidak selalu efektif, terutama pada soal yang menuntut penalaran dan penjelasan, atau ketika bentuk soal sedikit berbeda dari contoh yang biasa dipelajari (Crosling et al., 2009). Strategi *scaffolding* efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika (Rokhmat et al., 2019), namun dengan penguasaan konsep dasar yang lemah, mengalami kesulitan memahami hubungan sebab-akibat dan langkah penyelesaian. Model *inquiry-discovery learning* mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika melalui eksplorasi berbasis web (Wartono et al., 2019), kelemahannya adalah akses teknologi dan pengelolaan kelas dan beban kognitif lebih tinggi. Oleh karena itu diperlukan model pembelajaran pemecahan masalah fisika yang meminimalakan sumber daya dan teknologi dengan dukungan *scaffolding* yang memadai serta pendekatan multipel representasi.

Penelitian dan pengembangan terus dilakukan sesuai dengan analisis masalah, identifikasi kebutuhan, dan karakteristik. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu melalui pengembangan model pembelajaran VIFOCA yang berbasis model multipel representasi. Model VIFOCA dirancang dengan struktur sintaks yang mengintegrasikan multipel representasi secara sistematis melalui tiga tahap: (1) visualisasi mencakup memahami konsep melalui gambar, tabel, diagram, atau simulasi, (2) perumusan, termasuk menyusun model fisika secara matematis, dan (3) perhitungan meliputi menyelesaikan numerik dan mengevaluasi hasil.

Penggunaan multipel representasi dalam pembelajaran Fisika Mekanika didasarkan pada beberapa alasan, yaitu: (1) konsep dan proses fisika lebih mudah dan cepat dipahami jika disertai gambar, karena gambar dapat menjelaskan hal-hal yang sulit dijabarkan dengan kata-kata, (2) Fisika menggunakan pemodelan matematika untuk menggambarkan fenomena dan menjelaskan hubungan antara variabel (Opfermann et al., 2017). Teori yang mendukung penggunaan multipel representasi dalam pembelajaran fisika diantaranya “*students learn better from words and pictures than from words alone*” (Mayer, 2005). Pada prinsipnya kata dan gambar menyampaikan informasi yang berbeda dan diproses melalui saluran yang berbeda, sehingga dapat saling melengkapi dan membentuk satu pemahaman yang utuh saat dipelajari secara optimal. Schnotz (2014) berasumsi bahwa “*the processing of multiple representations takes places in two different channels, which are called the auditive and the visual channel*”. Informasi yang berbentuk teks atau lisan diproses melalui saluran auditori, sedangkan gambar, grafik, diagram, atau animasi diproses melalui saluran visual, yang selaras dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* yang mendukung multipel representasi.

Kurangnya pemahaman dalam menggunakan langkah kerja, atau penerapan strategi pemecahan masalah, menyulitkan mahasiswa dalam pemecahan masalah fisika. Mahasiswa memerlukan representasi bukan hanya representasi matematika, namun juga verbal dan juga visual (Kortemeyer, 2016). Fisika terdiri dari fakta konsep, dan prinsip yang memerlukan analisis dalam menyelesaikan suatu masalah. Keterampilan untuk menggunakan strategi yang tepat dalam memecahkan masalah merupakan hal yang penting dan harus dimiliki oleh siswa agar berhasil memecahkan masalah fisika (Silitonga et al., 2020), Belajar pemecahan masalah fisika sebaiknya tidak hanya fokus pada penerapan rumus dan perhitungan matematika, namun perlu juga dilatih representasi dalam memahami masalah secara fisis dan gambar. Multipel representasi dapat digunakan sebagai pembelajaran alternatif untuk mengajar fisika karena sangat berguna bagi siswa untuk membantu mereka memahami konsep dan memvisualisasikan masalah sebelum melanjutkan ke persamaan matematika (Haratua & Sirait, 2016). Model multipel representasi membantu memahami konsep, memvisualkan masalah, dan memecahkan masalah.

Temuan dari penelitian pembelajaran fisika menunjukkan penerapan multipel representasi sangat dibutuhkan oleh guru dalam pembelajaran seperti gambar, diagram, penjelasan tertulis, dan ekspresi matematis untuk meningkatkan keterampilan memecahkan masalah (Lucas & Lewis, 2019). Multipel representasi dalam pembelajaran fisika membantu memvisualisasikan suatu fenomena, membuat hubungan antar besaran fisika, serta memfasilitasi pemahaman dan pendalaman konsep (Conceição et al., 2021a). Penggunaan multipel representasi dalam mengajarkan suatu konsep memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep dengan berbagai cara (Dinçer, 2022). Kemampuan multipel representasi diperlukan dalam memahami fisika. Mahasiswa membutuhkan model pembelajaran yang menyertai multi-representasi, penerapan multipel representasi dapat terstruktur dan berdampak optimal (Tarsiyah et al., 2022). Kemampuan representasi sangat penting, karena merupakan gambaran mental seseorang dalam visualisasi matematis baik melalui gambar, simbol, maupun ekspresi matematis (Hakim et al., 2020). Dengan demikian pembelajaran pemecahan masalah fisika selain penerapan strategi, juga memerlukan multipel representasi. Model pembelajaran VIFOCA berbasis multipel representasi bertujuan untuk memfasilitasi belajar dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika.

Capaian secara kualitatif menunjukkan keterampilan pemecahan masalah fisika mahasiswa pada level soal mudah dan sedang. Mahasiswa hanya mampu menerapkan satu konsep dan rumus pada soal yang tergolong sederhana dengan strategi *plug and chug*, yaitu dengan menerapkan rumus kemudian menghitung. Kelemahan mahasiswa juga belum dapat melakukan formulasi rumus atau persamaan yang berkaitan permasalahan yang berbeda, sehingga mahasiswa tidak dapat melakukan proses pemecahan masalah dengan baik. Kesulitan dapat dialami ketika berhadapan dengan permasalahan atau persoalan yang baru atau situasi soal yang berbeda (Ince, 2018). Pembelajaran berorientasi pada pemecahan masalah fisika perlu dikembangkan untuk memfasilitasi dan mempermudah mahasiswa dalam menyelesaikan soal fisika. Mahasiswa perlu dilatih bagaimana langkah-langkah dalam memecahkan masalah fisika. Pemecahan masalah fisika memerlukan kemampuan kognitif untuk mengkonstruksi pengetahuan, dan merencanakan pemecahan masalah fisika dengan sistematis.

Pemecahan masalah berkaitan dengan strategi belajar dan proses kognitif, faktor regulasi diri dalam belajar (*self-regulated learning*) patut dipertimbangkan dalam kajian pengembangan model pembelajaran. Tidak sedikit penelitian menyebutkan bahwa regulasi diri memiliki peran yang cukup penting dalam proses pemecahan masalah. Hasil studi menyimpulkan bahwa: “dengan regulasi diri, siswa akan meningkatkan keterampilannya dalam memecahkan masalah, yang dilakukan secara sistematis, logis, lebih teratur, dan lebih teliti” (Maksum et al., 2021). Kemampuan metakognitif berkaitan dengan regulasi diri dalam pemecahan masalah. Strategi pembelajaran dapat diterapkan sebagai solusi untuk mencerminkan pembelajaran dan aktivitas kognitif peserta didik dalam memecahkan masalah fisika (Winarti et al., 2022). Hasil penelitian menyebutkan pengaruh tingkat regulasi diri dalam belajar terhadap pemahaman konsep siswa (Muali et al., 2020). Regulasi diri berkaitan dengan keterampilan pemecahan masalah sebagaimana hasil penelitian kegiatan pembelajaran yang mudah dan generatif sambil belajar memecahkan masalah dapat memberi mereka isyarat yang membantu mereka meningkatkan regulasi diri (van Gog et al., 2020). Hasil penelitian menyebutkan bahwa regulasi diri dalam belajar memilih untuk mempelajari contoh-contoh sebelum pemecahan masalah (Foster et al., 2018).

Studi lain menyebutkan bahwa delapan faktor metakognisi teridentifikasi yang berkontribusi untuk memecahkan masalah fisika seperti pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, pengetahuan kondisional, perencanaan, pemantauan, evaluasi, dan manajemen informasi. Hasil ini dapat digunakan sebagai pedoman untuk mengukur kemampuan metakognitif siswa dalam memecahkan masalah fisika (Haeruddin et al., 2020). Metakognitif seperti pengetahuan deklaratif, prosedural berkontribusi dalam keterampilan pemecahan masalah fisika yaitu berperan dalam menerapkan suatu model pemecahan masalah fisika. Penerapan pengetahuan prosedural membutuhkan kegiatan metakognitif seperti memantau, mengevaluasi, merefleksikan dan menyesuaikan yang memediasi regulasi diri dalam belajar (Huang et al., 2021). Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa komponen SRL, strategi kognitif dan metakognitif masing-masing merupakan prediktor dominan pemahaman membaca dan pemecahan masalah (Mohammadi et al., 2020). Regulasi diri berperan penting dalam proses pemecahan masalah.

Data kuantitatif rerata hasil belajar Fisika Mekanika mahasiswa program studi pendidikan matematika FMIPA Universitas Indraprasta PGRI, masa transisi penerapan penerapan pembelajaran campuran (*blended learning*) pada kurun waktu 2020-2022 sebesar 67. Hal ini menunjukkan rendahnya keterampilan pemecahan masalah fisika yang dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya: (1) latar belakang pendidikan beragam dengan konsep dasar fisika mekanika yang masih kurang, menjadi kendala mahasiswa memahami fenomena fisika, (2) pemahaman terhadap langkah pemecahan masalah fisika, yang selama ini masih menggunakan metode rutin yaitu menerapkan rumus dan menghitung, dan (3) keterbatasan media pembelajaran yang dapat memfasilitasi belajar pemecahan masalah pada saat perkuliahan daring Fisika Mekanika.

Kondisi tersebut menimbulkan kesenjangan (*gap*) yang cukup besar terhadap capaian pembelajaran sebesar 80 dalam penerapan kurikulum OBE pada mata kuliah Fisika Mekanika. Memadukan karakteristik mahasiswa dan keterampilan pemecahan masalah fisika dalam penerapan pembelajaran campuran (*blended learning*), menjadi tantangan dalam desain pembelajaran. Belum menemukan model pembelajaran pemecahan masalah yang dapat menjembatani rendahnya konsep dasar fisika dengan peningkatan keterampilan pemecahan masalah fisika pada mata kuliah Fisika Mekanika konteks pembelajaran campuran.

Pembelajaran menggunakan model campuran yang dilakukan dengan tatap muka langsung (*luring*), dan tatap maya (*daring*) menggunakan platform digital *google meet*, dan pemanfaatan *learning management system* yang berbasis web. Potensi yang besar pemanfaatan teknologi web dalam pembelajaran Fisika Mekanika, masih belum optimal dalam mendukung pembelajaran mandiri dan interaktif dalam belajar pemecahan masalah fisika pada saat pembelajaran daring. Hasil meta analisis menyebutkan penerapan *blended learning* dapat meningkatkan hasil belajar fisika (Fibisari et al., 2023), efek terhadap keterampilan pemecahan masalah fisika (Herayanti et al., 2020; Susanti et al., 2021). Belum tersedianya model pembelajaran pemecahan masalah yang didukung dengan teknologi web, mendorong pengembangan model pembelajaran VIFOCA berbasis web pada mata kuliah Fisika Mekanika, yang diharapkan dapat memfasilitasi belajar mahasiswa dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika.

Kecenderungan pembelajaran Fisika Mekanika saat ini menggunakan teknologi digital, software, web, android, simulasi virtual, dan aplikasi. Dukungan teknologi menyesuaikan dengan keterampilan abad 21 yang harus dimiliki kemampuan memanfaatkan teknologi digital untuk memecahkan masalah (Ng, 2015). Oleh karena itu, penerapan multipel representasi berbasis web dalam belajar pemecahan masalah merupakan langkah inovatif. Hasil temuan penelitian menyebutkan bahwa pendekatan multipel representasi dapat diberikan dengan bantuan teknologi seperti menggunakan kelas virtual dan laboratorium virtual (Dewati et al., 2019). Pembelajaran fisika berbantuan android efektif dalam meningkatkan pemecahan masalah siswa (Shabrina & Kuswanto, 2018). Simulasi pemecahan masalah yang telah ada dilakukan melalui program komputer PhET simulation yang merupakan Lab Virtual Fisika (Yuliati et al., 2018).

Lab virtual fisika adalah sumber daya terkomputerisasi yang menggabungkan karakteristik pembelajaran aktif berbasis penelitian, mengatasi kesulitan penguasaan konseptual yang secara efektif dapat membantu siswa dalam pemecahan masalah (Wibowo, et al., 2019). LabVIEW digunakan untuk membuat tutorial interaktif yang mendukung pemahaman konsep dalam pemecahan masalah fisika berbasis web, sehingga siswa dapat belajar sesuai kecepatan mereka sendiri dan mendapatkan umpan balik (Undreiu et al., 2008). Pemograman web ini digunakan untuk membantu pemahaman konsep fisika dan pemecahan masalah fisika secara interaktif menyesuaikan kecepatan belajar.

Penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan aplikasi berbasis komputer untuk melatih keterampilan pemecahan masalah yang bertujuan untuk mengetahui keefektifan pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan simulasi keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kreatif siswa. Lembar kerja berbasis masalah dalam bentuk simulasi komputer yang terdiri dari alat, bahan, prosedur, dan pertanyaan panduan dalam memecahkan masalah pada materi osilasi pendulum, impuls dan momentum. Pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan simulasi komputer menunjukkan efektifitas (Simanjuntak et al., 2021). Simulasi komputer sering dianggap sebagai alat pendidikan yang efektif karena kekuatan visual dan komunikatifnya memungkinkan siswa untuk lebih memahami sistem dan fenomena fisika (López & Pintó, 2017).

Survei terhadap dosen dan mahasiswa mengenai pembelajaran Fisika Mekanika melalui pemanfaatan simulasi berbasis web, telah mendapatkan gambaran dukungan termasuk dari lembaga dan kesiapan dosen dan mahasiswa sebanyak lebih dari 90% menyatakan penting dan memerlukan simulasi virtual dalam pembelajaran fisika. Gambaran menunjukkan kemampuan mahasiswa dalam mengakses web, serta penggunaan *learning management system*, memberikan peluang dikembangkan simulasi virtual berbasis web untuk memfasilitasi belajar pemecahan masalah fisika.

Model pembelajaran VIFOCA berbasis web dirancang untuk mempersempit kesenjangan dalam pembelajaran Fisika Mekanika. Rendahnya rerata hasil belajar dengan capaian pembelajaran yang ditetapkan, melalui upaya peningkatan keterampilan pemecahan masalah fisika, ditengah penerapan pembelajaran campuran (*blended learning*). Karakteristik mahasiswa yang beragam, namun penguasaan konsep fisika yang kurang memadai, dapat dijumpai atau difasilitasi dengan model pembelajaran VIFOCA. Model tersebut dilandasi dengan pendekatan multipel representasi dan strategi *self-regulated learning*, kemampuan kognitif yang mendukung dalam proses pemecahan masalah.

Proses pemecahan masalah melalui langkah menggambarkan (*visualization*) fenomena fisika, menghubungkannya dengan konsep fisika pada langkah merumuskan (*formulation*), dan menggunakan kemampuan matematika pada proses menghitung (*calculation*). Langkah tersebut melatih keterpaduan kemampuan multipel representasi dalam pemecahan masalah fisika. Langkah – langkah tersebut dapat dilakukan secara digital menggunakan web VIFOCA yang dirancang untuk memfasilitasi belajar pemecahan masalah fisika, sehingga mendukung penerapan pembelajaran campuran (*blended learning*).

Pengembangan model pembelajaran VIFOCA berbasis web merupakan ide sederhana dengan harapan menjadi solusi alternatif yang relevan untuk menjawab tantangan rendahnya keterampilan pemecahan masalah mahasiswa pada mata kuliah Fisika Mekanika. Oleh karena itu studi lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui proses pengembangan model, menganalisis kelayakan model, dan menguji efektivitas model pembelajaran VIFOCA berbasis web dalam upaya meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika.

B. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, penelitian ini dibatasi pada masalah sebagai berikut:

1. Model pembelajaran VIFOCA yang dikembangkan terbatas untuk pembelajaran pada mata kuliah Fisika Mekanika
2. Uji efektivitas model pembelajaran terbatas pada keterampilan pemecahan masalah fisika pada mata kuliah Fisika Mekanika
3. Platform berbasis web yang digunakan sebagai media pembelajaran dikembangkan untuk mendukung belajar pemecahan masalah fisika

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah yang diuraikan di atas, maka rumusan permasalahan pada penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengembangan model pembelajaran VIFOCA berbasis web untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah Fisika Mekanika?
2. Bagaimanakah kelayakan model pembelajaran VIFOCA berbasis web untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah Fisika Mekanika?
3. Bagaimanakah efektivitas model pembelajaran VIFOCA berbasis web untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah Fisika Mekanika?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini mencakup tujuan sebagai berikut:

1. Menghasilkan model pembelajaran VIFOCA berbasis web untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah Fisika Mekanika
2. Menganalisis kelayakan model pembelajaran VIFOCA berbasis web untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah Fisika Mekanika
3. Menganalisis efektivitas model pembelajaran VIFOCA berbasis web untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah Fisika Mekanika

E. Signifikansi Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah diuraikan di atas, signifikansi penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model pembelajaran VIFOCA pada mata kuliah Fisika Mekanika perlu dikembangkan agar mahasiswa memiliki kemampuan dalam menggunakan pendekatan multipel representasi dalam pemecahan masalah fisika sehingga memiliki keterampilan pemecahan masalah fisika
2. Penerapan web pembelajaran pada mata kuliah Fisika Mekanika agar dapat memfasilitasi belajar pemecahan masalah fisika mahasiswa yang dapat dilakukan secara virtual menggunakan web
3. Berkontribusi pada kajian literatur tentang penerapan model pembelajaran berbasis web untuk mata kuliah Fisika Mekanika di era digital

F. Kebaruan Penelitian (*State of The Art*)

Kebaruan penelitian untuk mengetahui posisi topik penelitian yang akan diambil, perbedaan dan persamaan, serta relevansi penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Hasil penelusuran artikel dari scopus rentang tahun 2018-2022, menggunakan aplikasi *Publish or Perish 8*, diperoleh data artikel yang berkaitan sebanyak 200 artikel dengan kata kunci *problem solving skills*, sebanyak 200 artikel dengan kata kunci *self regulated learning* (SRL), untuk aplikasi atau simulasi diperoleh sebanyak 200 artikel, serta artikel yang berkaitan dengan multipel representasi, pemecahan masalah fisika, dan simulasi virtual diperoleh 95 artikel. Dari data tersebut, disaring kembali dan diperoleh 45 artikel dengan pertimbangan kualitas, relevansi, kesamaan, dan perbedaan, apa yang sudah dan belum diteliti, serta artikel memperkuat dalam kajian penelitian. Berikut sebaran jumlah artikel untuk setiap variabel penelitian:

Tabel 1. 1 Sebaran Artikel Berdasarkan Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Jumlah artikel
Model Multiple Representasi	12
Pemecahan masalah fisika	10
Aplikasi/simulasi fisika	9
<i>Self-Regulated Learning</i>	14
Jumlah	45

Berikut diambil 25 sampel artikel sebagai perbandingan dalam kajian variabel penelitian untuk mengetahui perbedaan dan kebaruan dari penelitian yang akan dilakukan sebagaimana disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. 2 Penelitian yang Relevan

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Temuan
1.	Pandiangan, Sanjaya, & Jatmiko (2017)	<i>He Validity And Effectiveness Of Physics Independent Learning Model To Improve Physics Problem Solving And Selfdirected Learning Skills Of Students In Open And Distance Education Systems</i>	Model Physics Independent Learning (PIL) terbukti valid, reliabel, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika
2.	Shabrina, & Kuswanto, H (2018)	<i>Android-Assisted Mobile Physics Learning Through Indonesian Batik Culture: Improving Students' Creative Thinking and Problem Solving.</i>	Program ini sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah siswa
3.	Foster, N. L., Rawson, K. A., & Dunlosky, J (2018)	<i>Self-regulated learning of principle-based concepts: Do students prefer worked examples, faded examples, or problem solving?</i>	SRL memilih untuk mempelajari contoh kerja daripada 40% percobaan dan jarang melakukannya sebelum pemecahan masalah
4.	Theasy et al. (2018)	<i>Multi-representation ability of students on the problem solving physics</i>	Kategorisasi tinggi, sedang dan rendah pada kemampuan multipel representasi verbal, gambar/ diagram, grafik. dan matematis
5.	Lucas, L. L., & Lewis, E. B (2019)	<i>High school students' use of representations in physics problem solving</i>	Kelompok tertinggi pada penggunaan representasi visual dalam memecahkan masalah
6.	Kusumawati, Sumarli, Sutopo, & Kusairi (2019)	<i>Development of Multiple Representation Learning Model Based on HOTS Students in Straight Motion Material</i>	Efektifitas model pembelajaran multipel representasi berbasis HOTS pada materi gerak lurus sesuai harapan

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Temuan
7.	Yuberti, Latifah, S., Adyt, A., Saregar, A., Misbah, & Jermisittiparsert, K (2019)	<i>Approaching Problem-Solving Skills of Momentum and Impulse Phenomena Using Context and Problem-Based Learning.</i>	Konteks dan model pembelajaran berbasis masalah (C-PBL) berpengaruh terhadap keterampilan pemecahan masalah fisika
8.	Maria Dewati; A. Suparmi; Widha Sunarno; Sukarmin; C. Cari (2019)	<i>Pre-service teacher's concept understanding profile about DC circuit based on multiple representation</i>	Pemahaman konsep dan kemampuan siswa meqiwab pertanyaan representasi ganda masih belum maksimal
9.	Rokhmat, J., Marzuki, Wahyudi, & Putrie, S. D (2019)	<i>A Strategy of Scaffolding Development to Increase Students' Problem-Solving Abilities: The Case of Physics Learning with Causalitic-Thinking Approach.</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa scaffolding yang diterapkan efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah
10.	Vegisari, Wilujeng, & Hardiyanti (2020)	<i>Interactive conceptual instruction model assisted by PhET simulations on the improvement of physics multiple representations</i>	Terdapat pengaruh interactive conceptual instruction models berbantuan Simulasi PhET untuk meningkatkan kemampuan multi representasi fisika
11.	Hochberg, Becker, Louis, Klein, & Kuhn (2020)	<i>Using Smartphones as Experimental Tools—a Follow-up: Cognitive Effects by Video Analysis and Reduction of Cognitive Load by Multiple Representations</i>	Tidak ada perbedaan yang ditemukan untuk minat, keingintahuan, atau beban kognitif, pada kelompok perlakuan menggunakan METs dan kontrol menggunakan Tablet
12.	Akben, N (2020)	<i>Effects of the Problem-Posing Approach on Students' Problem Solving Skills and Metacognitive Awareness in Science Education</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas posing yang terstruktur, semi terstruktur, dan bebas meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran metakognitif siswa

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Temuan
13.	Popham, Adams, & Hodge (2020)	<i>Self-Regulated Strategy Development to Teach Mathematics Problem Solving</i>	Strategi SOLVE meningkatkan akurasi pada pemecahan masalah matematika siswa penyandang cacat
14.	R Patol, D A Tulandi, I Umboh, C Poluakan, A Komansilan and F Tumimomor (2020)	<i>Development of PIMCA learning model on magnetic field</i>	Model pembelajaran PIMCA cocok digunakan sebagai model pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep medan magnet
15.	Syahri, Yusnaidar, Epinur, Muhaimin, & Habibi (2021)	<i>Effectiveness of Multimedia based on Multiple Representation of Hess' Law: Concept and Skills of Pre-service Science Teachers</i>	Calon guru sains dapat mempelajari materi Hukum Hess dengan lebih efisien, cepat, aktif, dan mandiri, juga termotivasi untuk belajar menggunakan multimedia
16.	Conceicao, Baptista, & Ponte (2021)	<i>Lesson Study as a Means to Change Secondary Preservice Physics Teachers' Practice in the Use of Multiple Representations in Teaching</i>	Representasi meningkatkan pengetahuan konsep-konsep ilmiah
17.	Chang, Cheng, Lin, & Lin (2021)	<i>Exploring students' translation performance and use of intermediary representations among multiple representations: Example from torque and rotation.</i>	Multiple representasi berperan signifikan dalam penerjemahan diagram dan simbol matematika, namun kurang signifikan pada representasi tabel
18.	Halim, A., Susanna, Evendi, Yusrizal, Musdar, & Irwandi, I (2021)	<i>The Impact of the Problem-Based Instruction Model on the Students Problem Solving Ability.</i>	Terdapat pengaruh penggunaan model PB Instruction untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa
19.	Susantini, E., Puspitawati, R. P., Raharjo, & Suaidah, H. L. (2021)	<i>E-book of metacognitive learning strategies: design and implementation to activate student's self-regulation.</i>	E-book memiliki validitas sangat baik dan dapat digunakan dalam pembelajaran digital. E-book juga

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Temuan
			berpotensi melatih keterampilan, metakognitif, dan regulasi diri siswa
20.	Abtokhi, A., Jatmiko, B., & Wasis (2021)	<i>Evaluation Of Self-Regulated Learning on Problem-Solving Skills In Online Basic Physics Learning During The Covid-19 Pandemic.</i>	SRL yang diterapkan sudah dilaksanakan dengan baik namun belum optimal dalam meningkatkan PSS dalam pembelajaran Fisika Dasar online
21.	Simanjuntak, M. P., Hutahaean, J., Marpaung, N., & Ramdhani, D (2021)	<i>Effectiveness of Problem-Based Learning Combined with Computer Simulation on Students' Problem-Solving and Creative Thinking Skills.</i>	Pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan simulasi komputer terbukti efektif
22.	Winarti, Ambaryani, S. E., & Putranta, H (2022)	<i>Improving Learners' Metacognitive Skills with Self-Regulated Learning based Problem-Solving.</i>	Strategi <i>Self-Regulated Learning</i> berbasis pemecahan masalah berpengaruh terhadap kemampuan metakognitif siswa
23.	Liaw, Yu, Chou, & Chi (2022)	<i>Relationships between Facial Expressions, Prior Knowledge, and Multiple Representations: a Case of Conceptual Change for Kinematics Instruction</i>	Representasi dan mengetahui awal membantu perubahan konsep kinematika
24.	Munfaridah, Avraamidou, & Goedhart (2022)	<i>Preservice Physics Teachers' Development of Physics Identities: The Role of Multiple Representations</i>	Potensi penerapan pembelajaran multipel representasi pada mata kuliah fisika
25.	Jatmiko, B., Prahani, B. K., Saphira, H. V., & Siswanto, J. (2024)	<i>Investigation-based multiple representation online model to improve students' problem-solving skills</i>	Model multipel representasi online berbasis investigasi efektif meningkatkan keterampilan pemecahan masalah

Temuan penelitian yang telah diuraikan di atas dapat dikelompokkan dalam tiga kajian, yaitu: (1) penelitian pengembangan model multiple representasi dalam pembelajaran fisika, (2) penggunaan multimedia berbasis multipel representasi dalam pemecahan masalah, (3) penerapan model pemecahan masalah fisika melalui pendekatan multiple representasi, dan (4) peran strategi belajar *self-regulated learning* dalam proses pemecahan masalah fisika.

Penelitian pengembangan model multipel representasi masih belum banyak dilakukan khususnya dalam pembelajaran fisika. Beberapa penelitian membahas pengembangan model pembelajaran dan penerapan multi media untuk meningkatkan kemampuan multipel representasi. Penggunaan multimedia atau simulasi virtual masih sedikit untuk membantu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Model pembelajaran VIFOCA dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika. *Self-regulated learning* memperkuat penerapan model pemecahan masalah fisika.

Penelitian R&D dengan judul: “*Development of Multiple Representation Learning Model Based on HOTS Students in Straight Motion Material*” (Kusumawati et al., 2020), *AIP Conference*, kesamaan penelitian ini adalah pengembangan model pembelajaran multipel representasi, perbedaan pada model pengembangan yang digunakan yaitu *ADDIE* materi terbatas pada gerak lurus, eksperimen terhadap siswa, sedangkan penelitian yang akan dilakukan adalah terhadap mahasiswa dengan cakupan materi yang lebih luas. Penelitian dengan judul “*high school students' use of representations in physics problem solving*” (Lucas & Lewis, 2019), jurnal Q1, bahwa kebutuhan yang mendesak penerapan multipel representasi dalam pendidikan fisika, seperti representasi visual, verbal, dan ekspresi matematis untuk meningkatkan pemecahan masalah fisika. Penelitian terhadap 43 siswa menengah atas, menggunakan multimetode. Hasil penelitian menyimpulkan kinerja pemecahan masalah pada kelompok siswa yang menggunakan representasi lebih baik dibanding kelompok siswa yang tidak menerapkan multipel representasi.

Penelitian pengembangan multiple representasi berjudul “*Development of PIMCA learning model on magnetic field*” (Patol et al., 2021). *AIP Conference*, penelitian terhadap 30 calon guru pendidikan fisika. Hasil penelitian ini menunjukkan model pembelajaran PIMCA (*Presentation, Idea Mapping, Conceptualization, and Assessment Formative*) cocok digunakan sebagai model pembelajaran yang dapat membantu memahami konsep medan magnet. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu pada penggunaan model Dick & Carey, perbedaan pada model yang dihasilkan, dan media virtual, serta topik atau mata kuliah yang berbeda yaitu pada mata kuliah Fisika Mekanika.

Penelitian tentang pemecahan masalah fisika berjudul “*Using knowledge sketching strategy to increase ability in solving the multi-concept physics problem*” (Abdullah, 2018) pada jurnal *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Q4). Metode penelitian eksperimen *single-group pretest-posttest design*, sampel mahasiswa. Strategi *knowledge sketching* terbukti efektif meningkatkan pemecahan masalah fisika. Persamaannya adalah sama-sama menerapkan strategi pemecahan masalah, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan pendekatan *self-regulated learning* dan simulasi, yang tidak digunakan dalam penelitian tersebut.

Penelitian “*A Strategy of Scaffolding Development to Increase Students’ Problem-Solving Abilities: The Case of Physics Learning with Causalitic-Thinking Approach*” (Rokhmat et al., 2019) pada jurnal *Journal of Turkish Science Education* (Q2). Metode eksperimen, sampel siswa SMA. Temuan penelitian yaitu scaffolding yang diterapkan efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan, selain metode, adalah terletak pada model yang dikembangkan berbeda dengan *scaffolding*.

Penelitian “*Approaching Problem-Solving Skills of Momentum and Impulse Phenomena Using Context and Problem-Based Learning*” (Yuberti, et al., 2019) pada jurnal *European Journal of Educational Research* (Q3), menggunakan metode quasi-experimental, dengan sampel siswa SMA. Hasil temuan menunjukkan konteks dan model pembelajaran berbasis masalah berpengaruh terhadap keterampilan pemecahan masalah fisika. Selain perbedaan pada metode, juga pada konten fisika, strategi yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian “*The Impact of the Problem-Based Instruction Model on the Students Problem Solving Ability*” (Halim, et al., 2021) pada *AIP Conference Proceedings* 2021. Metode eksperimen, dengan sampel siswa SMA. Penelitian ini menunjukkan bahwa model PBI dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami masalah, merumuskan strategi, dan mengevaluasi hasil dibandingkan metode konvensional. Persamaannya penelitiannya adalah menerapkan model pemecahan masalah, sedangkan perbedaannya terletak pada penggunaan aplikasi atau simulasi, serta perbedaan sampel dan metode penelitian.

Penelitian penerapan multipel representasi berjudul: *“Lesson Study as a Means to Change Secondary Preservice Physics Teachers’ Practice in the Use of Multiple Representations in Teaching”* (Conceição et al., 2021b), jurnal Q2, penelitian terhadap calon guru fisika. Hasil penelitian menunjukkan guru menerapkan multipel representasi untuk meningkatkan pemahaman konsep ilmiah pada materi energi kinetik. Penelitian multipel representasi berjudul: *“Preservice Physics Teachers’ Development of Physics Identities: the Role of Multiple Representations”* (Munfaridah et al., 2022), jurnal Q1, dengan menguji perkembangan physics identity terhadap 61 calon guru fisika menggunakan multipel representasi, menunjukkan hasil mengenai potensi model pembelajaran multipel representasi pada mata kuliah fisika. Penelitian penerapan multipel representasi berjudul: *“The Effect of Multiple Representations of Physical and Chemical Changes on the Development of Primary Pre-service Teachers Cognitive Structures”* (Derman & Ebenezer, 2020), jurnal Q1, eksperimen terhadap 40 guru prajabatan, dengan metode *pretest-posttest design*, menunjukkan bahwa perubahan struktur kognitif kimia fisika guru prajabatan dengan menggunakan multipel representasi.

Penelitian efektifitas model pembelajaran multipel representasi berbasis discovery, *“Enhancing Critical Thinking Skills of Junior High School Students through Discovery-Based Multiple Representations Learning Model”* (Chusni et al., 2022), jurnal Q2, eksperimen terhadap 60 siswa madrasah, dengan metode pra-eksperimen, menunjukkan model pembelajaran dapat digunakan sebagai alternatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada topik perubahan lingkungan. Penelitian eksploratif berjudul: *“Exploring students’ translation performance and use of intermediary representations among multiple representations: Example from torque and rotation”*, (Chang et al., 2021), jurnal Q1, penelitian jenis eksploratif terhadap siswa menunjukkan multiple representasi berperan signifikan dalam penerjemahan diagram dan simbol matematika, namun kurang signifikan pada representasi tabel. Penelitian ini mengeksplorasi kemampuan siswa dalam menterjemahkan tabel, grafik, dan simbol matematika melalui representasi, sedangkan penelitian R&D yang akan dilakukan adalah pengembangan model multipel representasi yang berperan dalam pemecahan masalah fisika.

Penelitian penerapan multimedia berjudul: “*Effectiveness of Multimedia based on Multiple Representation of Hess’ Law: Concept and Skills of Pre-service Science Teachers*”, (Syahri et al., 2021), jurnal Q2, quasi-eksperimen terhadap calon guru sains dalam memahami konsep hukum Hess menggunakan multimedia berbasis multipel representasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa calon guru sains belajar Hukum Hess lebih efisien, cepat, aktif, mandiri, dan termotivasi dengan multimedia. Berbeda dengan penelitian saya, yang berfokus pada pengembangan model pembelajaran multipel representasi dan simulasi virtual berbasis web untuk meningkatkan pemecahan masalah fisika. Penelitian penerapan multiple representasi berjudul: “*Implementing Multiple Representation-Based Worksheet to Develop Critical Thinking Skills*”, (Abdurrahman et al., 2019), jurnal Q2, penelitian eksperimen penggunaan lembar kerja berbasis multipel representasi terhadap siswa sekolah menengah, menunjukkan bahwa penerapan lembar kerja berbasis multipel representasi efektif menumbuhkan kemampuan berpikir kritis. Penelitian multipel representasi, “*Relationships between Facial Expressions, Prior Knowledge, and Multiple Representations: a Case of Conceptual Change for Kinematics Instruction*”(Liaw et al., 2022). Jurnal Q1, Penelitian terhadap 145 siswa, dengan analisis tes, yang menyimpulkan bahwa *facial expressions, prior knowledge and multiple representations* merupakan indikator yang layak untuk perubahan konsep kinematika, dengan memperhatikan representasi dan pengetahuan awal.

Penelitian eksperimen berjudul: “*Using Smartphones as Experimental Tools— a Follow-up: Cognitive Effects by Video Analysis and Reduction of Cognitive Load by Multiple Representations*” (Hochberg et al., 2020), jurnal Q1, perlakuan terhadap 51 siswa, yang terbagi dalam dua kelompok eksperimen, menunjukkan tidak ada perbedaan yang ditemukan untuk minat, keingintahuan, atau beban kognitif, pada kelompok perlakuan menggunakan METs dan kontrol menggunakan Tablet. Penggunaan multipel representasi yang terdapat di dalam *smartphone* MET untuk percobaan fisika, berbeda dengan penelitian R&D, pengembangan multipel representasi yang akan dilakukan dengan mengintegrasikan simulasi virtual berbasis web dan bukan untuk percobaan fisika secara virtual, namun untuk belajar pemecahan masalah fisika melalui pendekatan multipel representasi.

Penelitian “*Problem Solving Skills on Direct Current Electricity through InquiryBased Learning with PhET Simulations*” (Yuliati et al., 2018), jurnal (Q2) pada jurnal *International Journal of Instruction*. Metode yang digunakan mixmethod, dengan responden guru fisika. Hasil penelitian menyebutkan keterampilan pemecahan masalah siswa dipengaruhi oleh jenis pendekatan yang digunakan dalam memecahkan masalah. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah mengembangkan simulasi interaktif dengan metode penelitian pengembangan. Penelitian “*Effectiveness of Problem-Based Learning Combined with Computer Simulation on Students’ Problem-Solving and Creative Thinking Skills*” (Simanjuntak et al., 2021) pada jurnal *International Journal of Instruction*. Metode yang digunakan adalah *quasi-experimental method*, dengan sampel siswa SMA. Hasil penelitian menunjukkan pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan simulasi komputer menunjukkan efektifitas. Penelitian ini memiliki kesamaan yaitu penerapan model pembelajaran dikombinasikan dengan simulasi komputer, namun penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode penelitian dan pengembangan.

Penelitian Jatmiko et al. (2024) berjudul “*Investigation-based multiple representation online model to improve students’ problem-solving skills*” mengembangkan model online IBMRO berbasis investigasi dan multiple representasi dengan metode *educational design research* efektif meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa. Berbeda dengan penelitian pengembangan model pembelajaran VIFOCA berbasis web yang menekankan alur pembelajaran terstruktur dan multipel representasi untuk belajar pemecahan masalah fisika, sedangkan IBMRO menonjolkan pendekatan investigatif, namun terdapat kesamaan pada penggunaan multiple representasi.

Selama lima tahun terakhir, berbagai penelitian eksperimen dan pengembangan telah mengkaji keterampilan pemecahan masalah fisika melalui strategi seperti PIMCA, model IMBRO, *sketching*, *scaffolding*, representasi, dan *problem-based instruction*. Penelitian ini berbeda karena mengembangkan strategi tersebut menjadi model pembelajaran VIFOCA dengan langkah lebih sederhana: menggambarkan (*visualization*), merumuskan (*formulation*), dan menghitung (*calculation*), yang dirancang dengan pendekatan regulasi diri.

Penelitian tentang regulasi diri pada tahun 2018 ditemukan 14 artikel yang berkaitan dengan keterampilan pemecahan masalah. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya berjudul “*Self-regulated learning of principle-based concepts: Do students prefer worked examples, faded examples, or problem solving?*” (Foster et al., 2018) pada jurnal *Learning & Instruction* (Q1), metode penelitian eksperimen, dengan temuan penelitian *self-regulated learning* memilih untuk mempelajari contoh kerja daripada 40% percobaan dan jarang melakukannya sebelum pemecahan masalah. Penelitian ini memiliki persamaan yaitu mengkaji variabel *self-regulated learning* yang berkaitan dengan keterampilan pemecahan masalah. Perbedaan dengan penelitian yang saya lakukan pada metode dan responden. Penelitian yang berjudul “*Self-regulated learning as a cyclical process and predictor of creative problem-solving*” (Callan et al., 2021) pada jurnal *Educational Psychology* (Q1), metode kuantitatif dengan sampel 89 siswa sekolah menengah, hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara regulasi diri dalam belajar dengan *creative problem-solving*. Regulasi diri dalam belajar dapat memprediksi kemampuan *creative problem-solving*. Persamaannya adalah mengkaji *self-regulated learning* sebagai variabel prediktif, sedangkan perbedaannya terletak pada metode penelitian pengembangan serta responden mahasiswa dengan subjek fisika.

Penelitian berjudul “*A rule-based self-regulated learning assistance scheme to facilitate personalized learning with adaptive scaffoldings: A case study for learning computer software*” (Su, 2020) pada jurnal *Comput Appl Eng Educ* (Q1), metode eksperimen, dengan responden mahasiswa. Penelitian ini menunjukkan bahwa Skema SRL-RuAS bermanfaat bagi prestasi belajar, kepuasan siswa, dan *strategi scaffolding*. Hasil ini menegaskan bahwa kombinasi pembelajaran yang dipersonalisasi, regulasi diri, dan *scaffolding* adaptif dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih efisien dan relevan, khususnya untuk materi berbasis keterampilan praktis seperti penguasaan perangkat lunak komputer. Sama-sama mengkaji *self-regulated learning* dalam kaitannya dengan *scaffolding* dan pemecahan masalah, namun penelitian saya menempatkan SRL sebagai pendekatan pemecahan masalah fisika dan strategi pembelajaran.

Penelitian tentang “*Self-regulated learning instruction and the relationships among self-regulation, reading comprehension and reading problem solving: PLS-SEM approach*” (Mohammadi et al., 2020), pada jurnal *Cogent Education* (Q2). Penelitian eksperimen dengan sampel siswa SD. Hasil penelitian menunjukkan komponen *self regulated learning* (SRL), strategi kognitif dan metakognitif adalah prediktor dominan pemahaman membaca dan pemecahan masalah. Memiliki persamaan mengkaji SRL berkaitan dengan pemecahan masalah, sedangkan perbedaan dengan penelitian yang akan saya kukan adalah komponen SRL sebagai dasar dalam mengembangkan model pembelajaran, dengan sampel mahasiswa.

Penelitian tentang “*Evaluation Of Self-Regulated Learning On Problem-Solving Skills In Online Basic Physics Learning During The Covid-19 Pandemic*” (Abtokhi et al., 2021) pada *Journal of Technology and Science Education* (Q1). Metode survei, dengan responden mahasiswa. Hasil penelitian *self-regulated learning* yang diterapkan sudah dilaksanakan dengan baik namun belum optimal dalam meningkatkan PSS dalam pembelajaran Fisika Dasar online. Persamaan penelitian ini adalah *self-regulated learning* dan berkaitan dengan keterampilan pemecahan masalah fisika, namun yang belum dilakukan dalam penelitian ini adalah penggunaan media atau sumber belajar yang dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika. penelitian yang akan dilakukan, selain SRL sebagai dasar dalam keterampilan pemecahan masalah fisika, juga ditunjang dengan penerapan aplikasi berupa simulasi virtual berbasis web yang diharapkan dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika, yang bergantung pada kemampuan *self-regulated learning*. Penelitian “*The Development of a Metacognition Instrument for College Students to Solve Physics Problems*” (Haeruddin et al., 2020) pada jurnal *International Journal of Instruction* (Q2). Metode *Research and Development* (R & D) model, mahasiswa pendidikan fisika. Temuan menunjukkan terdapat delapan faktor metakognisi yang berkontribusi untuk memecahkan masalah fisika. Penelitian ini melakukan pengembangan instrumen metakognisi berkaitan dengan *self-regulated learning* dan pemecahan masalah fisika, namun demikian konsep metakognisi dan *self-regulated learning* mendukung dalam penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian berjudul “*E-book of metacognitive learning strategies: design and implementation to activate student’s self-regulation*” (Susantini et al., 2021) pada jurnal *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, penelitian dengan metode *ADDIE development model*. Persamaan penelitian yaitu mengkaji *self-regulated learning*, namun tidak berkaitan dengan keterampilan pemecahan masalah. Penelitian ini berkebalikan dengan penelitian yang akan peneliti lakukan, yaitu mengembangkan model pembelajaran pemecahan masalah dengan pendekatan SRL dengan menerapkan aplikasi untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika.

Studi literatur yang telah diuraikan di atas, mengarahkan pada kesimpulan tentang kebaruan penelitian yang akan dilakukan yaitu: (1) pengembangan model multipel representasi dengan modifikasi langkah pemecahan masalah menjadi model pembelajaran VIFOCA dilakukan dalam upaya memfasilitasi belajar fisika, memudahkan, dan mengeksplorasi kemampuan menggambarkan (*visualization*), merumuskan (*formulation*), serta menghitung (*calculation*), serta diharapkan dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika mahasiswa, (2) model pembelajaran VIFOCA yang akan dikembangkan diharapkan lebih sederhana, mudah diterapkan, dan praktis digunakan sebagai langkah-langkah dalam memecahkan masalah yang terdapat dalam soal fisika, dan (3) produk fisik hasil dari pengembangan model pembelajaran berupa panduan penerapan model pembelajaran VIFOCA berbasis web, bahan ajar Fisika Mekanika berbasis multipel representasi, dan prototipe aplikasi simulasi virtual berbasis web yang dapat memfasilitasi pembelajaran pemecahan masalah fisika. Mahasiswa dapat berlatih kemampuan visualisasi, formulasi, dan perhitungan yang dilakukan secara virtual yang dapat diakses melalui web.

G. Roadmap Penelitian

Penelitian penerapan strategi pemecahan masalah fisika berbasis multipel representasi yang diterapkan dalam pembelajaran Fisika Mekanika 2021-2022. Penelitian yang sedang berjalan direncanakan 2023-2024 atau yang sedang dilakukan yaitu pengembangan model pembelajaran multipel representasi dengan modifikasi model VIFOCA berbasis web pada mata kuliah Fisika Mekanika.

Tahapan penelitian pengembangan mengacu pada model Dick & Carey, yang diawali dengan penelitian pendahuluan Borg & Gall dan dikolaborasikan dengan pengembangan simulasi virtual berbasis web menggunakan model ADDIE. Penelitian yang dilakukan pada kurun waktu 2025-2026 yaitu pengembangan prototipe perangkat bahan ajar Fisika Mekanika, instrumen penilaian keterampilan pemecahan masalah fisika berbasis model pembelajaran VIFOCA.

Penelitian pengembangan ini diharapkan menghasilkan model pembelajaran VIFOCA berbasis web, produk fisik berupa buku panduan penggunaan model pembelajaran VIFOCA berbasis web, bahan ajar Fisika Mekanika, dan web VIFOCA, serta panduan penggunaan web VIFOCA. Berikut *roadmap* penelitian dalam kurun waktu 2021-2026 dan target luaran disajikan pada gambar 1.1:



Gambar 1.1 *Roadmap* Penelitian