

# Analisis Kebutuhan Pengembangan Model Blended Pbl Rotasi Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP

Rai Sujanem<sup>1\*</sup>, K. Suma<sup>2</sup>, P. Yasa<sup>3</sup>, I. Yuliana<sup>4</sup>, P. Sarini<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Fisika dan Pengajaran IPA FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

\* Rai Sujanem / [rai\\_sujanem@undiksha.ac.id](mailto:rai_sujanem@undiksha.ac.id)

## ABSTRAK

Perolehan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau higher order thinking (hots) siswa SMP masih rendah. Tujuan penelitian pengembangan yang dibatasi pada analisis kebutuhan ini, yaitu: 1) analisis studi pustaka: konsep esensial dan strategis terkait suhu, kalor dan pemuain, karakteristik model blended PBL Rotasi (BPBLR) berbantuan PhET, 2) studi lapangan: konsep esensial dan strategis, sarana dan prasarana, pustaka acuan, model pembelajaran, media, dan kendala pembelajaran. Metode penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Subjek penelitian yaitu siswa kelas VII SMP Negeri di kota Singaraja. Pengumpulan data dengan metode observasi, pemberian angket, dan wawancara. Hasil analisis kebutuhan sebagai berikut. 1) Produk studi literatur: (a) daftar konsep esensial, dan strategis tentang suhu, kalor dan pemuain, (b) karakteristik model BPBLR: sajian masalah, konsep esensial dan strategis, contoh, dan latihan soal hots. 2) Produk studi lapangan: (a) daftar konsep esensial belum bermuatan hots; (b) alat laboratorium, media ICT, akses internet dan simulasi PhET sudah tersedia, namun belum dimanfaatkan; (c) model pembelajaran selama ini 66,7% model konvensional (menggunakan metode diskusi, presentasi, demontrasi, dan ceramah), dan 33,3 % model Proyek dan PBL. Model PBL yang dilaksanakan selama ini 100% PBL tatap muka di kelas. Fasilitas internet sudah tersedia, namun belum dilaksanakan BPBLR (PBL tatap muka dan online serentak), (d) belum ada bahan ajar inovatif berbasis hots, (e) kendala-kendala dalam PBL, simulasi PhET, dan web adalah masalah waktu, sulit menyiapkan masalah ill-structure, dan akses internet lambat. Atas dasar temuan ini, maka perlu dikembangkan model BPBLR berbantuan PhET untuk meningkatkan hots siswa SMP.

**Kata kunci:** Model Blended PBL Rotasi, PhET, Keterampilan berpikir tingkat tinggi, Suhu, Kalor

## 1. PENDAHULUAN

Pesatnya IPTEK abad 21 berdampak pada ketidakmampuan anak untuk mengetahui, memahami, dan mengatasi masalah di sekitarnya. Salah satu solusinya adalah pembelajaran berorientasi HOTS. HOTS menjadi primadona abad 21 menuju era informasi (Fananta *et al.*, 2017; Prihatni *et al.*, 2016; Novili *et al.*, 2017). Pendidikan berperan penting dalam setiap orientasi HOTS dalam pembelajaran IPA (Griffin & Care, 2015; Jatmiko *et al.*, 2018; Sujanem *et al.*, 2020; Trilling & Fadel, 2009; Pratiwi *et al.*, 2019; Sujanem *et al.*, 2022; Kemendikbud, 2016). Namun, kualitas pendidikan IPA masih rendah. Hasil studi PISA 2018, peringkat sains Indonesia pada 71 dari 79 negara (Gurría, 2019). Hasil PISA 2022, secara global skor kemampuan siswa turun (OECD, 2023). Interpretasi hasil studi tersebut menyiratkan perlunya pembelajaran berorientasi HOTS. Pembelajaran IPA merupakan fondasi melatih HOTS (Astuti *et al.*, 2017). Rendahnya HOTS siswa sesuai penelitian (Sujanem *et al.*, 2023; Sujanem, 2024; Sujanem *et al.*, 2024; Alfiah *et al.*, 2022; Sujanem *et al.*, 2018). Keterampilan berpikir kritis (kpk) sebagai bagian HOTS juga rendah (Sujanem *et al.*, 2020; Sujanem *et al.*, 2022; Sujanem *et al.*, 2018; Alti *et al.*, 2021). HOTS siswa rendah dari tahun ke tahun (Astuti *et al.*, 2017; Brooks & Brooks, 1993).

Hasil studi awal tes keterampilan berpikir tinggi tentang besaran, satuan, dan pengukuran dilakukan di SMPN 1 dan SMPN 6 Singaraja. Studi dilakukan pada siswa yang telah memperoleh pelajaran pokok bahasan besaran, satuan, dan pengukuran. Nilai rata-rata hasil tes keterampilan berpikir tinggi siswa kelas VIII SMPN 1 dan SMPN 6 Singaraja adalah 32,0 dan 36,0 termasuk kategori kurang. Hasil tes keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa masih rendah, padahal keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat perlu dilatih dan dikembangkan dalam pembelajaran. Keterampilan berpikir tinggi merupakan kunci dalam pendidikan untuk memecahkan suatu permasalahan.

Faktor penyebab rendahnya HOTS, yaitu instrumen penilaian hanya mengukur aspek kognitif pemahaman, belum level kognitif komprehensif (Astuti *et al.*, 2017; Sujanem *et al.*, 2018; Astuti *et al.*, 2017; Astuti *et al.*, 2017). Model dan perangkatnya belum berorientasi pencapaian HOTS. Selama ini masih dominan model dan perangkatnya linier menyajikan konsep, contoh dan latihan soal. Untuk itu perlu dirancang **model inovatif, misal PBL tatap muka** (Lawson, 1998; Astuti *et al.*, 2017; Arends, 2012), dan

seiring dengan kemajuan teknologi, maka **PBL** perlu dikombinasikan dengan **pembelajaran online**, yang dikenal dengan *blended* PBL (BPBL) (Lawson,1998; Shofiyah *et al.*, 2018; Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller *et al.*,2010; Naidu, 2006). Selama ini BPBL yang digunakan masih terpisah, sebagian tatap muka sebagian *online*. Pertemuan pertama siswa tatap muka, pertemuan kedua bisa *online*, dan seterusnya. **Kebaruan** yang ditawarkan adalah siswa tetap belajar di kelas namun, pembelajaran tetap *online* yang dikenal dengan **BPBL Rotasi (BPBLR)** (Staker & Horn, 2012; Ambarli *et al.*, 2020; Maryani *et al.*,2022; Khistow, 2011). Dengan keterbatasan alat laboratorium, maka dibantu dengan PhET (Sujanem *et al.*, 2022; Sujanem *et al.*, 2023; Sujanem, 2024; Finkelstein, 2006; Finkelstein *et al.*, 2004; Finkelstein *et al.*, 2005). Model BPBLR terintegrasi PhET ini menyediakan peluang perolehan HOTS (Finkelstein, 2006; Finkelstein *et al.*, 2004; Finkelstein *et al.*, 2005). Perangkat BPBLR yang dikembangkan ini berisi fenomena IPA, masalah tak terstruktur, simulasi PhET, konsep esensial, contoh dan Latihan soal HOTS (Sujanem *et al.*, 2022; Sujanem *et al.*, 2023; Sujanem, 2024; Finkelstein, 2006; Finkelstein *et al.*, 2004; Finkelstein *et al.*, 2005).

Tujuan penelitian pendahuluan untuk analisis kebutuhan pengembangan model BPBLR ini adalah studi literatur dan studi lapangan terkait dengan model, pendekatan, metode pembelajaran, materi ajar kelas VII semester 1 yang mencakup konsep-konsep suhu, kalor, dan pemuain. Kegiatan analisis literatur ini terkait dengan (a) analisis konsep materi suhu, kalor, dan pemuain yang mendasar atau fundamental, (b) analisis ciri khas model fisberma bersimulasi PhET. Kegiatan studi lapangan di sekolah terkait dengan (a) pemakaian prinsip, konsep yang fundamental tentang suhu, kalor, dan pemuain dalam pelaksanaan proses belajar mengajar, (b) fasilitas laboratorium kelengkapannya, dan prasarana ICT, program bersimulasi PhET yang ada di sekolah SMP, (c) sumber pustaka cetak dan daring yang ada untuk referensi pembelajaran, (d) strategi, metode, dan model pembelajaran konvensional atau inovasi yang digunakan guru, dan (e) usaha untuk melatih peningkatan perolehan HOTS, dan (f) rintangan atau kendala, hambatan, dalam pembelajaran yang dihadapi oleh guru untuk peningkatan perolehan HOTS.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking* (HOTS) merupakan aspek sangat penting dalam proses belajar dan mengajar. HOTS ini terdiri atas keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan berpikir kritis (Sparman, 2021). Selanjutnya Ramirez (2008) melakukan kajian HOTS Anderson & Krathwohl (2001) seperti Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Dimensi proses kognitif

Kategori dan proses kognitif	Nama lain	Definisi
ANALYZE – memecahkan materi berdasarkan bagian-bagian konstituennya dan memutuskan bagian mana salingsaling berhubungan satu sama lain dan tujuan secara menyeluruh		
1. <i>differentiating</i>	<i>discriminating, distinguishing, focusing</i>	membedakan bagian yang relevan dan tidak relevan
2. <i>organizing</i>	<i>Finding coherence, integrating, outlining</i>	menentukan sudut pandang, bias, nilai, atau maksud yangmelatarbelakangi materi.
3. <i>attributing</i>	<i>deconstructing</i>	memastikan bagaimana semua unsur cocok atau berfungsidengan baik dalam struktur.
EVALUATE – membuat penilaian berdasarkan pada kriteria dan standard		
1. <i>checking</i>	<i>coordinating, detecting, monitoring, testing</i>	Menguji ketidakkonsistenan dalam suatu proses; mendeteksi efektivitas suatu prosedur pada saat diimplementasikan
2. <i>critiquing</i>	<i>judging</i> (menilai)	Menguji ketidakkonsistenan antara suatu produk dengan kriteria eksternal; mendeteksi kecocokan suatu prosedur untuk masalah tertentu.
CREATE – menggabungkan unsur-unsur yang terpisah untuk membentuk kesatuan yang koherens dan fungsional; menyusun kembali ke dalam suatu pola atau struktur.		
1. <i>generating</i>	<i>hypothesizing</i>	membentuk hipotesis lain berdasarkan kriteria tertentu.
2. <i>planning</i>	<i>designing</i> (merancang)	Membuat suatu langkah untuk menyelesaikan suatu

		tugas
3. <i>producing</i>	<i>constructing</i>	Menciptakan suatu produk

Proses belajar siswa pada level kemampuan berpikir tingkat tinggi tidak sekedar menghafal dan menyampaikan kembali informasi, melainkan dapat memahami dan menerapkan pengetahuan yang dipelajari di sekolah. Menurut Ariyana *et al* (2018), keterampilan berpikir tingkat tinggi berupa keterampilan menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mencipta (*creating*). (Ariyana *et al.*, 2018). Aspek- aspek dari kemampuan berpikir tingkat tinggi pada proses pembelajaran fisika ditinjau dari taksonomi Bloom yang telah direvisi, meliputi kemampuan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6) (Anderson & Krathwol, 2010). Pengukuran kemampuan berpikir tingkat tinggi ini tidak terikat pada materi tertentu.

Lebih lanjut, menurut (Krathwohl, 2002), indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi sebagai berikut. (1) Menganalisis: a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih sederhana untuk mengenali pola atau hubungan yang ada; b) Mampu mengenali dan membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah scenario yang rumit; c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan. (2) Mengevaluasi: a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya; b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian; c) Menerima atau menolak sesuatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. (3) Mencipta: a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu; b) Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah; c) Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada.

HOTS diterapkan menyusul masih rendahnya peringkat *Programme for International Student Assessment* (PISA) dan *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) dibandingkan dengan negara lain, sehingga standar soal ujian nasional dicoba ditingkatkan untuk mengejar ketertinggalan (Ariyana *et al.*, 2018).

## 2.2. Simulasi PhET

Dalam proses pembelajaran IPA, untuk memperkuat kegiatan laboratorium, dapat melalui “PhET (*Physics Education and Technology*)” (Finkelstein, 2006; Finkelstein *et al.*, 2004; Finkelstein *et al.*, 2004). Simulasi PhET sangat mudah untuk digunakan dan ramah pengguna, memberikan kesan yang positif, menarik, dan menghibur serta membantu penjelasan secara mendalam tentang suatu fenomena alam. Melalui simulasi PhET siswa dapat melakukan kegiatan penyelidikan.

## 2.4 Model Blended-PBL Rotasi (BPBLR)

Pengintegrasian ICT dalam dunia Pendidikan dilakukan sesuai kemasan pembelajaran berbasis BPBLR mengacu pada dasar teori konstruktivisme, *Blended Learning*, PBL, Pembelajaran online (Lawson, 1998; Shofiyah *et al.*, 2018; Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller *et al.*, 2010; Naidu, 2006). Model ini mengombinasikan BL, PBL tipe Rotasi yang dikemas dalam model BPBLR berbantuan PhET. Model BPBLR ini dirancang 5 fase mengacu pada sintaks PBL (Arends, 2012) yang dikombinasikan dengan pembelajaran online. Pelaksanaan model *blended PBL* atau BPBL mengacu pada ketentuan *blended learning* Khistow (2011) dan Bersin (2014), yaitu pembelajaran dilaksanakan di kelas dan sekaligus siswa belajar melalui daring atau online. Langkah BPBL ini mengikuti tahapan PBL sesuai dengan langkah PBL dari Arends (2012) dan dibantu dengan pembelajaran secara online. Langkah pembelajaran BPBL ini merupakan hasil pengembangan Sujanem *et al.* (2018). Pada pembelajaran secara daring, sesuai pembelajaran Oya *et al.* (Eldy & Sulaiman, 2019), di mana pembelajaran memanfaatkan teknologi seperti komputer atau ponsel, dan internet dalam mendesain, mengomunikasikan, dan menata materi secara komprehensif dan fleksibel. Adapun tahapan BPBL, sebagai berikut. Fase 1, tahap online, Guru menyampaikan ketentuan model BPBLR, penyampaian tujuan, dan masalah tak terstruktur. Pada tahap ini, siswa mengakses secara berkelompok untuk membuat draft rumusan masalah berdasarkan masalah tak terstruktur yang ada di web. Fase 2, pada bagian tatap muka, pada bagian online siswa dapat mengakses ketentuan yang ada pada web. Guru mengorganisasikan siswa belajar, memfasilitasi siswa mendiskusikan kembali rumusan masalah. Fase 3, pada tahap online, siswa merumuskan hipotesis. Pada tahap tatap muka, siswa melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan pemecahan masalah, kegiatan eksperimen dibantu dengan simulasi PhET, dan melakukan analisis data. Fase 4, siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan model secara online, dan menyampaikan/mengirim hasil kerja kelompok,

secara tatap muka dan *online*. Fase 5, evaluasi dan pembahasan terhadap hasil yang telah dipresentasikan secara *online*, melakukan refleksi, ada latihan soal HOTS yang dikirim melalui internet.

Melalui model BPBLR ini siswa akan dilatih secara berkelompok mengakses konsep-konsep IPA kontekstual secara *online*, serta dibantu dengan pemanfaatan simulasi *PhET*. Pada web, jalinan konsep-konsep disusun saling bertautan telah. Pembelajaran diawali dengan masalah riil tak terstruktur. Siswa merumuskan masalah riil ini nanti akan mengarah pada penyelesaian yang memerlukan pemahaman konsep, pemberian argumentasi, memecahkan masalah, serta mengambil keputusan, dan membuat kesimpulan, semuanya ini mengarah pada kinerja ilmiah yang merupakan indikator dari HOTS. Perolehan HOTS siswa juga dapat ditumbuhkan pada tahap membantu penyelidikan berupa kegiatan merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, memberikan argumen, melakukan analisis dan interpretasi. Selanjutnya, HOTS siswa juga dapat ditumbuhkan pada tahap mengembangkannya menyajikan hasil karya dengan difasilitasi bahan ajar yang dikemas dalam bahan ajar berbasis masalah. Komponen HOTS yang muncul yaitu siswa mampu menganalisis, memberi argumen, mampu mempresentasikan, dan mengambil keputusan.

Pada bagian akhir penggunaan model BPBLR berbantuan *PhET* ini adalah menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan. Pada bagian ini komponen *hots* dilatih melalui siswa memberikan solusi atau saran sesuai dengan masalah atau teori. Pemanfaatan pembelajaran BPBLR yang mengombinasikan antara pembelajaran di kelas dan *online* secara terpadu bersamaan akan memberi peluang akses pembelajaran dari berbagai sumber akan semakin komprehensif. Melalui penggunaan model BPBLR berbantuan *PhET* yang telah tervalidasi ini para siswa akan terlatih pencapaian *hots*, dengan demikian *hots* siswa akan meningkat setelah penggunaan model BPBLR ini.

Penelitian dalam bidang pendidikan sains telah menunjukkan bahwa model PBL, *Blended Learning*, *Blended PBL* memiliki potensi besar dalam meningkatkan perolehan kbk, HOTS siswa. Beberapa studi menyoroti efektivitas BPBLR dalam mendorong pembelajaran aktif dan mandiri, terutama pada pembelajaran IPA, Fisika (Shofiyah *et al.*, 2018; Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller *et al.*, 2010; Naidu, 2006). Penelitian terkait dengan pengembangan perangkat model PBL, *Blended PBL*, dan *PBL online* menunjukkan bahwa PT efektif dalam meningkatkan: motivasi belajar siswa di sekolah menengah terkait kbk yang mengarah pada perolehan HOTS siswa (Shofiyah *et al.*, 2018; Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller *et al.*, 2010; Naidu, 2006; Sulaiman, 2013; Sulaiman, 2011; Eldy & Sulaiman, 2019). Beberapa studi menunjukkan keefektifan BPBL pada pembelajaran sains di Sekolah Dasar dan Menengah Donnelly & McSweeney, 2009; Moeller *et al.*, 2010. Belum banyak pengembangan model pembelajaran yang secara sistematis memadukan *Blended Learning*, *PBL*, *Blended* Rotasi dan simulasi *PhET* untuk membelajarkan peserta didik dalam pencapaian *hots*.

Penelitian ini memperkenalkan model pembelajaran baru yang mengintegrasikan secara sistematis *PBL*, *Blended Learning* dan teknologi simulasi *PhET* untuk pembelajaran siswa untuk perolehan *hots*. Selama ini memang sudah ada *Blended Learning* Rotasi (BLR), BPBL berbantuan simulasi *PhET*, belum ada BPBLR berbantuan simulasi *PhET*. Selama ini BPBL perancangan sangat terpisah bisa seminggu sekali tatap muka baru *online*, atau sebagian tatap muka di kelas sebagian *online*, tak sesuai hakekat pembelajaran kapan saja dan di mana saja pemanfaatan media *online* untuk belajar. Inovasinya terletak pada pemanfaatan pembelajaran secara *online* setiap saat terpadu dengan pembelajaran tatap muka di kelas, jadi siswa dapat belajar multi arah, memanfaatkan internet setiap saat, pada saat bersamaan siswa fokus dalam pembelajaran tatap muka dengan guru di kelas mendengarkan arahan guru sebagai fasilitator dan mediator. Inovasi lainnya pemanfaatan simulasi *PhET* yang bisa membantu kegiatan praktikum dengan segala keterbatasan alat yang ada di laboratorium.

### 3. METODE

Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan pengembangan model BPBLR bersimulasi *PhET* sebagai upaya peningkatan HOTS siswa SMP. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Sebagai subjek penelitian analisis kebutuhan ini yaitu siswa kelas VII SMPN 1 dan SMPN 6 Singaraja. Pengambilan data melalui kajian pustaka dan studi lapangan. Kajian pustaka dilakukan untuk memperoleh data yang terkait dengan analisis materi, konsep, prinsip tentang suhu, kalor, dan pemuain, dan dokumen lainnya yang menunjang rancangan pembuatan produk. Kegiatan empiris di lapangan dilaksanakan untuk memperoleh data terkait dengan faktor-faktor penunjang proses belajar mengajar mencakup buku teks *online* dan buku ajar cetak terkait dengan, LKPD (lembaran kerja peserta didik) tentang kegiatan laboratorium/praktikum, fasilitas untuk praktikum, penunjang TIK, media simulasi, dan fasilitas jaringan internet, model, metode, dan strategi dalam mengajarkan konsep-konsep suhu, kalor, dan pemuain, serta tantangan, dan kendala-kendala dalam implementasi proses belajar mengajar konsep besaran, satuan, maupun pengukuran. Sumber data dalam proses penyelidikan di lapangan ini mencakup guru yang

mengajar fisika, petugas laboratorium, dan para siswa. Untuk mendapatkan data dalam analisis kebutuhan ini digunakan instrumen seperti lembar observasi, angket daftar Isian, pedoman wawancara, dan proses pelaksanaan pembelajaran. Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi, pemberian angket pengisian daftar isian kepada guru fisika dan wawancara. Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi di ruang kelas, di laboratorium, observasi terhadap perangkat pembelajaran, memberikan angket daftar isian kepada siswa, petugas Laboratorium atau Laboran, dan guru pengajar fisika, dan siswa, dan dilanjutkan dengan wawancara. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif.

#### 4. TEMUAN DAN DISKUSI

##### 4.1 Temuan

Berdasarkan kajian Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) IPA SMP Kurikulum Merdeka dan buku-buku IPA bagian Fisika (Halliday *et al.*, 2009; Giancoli, 2014; Puspaningsih *et al.*, 2021) diperoleh prinsip dan konsep suhu, kalor, dan pemuain yang fundamental yang diacu dalam pembelajaran IPA seperti pada Tabel 1. Ada banyak konsep dan prinsip suhu, kalor, dan pemuain yang terkait perlu dibahas dalam pembelajaran fisika. Akan tetapi, untuk meningkatkan perolehan *hots* siswa, kita perlu mengkaji konsep dan prinsip yang memang fundamental dan strategis. Jika konsep-konsep dan prinsip-prinsip suhu, kalor, dan pemuain yang fundamental, strategis, dan kontekstual telah difahami siswa, maka siswa akan dapat mempelajari, mengkaji sendiri prinsip dan konsep yang lebih kompleks.

**Tabel 41.** Konsep-konsep Suhu dan kalor yang esensial dan strategis

No	Nama Konsep	No	Nama Konsep	No	Nama Konsep	No	Nama Konsep
1.	Suhu	9.	Kapasitas kalor	17.	Mengembun	25.	Kalor uap
2.	Termometer	10.	Kalor jenis	18.	Menguap	26.	Titik didih
3.	Skala Celcius	11.	Kalorimeter	19.	Menyublim	27.	Titik lebur
4.	Skala Reamur	12.	Azas Black	20.	Kalor laten	28.	Anomali air
5.	Skala Fahrenheit	13.	Perubahan	21.	Kalor lebur	29.	Konduktivitas
6.	Skala Kelvin	14.	Melebur	22.	Kalor beku	30.	Konduksi
7.	Pemuain	15.	Mencair	23.	Kalor embun	31.	Konveksi
8.	Kalor	16.	Mendidih	24.	kalor sublim	32.	Radiasi

Berdasarkan Studi literatur terkait karakteristik model BPBLR diperoleh kajian sebagai berikut. (1) Memiliki tujuan, (2) memiliki dasar teori yang mendukung, (3) memiliki sintaks pembelajaran, dan (4) memiliki lingkungan pembelajaran. Tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS. Dasar teori yang mendukung model BPBLR adalah teori belajar konstruktivisme, *Blended learning*, model BPBL Roisin Donnelly (2006), *blended PBL* Beamont *et al.*, (2008), *blended PBL* Moeller, *et al.*, (2010). dan model PBBL Wannapiroon (2015). Model Pro- BHL, juga mengacu pada teori belajar *online* dan model PBL Arends (2012).

PBL, Teori Belajar sosial dari Albert Bandura, dan Teori belajar *online*. *Blended learning* adalah praktek pembelajaran yang menggabungkan dua metode pembelajaran tatap muka dan pembelajaran *online* (Saifon, 2014). Driscoll (2002) menunjukkan bahwa *blended learning* dapat berarti hal yang berbeda untuk orang yang berbeda. Hal ini dapat berarti untuk menggabungkan teknologi berbasis web yang berbeda, pendekatan pedagogis yang berbeda, dan segala bentuk teknologi instruksional. PBL merupakan strategi belajar faham konstruktivis, di mana pebelajar secara aktif mengkonstruksi.

Hasil informasi-informasi yang diperoleh dari studi lapangan mengacu pada observasi di laboratoium sekolah, hasil angket, serta wawancara dengan siswa, petugas laboratorium, dan guru fisika ditunjukkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terungkap konsep-konsep fisika yang esensial/fundamental, fasilitas laboratoium, media TIK, program animasi dan simulasi disertai panduan penggunaanya.

**Tabel 4.2.** Informasi Hasil Studi Lapangan

No	Komponen-komponen dalam kegiatan studi lapangan	Metode Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, penyebaran angket, dan ditindaklanjuti dengan wawancara
----	---	---



1	Konsep-konsep IPA yang terkait dengan materi fisika yang fundamental, strategis, dan kontekstual tentang suhu, Klor dan pemuain	Konsep-konsep telah dibahas dalam pembelajaran oleh guru telah sesuai dengan alur tujuan pembelajaran kurikulum merdeka dan sesuai dengan buku referensi seperti Tabel 1. Akan tetapi, prinsip-prinsip dan konsep-konsep yang telah dibahas belum fundamental, strategis, dan kontekstual serta belum mengarah pada peningkatan pencapaian HOTS siswa.
2	Sarana dan prasarana laboratorium terkait besaran, satuan, dan pengukuran. Alat-alat ukur untuk praktikum suhu, kalor dan pemuain	Berorientasi pada hasil angket, hasil observasi, dan ditindaklanjuti dengan wawancara kepada siswa, laboran, dan guru pengajar fisika, terungkap bahwa alat ukur terkait besaran dan satuan dan pengukuran sudah memenuhi/memadai, seperti alat termometer, kalorieter, mistar, neraca ohaus, neraca lengan, <i>stop watch</i> , pemanas air, statif, gelas beker, tembaga, besi, aluminium berbentuk kubus, berbentuk silinder, alat dan bahan pendukung seperti kaki tiga.
3	Sarana prasarana terkait TIK mencakup program simulasi, jaringan komputer Intranet, jaringan internet yang tersedia.	Berorientasi pada hasil angket, dan hasil observasi serta ditindaklanjuti wawancara dengan siswa, laboran, dan guru pengajar IPA, terungkap bahwa di laboratorium telah tersedia fasilitas dengan sejumlah sarana prasana TIK seperti komputer, LCD, jaringan internet wifi. Program pembelajaran berbasis web, berbasis komputer, video, animasi, simulasi, visuali-sasi multimedia. Program simulasi PhET dari Universitas Colorado bisa diakses di internet. Para guru pada umumnya sudah memiliki keterampilan penggunaan PhET, namun belum digunakan dalam pembelajaran fisika untuk membantu kegiatan praktikum di laboratoium.
4	Penggunan model dan media dalam proses pembelajaran IPA yang inovatif dan berbasis TIK	Guru-guru sebagian besar menggunakan ceramah dan tanya jawab. Para guru sudah mengenal pembelajaran inovatif seperti PBL, PjBL, <i>Discovery learning</i> , namun belum diterapkan secara optimal. Dalam proses pembelajaran IPA, para guru telah mengenal model PBL, namun hanya dua orang guru IPA baik SMPN 1 maupun SMPN 6 yang menerapkan model PBL, akan tetapi terkendala dalam penyampaian masalah kompleks dan masalah waktu, serta tak teratur menggunakan dan hanya kadang-kadang saja. Dalam pembelajaran berbasis TIK, sebagian besar guru fisika telah menggunakan TIK, khususnya pemanfaatan internet, namun internet belum digunakan secara berkelanjutan dalam pembelajaran fisika. Banyak ada program simulasi, salah satunya simulasi PhET. Guru IPA sudah bisa menggunakan simulasi PhET, namun belum dimanfaatkan secara optimal proses dalam pembelajaran IPA.

#### 4.2 Diskusi

Berdasarkan studi literatur terkait karakteristik model BPBLR didapatkan kajian seperti berikut. (1) Memiliki tujuan, (2) Ada penyampaian masalah kompleks *ill-structure* kontekstual sehari-hari, (3) Ada pemaparan konsep esensial/fundamental dan strategis. (4) Ada contoh soal bermuatan HOTS, ada media simulasi atau video, dan ada latihan soal-soal HOTS, serta dilengkapi dengan LKPD bersimulasi PhET. Kajian teori penunjang model *Blended PBL* ini, yaitu: teori konstruktivisme, *blended learning*, model PBL dari Arends, teori belajar sosial dari Albert Bandura, dan teori belajar *online*. *Blended learning* adalah pembelajaran yang menggabungkan atau mengombinasikan metode pembelajaran tatap muka dan pembelajaran *online* (Saifon, 2014). Di lain pihak *blended learning* merupakan penggabungan teknologi berorientasi web berbeda, pendekatan pedagogisnya berbeda, begitu pula teknologi pembelajarannya berbeda (Driscoll, 2002). Di lain pihak; model PBL suatu model yang berfaham konstruktivis, yang mana peserta didik yang mengonstruksi secara aktif pengetahuannya (Ibrahim & Nur, 2004; Barbara, 1995;

Gijselaers, 1996, Barrows, 1996). Dalam pembelajaran dengan model PBL, pembelajaran diawali dengan penyampaian masalah. Permasalahan yang disampaikan ini adalah sebagai stimulus atau rangsangan bagi siswa untuk belajar. Selanjutnya, model PBL ini juga mengacu pada teori belajar sosial Albert Bandura, yang mana pembelajaran juga memperhatikan konteks sosial. Dengan demikian, seseorang mempelajari sesuatu, maka orang lain dapat direferensi sebagai sumber, belajar dapat bersumber pada pengamatan, observasional, imitasi, dan pemodelan.

Dengan mengacu pada hasil studi literatur seperti terungkap pada Tabel 1 dan data informasi terkait studi lapangan seperti ditunjukkan pada Tabel 2, maka dapat dirangkum seperti berikut. (1) Prinsip dan konsep fundamental/esensial, kontekstual dan strategis yang telah diterapkan pada pembelajaran IPA terkait dengan materi fisika suhu, kalor, dan pemuain sudah sesuai dengan yang terungkap pada Tabel 1. Namun, prinsip dan konsep yang telah dibahas belum mengarah pada peningkatan perolehan HOTS. (2) Fasilitas laboratorium untuk praktikum/percobaan/eksperimen pengukuran suhu, kalor, dan pemuain telah ada relatif memenuhi/memadai, namun belum digunakan dalam kegiatan percobaan/ praktikum/eksperimen secara optimal. (3) Tersedia sejumlah fasilitas TIK seperti komputer, program simulai PhET, LCD, jaringan internet wifi. Tersedia konten pembelajaran yang terkemas dalam VCD dan sudah terkoleksi dengan baik misalnya animasi dan simulasi, dan visualisasi multimedia relatif memenuhi/memadai, namun belum dimanfaatkan oleh siswa dan guru secara optimal. Guru-guru IPA telah bisa menggunakan dan program simulasi PhET, akan tetapi tidak digunakan dalam pembelajaran IPA secara optimal. Selanjutnya, (4) Informasi dari studi lapangan tentang pelaksanaan proses pembelajaran seperti berikut. Model pembelajaran konvensional/ceramah, dengan metode diskusi informasi masih dominan dilakukan oleh guru dalam pembelajaran IPA SMPN 1 dan SMPN 6 Singaraja. Terungkap hanya dua orang guru yang menerapkan PBL, akan tetapi terkendala dalam perumusan masalah kompleks tak terstruktur. Kendala ini mengakibatkan guru kurang optimal menerapkan model PBL sehingga penggunaan model ini hanya kadang-kadang saja. Seiring dengan perkembangan teknologi seperti simulasi PhET dalam pembelajaran, para guru IPA sebenarnya sudah bisa menggunakan, namun juga tak optimal menerapkan dalam pembelajaran IPA. Program simulasi PhET sangat banyak manfaatnya dalam pembelajaran IPA, dan para guru dalam pemanfaatannya terkendala dalam membuat variasi dan terbatas waktu. Dalam proses pembelajaran IPA maupun dalam waktu luang, para siswa kurang diberi kesempatan melatih/mencoba penggunaan alat laboratorium dan latihan program simulasi PhET secara optimal. Demikian pula, dalam pembelajaran IPA yang memanfaatkan simulasi-simulasi yang ada belum pernah dilakukan, para guru fisika memanfaatkan TIK yang terkait akses internet, akan tetapi pemanfaatan internet belum secara optimal digunakan dalam proses belajar mengajar. Hasil wawancara menunjukkan bahwa ada 2 orang guru IPA SMPN 1 dan 2 orang guru IPA SMPN 6 Singaraja yang sering menggunakan internet dalam proses belajar mengajar IPA. Namun, pemanfaatan internet baru sebatas menelusuri soal latihan, dan menugaskan menelusuri artikel penerapan fisika dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, para guru IPA ada yang mengakses animasi/simulasi, bahkan ada video yang terkait IPA di Youtube.com yang digunakan dalam pembelajaran, tetapi sifatnya hanya sewaktu-waktu. Ada juga guru yang mendownload video, animasi/simulasi kemudian digunakan dalam pembelajaran, tapi sifatnya tidak tentu. Meskipun guru telah memanfaatkan web, namun belum tersedia media web yang memfasilitasi peningkatan keterampilan berpikir. Ada guru yang menggunakan materi IPA seperti materi fisika tertentu sebagai acuan dalam pembelajaran IPA, namun bahan ajar tersebut itu belum mengarah pada pencapaian perolehan HOTS. Sumber referensi pembelajaran yang digunakan selama ini masih buku atau bahan ajar yang bersifat linier. Bahan ajar linier adalah bahan ajar atau buku yang berisikan deskripsi/uraian konsep-konsep, contoh soal dengan penyelesaian, dan latihan soal. Di lain pihak, walaupun guru sudah menggunakan memanfaatkan web untuk mencari sumber belajar IPA, namun modul ajar yang belum ada bahan yang berbasis masalah yang mengarah pada perolehan capaian HOTS.

Kendala-kendala dan tantangan yang dihadapi para guru IPA dalam penggunaan PBL yang terintegrasi dengan simulasi PhET yaitu terkendala dalam memfasilitasi masalah kompleks tak terstruktur atau *ill-structure*, keterbatasan waktu, hanya siswa yang berkemampuan di atas rata-rata saja bisa menyelesaikan pemecahan masalah yang kompleks. Guru-guru IPA belum bisa optimal dalam memfasilitasi pembuatan aneka variasi simulasi berbasis ICT, khususnya variasi simulasi PhET. Program simulasi PhET sebenarnya dapat memfasilitasi praktikum IPA, namun terbentur pada lambatnya akses internet, dan belum ada pedoman/petunjuk simulasi PhET, serta latihan-latihan dalam rangka perolehan HOTS siswa belum optimal

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan paparan pada hasil analisis kebutuhan pengembangan Pengembangan Model BPBLR dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa SMP di atas, maka beberapa poin penting disimpulkan seperti berikut. 1) Hasil studi tentang kajian pustaka yaitu: (a) daftar isian prinsip dan konsep IPA tentang suhu, kalor, dan pemuai yang fundamental/esensial, dan penting/strategis, (b) karakteristik model BPBLR meliputi, dasar teori, tujuan, sintaks, dan lingkungan belajar. 2) Produk kegiatan studi lapangan sebagai berikut. (a) Daftar konsep-konsep esensial dan strategis yang telah diterapkan sama seperti yang diacu pada kurikulum merdeka dan buku rujukan. (b) Daftar alat lab dan ICT yang tersedia memadai, namun belum tersedia media web yang mewadahi model BPBLR, baik terkait isi, media, maupun desain pembelajaran. (c) Referensi sebagai sumber belajar ini cukup memadai, namun belum tersedia referensi yang bermuatan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS), (d) Metode yang biasa diterapkan guru adalah ceramah, diskusi, tanya jawab, kadang-kadang koperatif, PBL, dan pembelajaran berbasis web, namun belum tersedia media web yang memfasilitasi peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS), (e) Kendala-kendala yang dihadapi guru dalam pembelajaran PBL dan pemanfaatan ICT yang inovatif, yaitu terkendala keterbatasan waktu, membuat masalah *ill-structure*, hanya siswa yang pintar saja yang dapat memecahkan masalah. Guru-guru fisika belum optimal memanfaatkan ICT karena keterbatasan penggunaan lab komputer, keterbatasan akses internet, dan belum ada acuan sumber-sumber dalam pembelajaran berbasis ICT.

## 6. Ucapan Terimakasih

Seiring telah dilaksanakan proses analisis kebutuhan terkait penelitian Pengembangan Model BPBLR berbantuan PhET dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa SMP, kami menghaturkan banyak terima kasih kepada Kepala Sekolah, Wakil Kepala Sekolah Kurikulum, dan para guru IPA SMPN 1 dan SMPN 6 Singaraja yang telah membantu pelaksanaan dan mendukung dengan penuh ketulusan proses penelitian ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, S., & Dwikoranto. (2022). Penerapan Model *Problem Based Learning* Berbantuan Laboratorium Virtual PhET untuk Meningkatkan HOTS Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 9–18.
- Alti, R. P., Lufri, Helendra, H., & Yogica, R. (2021). Pengembangan Instrumen asesmen berbasis literasi sains tentang materi keaneragaman hayati kelas X. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(1), 53-58.
- Ambarli, S., Syahril, Z., & Sukardjo, M. (2020). Pengaruh Model Blended Learning Rotasi dan Kecerdasan Intrapersonal terhadap Hasil Belajar IPA di SMP. *Jurnal Visipena*, 11(1), 16-32.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York: Longman.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach, Ninth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Astuti, O. W., Zulyusri, & Putri, D. H. (2017). Pengembangan Instrumen Asesmen Berbasis Literasi Sains pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII Semester II. (*Develompent of the Scientific Literacy Assessment Based on Science Subjects Class VIII Semester II*). *Journal Biosains*. 1(2): 227-234.
- Brooks, J.G., & Brooks, N.G. (1993). *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Donnelly, R. & McSweeney, F. (2009). *Applied e-learning and e-teaching in higher education*. New York: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Eldy, F.E., & Sulaiman, F. (2019). PBL Online Learning in Thermodynamics and Statistical Physics: Students' Readiness. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. 8(6S3), 355-359.
- Fananta, M. R., Widjiasih, A. E., Setiawan, R., Hanifah, N., Miftahussururi, Nento, M. N., Akbari, Q. S., & Ayomi, J.M. (2017). *Materi Pendukung Literasi Sains Gerakan Literasi Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Finkelstein, N. (2006). "Hightech Tools For Teaching Physics:The Physics Education Technology Project". *Merlot journal of online learning and teaching*. Vol. 2 (3): 110-121.
- Finkelstein, N.D., Perkins, K.K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2004). "Can Computer Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories?", Physics Education Research Conference Proceedings. Tersedia pada [http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Finkelstein\\_PER\\_C1.Pdf](http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Finkelstein_PER_C1.Pdf)
- Finkelstein, N.D., Adams, W., Keller, C.J., Kohl, P., Podolefsky, N., & Reid. (2005). "When learning about the real world is better done virtually: A Study of substituting computer simulation for laboratory



- equipment". Physical Review Special Topics- Physics Education Research. Tersedia pada di <http://prst-per.aps.org/abstract/PRSTPER/v1/i1/e010103>
- Gurría, A. (2019). *Programme for international student assessment 2 PISA 2018 results in focus*. OECD Secretary-General.
- Ibrahim, M., & Nur, M. (2004). *Pembelajaran berdasarkan masalah*. Unesa-University Press. Surabaya.
- Jatmiko, B., Prahani, B.K., Supardi, M.Z.A.I., Wicaksono, I., Erlina, N., Pandiangan, P., Rosyid, A., Zainuddin. (2018). The Comparison of OR-IPA Teaching Model and Problem Based Learning Model Effectiveness to Improve Critical Thinking Skills of Pre-Service Physics Teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 15 (4), 300- 319.
- Kemendikbud, 2016. *Panduan Pembelajaran untuk Sekolah Menengah Pertama*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Khistow, B. (2011). Blended Learning in Higher Education: a Study of a Graduate School of Business, Trinidad and Tobago. *Caribbean Teaching Scholar*, 1(2), 115-128.
- Lawson, A.E. (1998). *Science Teaching and The Development of Thinking*. California: Wadworth Publishing Company.
- Maryani, I., Fatmawati, L., Erviana, V.Y., & Mahmudah, F.N. (2022). *NEOBEL (New Era of Blended Learning) ; Upaya Recovery Pandemic Covid-19 di Sekolah Dasar*. Yogyakarta: Penerbit K-Media.
- Moeller, S., Spitzer, K. & Sprecksen, C. (2010). How to configure blended problem based learning- Results of a randomized trial. *Medical Teacher* 2010; 32: e328-e346.
- Naidu, S. (2006). *E-Learning: A Guidebook of Principles, Procedures and Practices*. 2nd Ed. Electronic Book. pp:1-2.
- Novili, W. I., Setiya U., Duden Saepuzaman., & Saeful K. (2017). Penerapan Scientific Approach dalam Upaya Melatihkan Literasi Saintifik dalam Domain Kompetensi dan Domain Pengetahuan Siswa SMP pada Topik Kalor. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*. 8(1):57-63.
- OECD (2023), *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Pratiwi, N. P. W., Dewi, N. L. P. E. S., & Paramartha, A. A. G. Y. (2019). The Reflection of HOTS in EFL Teachers' Summative Assessment. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 3(3), 127-133.
- Prihatni, Y., Kumaidi, & Mundilarto. (2016). Pengembangan instrumen diagnostik kognitif pada mata pelajaran IPA di SMP. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 20(1), 111-125. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpep/article/view/7524>
- Ramirez, R.P.B., & Ganaden, M.S. (2008). Creative activities and students' higher order thinking skills. *Education Quarterly*. 66(1), 22-33.
- Shofiyah, N., dan Fitri E. W. (2018). Model Problem Based Learning (PBL) dalam melatih scientific reasoning siswa. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, 3(1), 33-.
- Sparman, U. (2021). *Bagaimana Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (Hots) Peserta Didik*. Bnadar Lampung: Pusaka Media.
- Staker, H. & Horn. M. B. (2012). Classifying K-12 Blended Learning. (Online). Tersedia di: <https://eric.ed.gov/?id=ED535180>
- Sujanem, R. (2024). Integrasi Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dan Karakter dalam Pembelajaran Fisika Pada Abad 21. *Makalah* disajikan pada seminar Nasional Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Palangka Raya, Tanggal 24 Agustus 2024
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2024).** Efektivitas Bahan Ajar IPA Berbantuan PhET dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Hots Siswa SMP. *Prosiding Seminar Nasional Riset Inovatif (SENARI) Undiksha Ke-9. 2024*, 666-670
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2023). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Modul Fisika Interaktif Berbasis Masalah dalam Model BPBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Sains, Teknologi dan Pembelajarannya (SEMNISTEP) Tahun 2023*.
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2023). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi PhET Pengembangan E-Modul Ajar Fisika Interaktif berbasis Masalah Berbantuan PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas X SMA. *Laporan Penelitian Pengembangan Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi PhET dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 12(2), 181-191.

- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2020). The Effectiveness of Problem- Based Interactive Physics E-Module on High School Students' Critical Thinking. *Journal of Physics: Conf.* 1503 (2020) 012025
- Sujanem, R., & Suwindra, I.N.P. (2020). Efektivitas E-Modul Sukaberma dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMAN 2 Singaraja. *Prosiding Seminar Nasional Riset Inovatif (Senari) 7 Undiksha 2020*
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2018). Efektivitas E-modul Fisinbermadalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMAN 2 Singaraja. *Prosiding Seminar Nasional Riset Inovatif (SENARI) Undiksha Ke-6.* 2018, 666-670.
- Sulaiman, F. (2011). The Effectiveness of PBL Online on Students' Creativity and Critical Thinking in Physics at Tertiary Level in Malaysia. (Tesis doktor, Centre for Science & Technology Education Research University of Waikato, Hamilton, New Zealand).
- Sulaiman, F. (2013). The Effectiveness of PBL Online on Physics Students' Creativity and Critical Thinking: A Case Study at Universiti Malaysia Sabah. *International Journal of Educational and Research*, 1(3), 1-12.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times.* Jossey-Bass/Wiley.