

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PBL DENGAN *PHET*
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS MATEMATIS SISWA**

SKRIPSI

Oleh:
ALFIATIN NADHIROH
NIM D74216039



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
PRODI PENDIDIKAN MATEMATIKA**

JULI 2021

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALFIATIN NADHIROH
NIM : D74216039
Jurusan/Program Studi : PMIPA/PENDIDIKAN MATEMATIKA
Fakultas : TARBIYAH DAN KEGURUAN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 18 Juni 2021

Yang Membuat Pernyataan



ALFIATIN NADHIROH
NIM. D74216039

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Skripsi oleh:

Nama : ALFIATIN NADHIROH

NIM : D74216039

Judul : EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PBL DENGAN *PHE*T
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS MATEMATIS SISWA

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk disajikan.

Surabaya, 27 Juli 2021

Pembimbing I



Prof. Dr. Kusaeri, M.Pd.
NIP. 197206071997031001

Pembimbing II



Dr. Suparto, M.Pd.I.
NIP. 196904021995031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

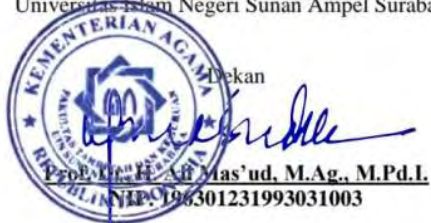
Skripsi oleh Alfiatin Nadhiroh ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Skripsi

Surabaya, 26 Juli 2021

Mengesahkan, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya



Tim Penguji

Penguji I

Maunah Setyawati, M.Si
NIP. 197411042008012008

Penguji II

Yuni Arrifadah, M.Pd
NIP. 197306052007012048

Penguji III

Prof. Dr. Kusaeri, M.Pd
NIP. 197206071997031001

Penguji IV

Dr. Suparto, M.Pd.I
NIP. 196904021995031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ALFIATIN NADIHIROH
NIM : D74216039
Fakultas/Jurusan : TARBIYAH DAN KEGURUAN/PENDIDIKAN MATEMATIKA
E-mail address : alfiatinnadhiroh05@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PBL DENGAN *PAET* UNTUK MENINGKATKAN

KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 01 Juli 2021

Penulis


(Alfiatin Nadhiroh)

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PBL DENGAN *PHET* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA

Oleh:
ALFIATIN NADHIROH

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap kemampuan berpikir kritis berhubungan erat dengan situasi dunia yang bersifat dinamis, cepat berubah, dan tidak mudah ditebak. Berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh siswa untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi persaingan di era revolusi industri 4.0. Selain itu, dalam PerMenDikNas Nomor 36 tahun 2018 memuat tentang penyempurnaan pola pikir melalui penguatan pola pembelajaran kritis. Salah satu model pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa adalah model PBL yang dipadu dengan media *PhET*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan rancangan media *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dan efektivitas penggunaan PBL dengan media *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Penelitian ini berjenis deskriptif kualitatif. Subjek dalam penelitian ini adalah 25 siswa kelas VIII A di MTsN Negeri 1 Lamongan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah catatan lapangan, observasi, tes, dan angket.

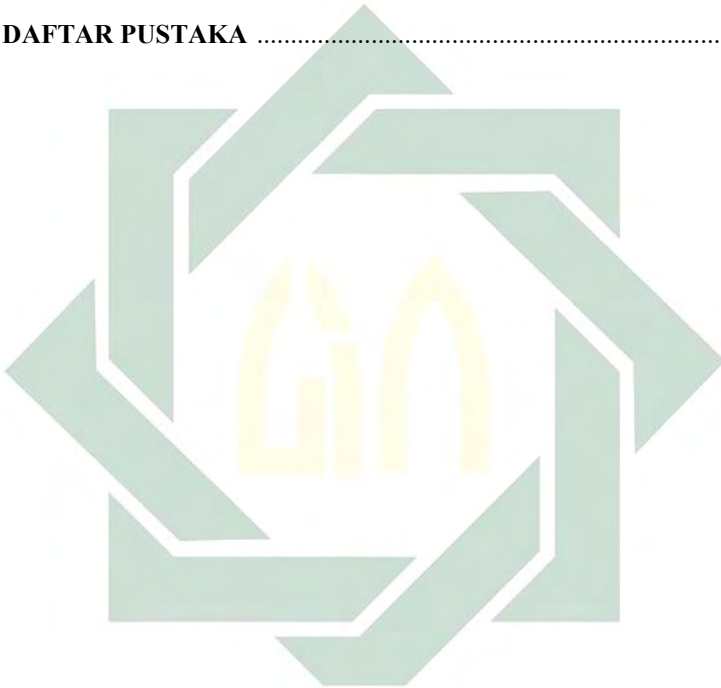
Data penelitian dianalisis dan diperoleh hasil sebagai berikut: media *PhET* dirancang dengan menggunakan tiga tahapan IDI, yaitu *define* yang terdiri dari analisis kebutuhan media; menyimpulkan analisis kebutuhan media; menyusun kerangka media *PhET*; dan membuat konsep desain media *PhET*, *development* yang terdiri dari merancang media *PhET*; validasi media *PhET*; dan revisi media *PhET*, dan *evaluate* yang terdiri dari penggunaan media *PhET*. Hasil observasi aktivitas siswa memperoleh persentase 92,2% dan mencapai kriteria sangat aktif. Hasil observasi kemampuan guru melaksanakan RPP memperoleh skor 3,53 dan mencapai kriteria sangat baik. Hasil analisis data tes kemampuan berpikir kritis matematis dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pre test* dan *post test* setelah diterapkan pembelajaran model PBL dengan *PhET*. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan hasil dari uji *paired sample t-test* dimana nilai sig lebih kecil dari 0,005 yaitu $0,000 \leq 0,005$, sehingga hipotesis diterima dan rata-rata nilai *post test* lebih tinggi daripada rata-rata nilai *pre test* yaitu $67,52 > 55,88$. Hasil angket respon siswa memperoleh persentase 91,85% dan mencapai kriteria sangat positif. Dengan tercapainya semua kriteria keefektifan yang telah ditentukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan PBL dengan *PhET* efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Kata Kunci: Efektivitas, PBL, *PhET*, Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
PENGESAHAN TIM PENGUJI	v
PERNYATAAN PUBLIKASI	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	9
E. Batasan Penelitian	10
F. Definisi Operasional	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	13
A. <i>Problem Based Learning (PBL)</i>	13
B. <i>Physics Education and Technology (PhET)</i>	26
C. Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	30
D. <i>Problem Based Learning (PBL)</i> dengan <i>PhET</i>	36
E. Efektivitas PBL dengan <i>PhET</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa	39
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian	43
B. Tempat dan Waktu Penelitian	44
C. Subjek Penelitian	45
D. Teknik Pengumpulan Data	45
E. Instrumen Penelitian	47
F. Keabsahan Data	50
G. Teknik Analisis Data	51
H. Prosedur Penelitian	61

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	63
A. Hasil Penelitian	63
B. Pembahasan	97
BAB V PENUTUP	107
A. Simpulan	107
B. Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sintaks atau Langkah-Langkah Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	23
Tabel 2.2	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Menurut Ennis	35
Tabel 2.3	Indikator yang dianalisis	36
Tabel 3.1	Gambaran Kegiatan Penelitian	45
Tabel 3.2	Kriteria Aktivitas Siswa	52
Tabel 3.3	Kriteria Kemampuan Guru Melaksanakan RPP	53
Tabel 3.4	Kriteria Respon Siswa	61
Tabel 4.1	Rincian Waktu dan Hasil Kegiatan Merancang Media <i>PhET</i>	63
Tabel 4.2	Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi	71
Tabel 4.3	Daftar Nama Validator Media <i>PhET</i>	79
Tabel 4.4	Daftar Revisi Media <i>PhET</i>	79
Tabel 4.5	Data untuk Evaluasi Keefektifan Media <i>PhET</i>	80
Tabel 4.6	Data Hasil Observasi Aktivitas Siswa	81
Tabel 4.7	Kategori Aktivitas Siswa	82
Tabel 4.8	Data Hasil Observasi Kemampuan Guru Melaksanakan RPP	85
Tabel 4.9	Deskripsi Hasil <i>Pre Test</i> dengan SPSS	87
Tabel 4.10	Deskripsi Hasil <i>Post Test</i> dengan SPSS	88
Tabel 4.11	Hasil Uji Normalitas dengan SPSS	89
Tabel 4.12	Hasil Keputusan Uji Normalitas	89
Tabel 4.13	Hasil Uji Homogenitas dengan SPSS	90
Tabel 4.14	Hasil Keputusan Uji Homogenitas	90
Tabel 4.15	Tabel Output <i>Paired Samples Statistics</i> dengan SPSS	91
Tabel 4.16	Tabel Output <i>Paired Samples Corellations</i> dengan SPSS	92
Tabel 4.17	Tabel Output <i>Paired Samples Test</i> dengan SPSS	92
Tabel 4.18	Hasil Keputusan Uji <i>Paired Sample T-test</i>	93
Tabel 4.19	Data Angket Respon Siswa	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Problem Based Learning (PBL)</i>	24
Gambar 4.1	Histogram Nilai <i>Pre Test</i>	86
Gambar 4.2	Histogram Nilai <i>Post Test</i>	87





BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dokumen Kemendikbud (2017) menyebutkan tentang kompetensi kecakapan abad 21 yang dikenal dengan istilah 4C¹. 4C singkatan dari berpikir kritis (*critical thinking*), komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaboration*), dan kreativitas (*creativity*)². Berpikir kritis merupakan sebuah proses sistematis yang memungkinkan seseorang untuk merumuskan serta mengevaluasi keyakinan dan pendapatnya sendiri³. Selanjutnya, kemampuan komunikasi adalah kemampuan siswa dalam menyampaikan ide atau gagasan baik secara lisan maupun tulisan⁴. Kolaborasi adalah suatu kemampuan bekerja sama dalam mengerjakan sesuatu secara bersama-sama dengan satu tujuan yang sama⁵. Yang terakhir adalah kreativitas yakni cara-cara berpikir yang *divergen*, berpikir yang produktif, berdaya cipta berpikir *heuristik*, dan berpikir secara *lateral*⁶. Seluruh kompetensi tersebut perlu dimiliki seseorang agar berhasil menghadapi tantangan kehidupan yang semakin kompleks dan penuh ketidakpastian. Oleh sebab itu, kompetensi kecakapan abad 21 perlu diintegrasikan ke dalam pembelajaran untuk mempersiapkan siswa menghadapi kehidupannya di masa mendatang.

Penelitian ini akan memilih kompetensi kecakapan berpikir kritis. Hal ini dikarenakan oleh kebutuhan terhadap kemampuan berpikir kritis berhubungan erat dengan situasi dunia yang bersifat dinamis, cepat berubah, dan tidak mudah ditebak⁷. Selain itu,

¹ Indah Agustina, "Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika di Era Revolusi Industri 4.0", *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 8: 2, (Desember, 2019), 2.

² Kemendikbud, *Panduan Implementasi Kecakapan Abad 21 Kurikulum 2013 di Sekolah Menengah Atas*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA, 2017), 6-8.

³ Heris Hendriana, Euis Eti Rohaeti & Utari Sumarmo, *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa*, (Bandung: PT Refika Aditama, 2017), 96.

⁴ Hodiyanto, "Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika", *Jurnal AdMathEdu*, 7: 1, (Juni, 2017), 11.

⁵ Halani Felda Sunbanu, Mawardi & Krisma Widi Wardani, "Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Two Stay Twostay di Sekolah Dasar", *Jurnal Basicedu*, 3: 4, (November, 2019), 2038.

⁶ Kemendikbud, Op. Cit, 7.

⁷ Siti Riyadhotul Janah, Hardi Suyitno, & Isnaini Rosyida, "Pentingnya Literasi Matematika dan Berpikir Kritis Matematis dalam Menghadapi Abad ke-21", *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, (2019), 906.

berpikir kritis juga merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh siswa untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi persaingan di era revolusi industri 4.0⁸. Dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 36 tahun 2018 juga memuat tentang penyempurnaan pola pikir yang dapat dilakukan melalui penguatan pola pembelajaran kritis⁹. Oleh sebab itu, perlu untuk dilakukan penelitian terkait kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa di Indonesia, sekaligus menerapkan inovasi pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan kemampuan tersebut.

Menurut Tilaar berpikir kritis merupakan tujuan yang ideal dalam pendidikan, sebab hal tersebut akan mempersiapkan siswa untuk menghadapi kehidupan kedewasaannya¹⁰. Selain itu, Potter juga mengatakan bahwa berpikir kritis perlu dikembangkan pada siswa untuk menghadapi adanya ledakan informasi¹¹. Dengan berpikir kritis, siswa akan mampu menganalisis serta mengevaluasi sumber informasi dan kemudian memutuskan untuk menggunakan informasi yang benar berdasarkan pertimbangan tertentu.

Seorang pelopor pembelajaran Elaine Johnson mengemukakan tentang pentingnya berpikir kritis yakni siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang memadai kemungkinan besar dapat mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi berbagai tantangan dengan cara yang terorganisir, merumuskan pertanyaan inovatif, serta merancang penyelesaian dari suatu permasalahan¹². Oleh sebab itu, seseorang perlu memiliki kemampuan berpikir kritis, karena kemampuan tersebut sangat berguna untuk menghadapi kehidupan sekarang dan masa mendatang. Dengan berpikir kritis, seseorang akan mampu berpikir

⁸ Kusaeri & Ali Ridho, "Learning Outcome of Mathematics and Science: Features of Indonesian Madrasah Students", *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 23: 1, (Juni, 2019), 96.

⁹ Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 59 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah, *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 36 Tahun 2018*, (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 14 Desember 2018), 2.

¹⁰ H.A.R. Tilaar, *Pedagogik Kritis, Perkembangan, Substansi dan Perkembangannya di Indonesia*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2011), 7.

¹¹ Linda Zakiah & Ika Lestari, *Berpikir Kritis dalam Konteks Pembelajaran*, (Bogor: Erzatama Karya Abadi, 2019), 8.

¹² Elaine B. Johnson, *Contextual Teaching and Learning*, (California: Corwin Press, 2002), 9.

secara rasional, selektif dalam menerima informasi, dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan.

Menurut Anderson, bila kemampuan berpikir kritis dikembangkan, siswa akan cenderung untuk mencari kebenaran, berpikir secara *divergen* (terbuka dan toleran terhadap ide-ide baru), dapat menganalisis permasalahan dengan baik, berpikir secara sistematis, dipenuhi rasa ingin tahu, dewasa dalam berpikir serta dapat berpikir secara mandiri¹³. Dengan berpikir kritis, siswa akan memiliki kebiasaan untuk berpikir secara mendalam dan menjalani hidup dengan pendekatan yang cerdas, seimbang, dan dapat dipertanggungjawabkan¹⁴. Dengan demikian, berpikir kritis sangat penting ditingkatkan dalam dunia pendidikan, khususnya melalui pembelajaran matematika. Sebab materi dalam pelajaran matematika bersifat abstrak sehingga siswa harus memiliki kemampuan berpikir kritis agar dapat menyelesaikan permasalahan dalam matematika. Dengan berpikir kritis siswa akan mampu mengambil keputusan yang berdasarkan evaluasi data, penerimaan, dan penguasaan data, analisis data serta mempertimbangkan aspek kualitas dan kuantitas data.

Permasalahan yang dihadapi sekarang adalah bagaimana cara memunculkan serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui pembelajaran matematika¹⁵. Sebab, pembelajaran matematika yang dilaksanakan di sekolah belum sepenuhnya mampu melatih kemampuan berpikir kritis¹⁶. Hal ini menandakan adanya permasalahan dalam pembelajaran yang menyebabkan belum tercapainya kemampuan berpikir siswa. Dengan kata lain, pentingnya kemampuan berpikir kritis belum didukung oleh pencapaian berpikir kritis itu sendiri.

¹³ Dede Salim Nahdi, "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Penalaran Matematis Siswa Melalui Model Brain based Learning", *Jurnal Cakrawala Pendas*, 1: 1, (Januari, 2015), 14.

¹⁴ Dina Meilinda Br. Sirait, "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas VIII SMP", *Cartesius: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2: 1, (Juni, 2019), 78.

¹⁵ Reviandari Widyaningtyas, Yaya S. Kusumah, Utari Sumarmo & Jozua Subandar, "The Impact of Problem Based-Learning Approach Tosenior High School Students' Mathematics Critical Thinking Ability", *Journal of Mathematics Education*, 6: 2, (2015), 31.

¹⁶ Eny Sulistiani & Masrukan, "Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA", *Seminar Nasional Matematika Universitas Negeri Semarang*, (10, pp. 605-612), (2016), 605.

Salah satu penyebabnya adalah pembelajaran matematika di sekolah saat ini lebih didominasi oleh upaya untuk menuntaskan materi pelajaran daripada membuat siswa memahami materi pelajaran yang diajarkan, hal ini tentu saja mengakibatkan kurangnya perhatian terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa¹⁷. Selama ini, sebagian besar permasalahan matematika yang diberikan kepada siswa di sekolah hanya berkaitan dengan kemampuan mengaplikasikan rumus, prosedur atau algoritma matematika saja¹⁸. Hal ini tentu menjadi sebuah sifat dan budaya belajar yang membuat siswa tidak terbiasa dalam menyelesaikan permasalahan matematika yang membutuhkan kemampuan berpikir kritis¹⁹. Sebab siswa terbiasa menyelesaikan permasalahan sederhana yang dalam penyelesaiannya cukup mengikuti rumus yang ada atau menerapkan langkah-langkah dari guru.

Di sekolah yang akan menjadi lokasi atau tempat penelitian ini akan dilaksanakan, belum banyak guru yang menggunakan model pembelajaran tertentu sebagai bentuk inovasi pada proses pembelajarannya terutama guru mata pelajaran matematika. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran konvensional yang masih menjadi budaya di kalangan para pengajar. Selain itu, metode ceramah yang selalu digunakan dalam menyampaikan materi menciptakan suasana yang membosankan selama pembelajaran berlangsung, sehingga siswa menjadi kehilangan minat dan motivasi untuk belajar. Siswa di sekolah tersebut juga cenderung bersikap pasif, kurang dalam menanggapi informasi, dan lebih memilih diam daripada mengajukan pertanyaan atau berpendapat yang menjadi ciri kurangnya kemampuan siswa dalam berpikir kritis. Seluruh informasi terkait sekolah tersebut diketahui oleh peneliti sewaktu menjalani program PPL di sana. Oleh karena itu, menurut peneliti perlu dilakukan suatu penelitian yang dapat mengatasi masalah tersebut yakni inovasi pada pembelajaran di kelas untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

¹⁷ Rizal Laode Sadikin & Guntur Maulana Muhammad, "Improving Mathematical Critical Thinking Skills by Brain Based Learning Model for High School (Classroom Action Research)", *Journals of Mathematics Education*, 1: 1, (April, 2018), 17.

¹⁸ Kusaeri & Anindito Aditomo, "Pedagogical Beliefs about Critical Thinking among Indonesian Mathematics Pre-service Teachers", *International Journal of Instruction*, 12: 1, (Januari, 2019), 574.

¹⁹ Kusaeri, Asep Saepul Hamdani, & Suprananto, "Student Readiness and Challenge in Completing Higher Order Thinking Skill Test Type for Mathematics", *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 8: 1, (Februari, 2019), 76.

Menurut Zamroni dan Mahfudz kemampuan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui empat cara, yaitu: (1) model pembelajaran tertentu, (2) pemberian tugas mengkritisi buku, (3) penggunaan cerita, dan (4) penggunaan pertanyaan socrates²⁰. Penelitian ini akan memilih model pembelajaran sebagai cara untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Salah satu model pembelajaran yang dapat membuat siswa aktif bekerja sama dan berpikir kritis dalam permasalahan matematika adalah *Problem Based Learning* (PBL)²¹. Dipilihnya PBL pada penelitian ini karena model pembelajaran tersebut dikembangkan untuk membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikirnya²². Selain itu, topik pembelajarannya yang mengaitkan dengan pengalaman dunia nyata yang dialami siswa mampu memberikan kesan bermakna sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa itu sendiri²³. Dengan demikian, siswa juga akan terlatih untuk bersikap kritis dalam menyelesaikan permasalahan di kehidupannya, sebab pengalaman dunia nyata erat kaitannya dengan keseharian siswa dan peristiwa yang dialaminya.

Problem Based Learning (PBL) atau dalam bahasa Indonesia dikenal dengan istilah Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) adalah sebuah model pembelajaran yang dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis dengan cara siswa diminta untuk mengidentifikasi suatu masalah, kemudian menyelesaikannya dengan bekerja sama secara kolaboratif dalam suatu kelompok untuk menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi²⁴. Menurut Moffit, PBL adalah sebuah pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata

²⁰ Zamroni & Mahfudz, *Panduan Teknis Pembelajaran yang Mengembangkan Critical Thinking*, (Jakarta: Depdiknas, 2009), 30.

²¹ Sri Hartini & Nani Ratnaningsih, "Implementasi Model Problem Based Learning Pengaruhnya Terhadap Kecemasan Peserta Didik, Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kritis Matematis", *Prosiding Seminar Matematika*, (2016), 161.

²² Delima Sari Manik & Juru Bahasa Sinuraya, "Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMAN 5 Medan", *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 5: 2, (April, 2019), 36.

²³ Haris Munandar, Sutrio, & Muhammad Taufik, "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media Animasi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Fisika Siswa SMAN 5 Mataram Tahun Ajaran 2016/2017", *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4: 1, (Juni, 2018), 112.

²⁴ Eser Ceker & Fezile Ozdamli, "Features and Characteristics of Problem Based Learning", *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 11: 4, (2016), 196.

sebagai konteks pembelajaran bagi siswa untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah²⁵. Dengan demikian, melalui PBL siswa akan diajak untuk belajar menyelesaikan masalah dunia nyata dengan cara bekerja sama dalam kelompok untuk menemukan solusi permasalahan.

Fokus pembelajaran PBL terdapat pada permasalahan yang dipilih. Siswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep yang relevan dengan masalah yang dihadapi, namun juga memperoleh pengalaman belajar yang berhubungan dengan keterampilan dalam menerapkan metode ilmiah pada pemecahan masalah sehingga menumbuhkan pola berpikir kritis²⁶. Pemilihan model pembelajaran PBL sebagai upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis juga diperkuat oleh hasil penelitian Gokhale yang menemukan bahwa siswa yang berpartisipasi dalam pembelajaran kolaboratif menunjukkan kinerja lebih baik pada tes berpikir kritis daripada siswa yang belajar secara individu²⁷. Hal itu disebabkan oleh adanya interaksi antar anggota kelompok yang merangsang siswa untuk berpikir serta mempertimbangkan alasan yang tepat untuk memperkuat argumentasinya sehingga dapat diterima oleh anggota lainnya.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait implementasi model pembelajaran PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Reviandari Widyaningtyas dkk mendapati kesimpulan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran PBL memiliki kemampuan berpikir kritis matematis lebih baik dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional²⁸. Kesimpulan tersebut diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Aprilia Sianturi dkk yakni kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mengikuti pembelajaran PBL lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti

²⁵ Reviandari Widyaningtyas, Yaya S. Kusumah, Utari Sumarmo & Jozua Subandar, Op. Cit., 32.

²⁶ Aprilia Sianturi, Tetty Natalia Sipayung, & Frida Marta Argareta Simorangkir, "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMPN 5 Sumbul", *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6: 1, (Maret, 2018), 31.

²⁷ Anu A. Gokhale, "Collaborative Learning and Critical Thinking", *Journal of Springer*, 1: 9, (2017), 634.

²⁸ Reviandari Widyaningtyas, Yaya S. Kusumah, Utari Sumarmo & Jozua Subandar, Op. Cit, 37.

pembelajaran konvensional²⁹. Selain itu, penelitian oleh Dina Meilinda diperoleh kesimpulan bahwa model pembelajaran berbasis masalah berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa³⁰. Dari ketiga penelitian terdahulu tersebut dapat ditemukan kesamaan pada hasil penelitiannya, yaitu pembelajaran PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Namun ketiganya sama-sama hanya mengimplementasikan PBL saja, sedangkan pada penelitian ini akan memadukan PBL dengan suatu media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

Selain model pembelajaran, penggunaan media juga turut menentukan kualitas pembelajaran³¹. Pemanfaatan media yang relevan di dalam kelas dapat mengoptimalkan proses pembelajaran³². Menurut Rossi dan Breidle, media pembelajaran adalah seluruh alat dan bahan yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pendidikan seperti buku, majalah, koran, televisi, radio dan sebagainya³³. Oemar Hamalik mendefinisikan media sebagai teknik yang digunakan dalam rangka untuk meningkatkan keefektifan komunikasi antara guru dan siswanya dalam proses pembelajaran di sekolah³⁴. Melalui penggunaan media guru akan lebih mudah dalam menyampaikan materi dan siswa dapat merasakan pembelajaran yang lebih konkret. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami matematika secara teori namun juga melihatnya secara lebih nyata, sebab pada dasarnya matematika adalah ilmu yang bersifat abstrak.

Beberapa penelitian terkait implementasi PBL menunjukkan hasil yang baik dengan menambahkan penggunaan media dalam pembelajarannya. Penelitian yang dilakukan oleh Fatma Yuny Isnaeny dkk memadukan multimedia interaktif dengan PBL untuk

²⁹ Aprilia Sianturi, Tetty Natalia Sipayung & Frida Marta Argareta Simorangkir, Op. Cit, 40.

³⁰ Dina Meilinda Br. Sirait, Op. Cit, 88.

³¹ Muhammad Erwin Dasa Yuafi, "Pengaruh Penerapan Media Pembelajaran *PhET* (Physics Education Technology) Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X TITL pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik di SMKN 7 Surabaya", *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4: 2, (2015), 408.

³² Isran Rasyid Karo-Karo S & Rohani, "Manfaat Media dalam Pembelajaran", *Jurnal AXIOM*, 7: 1, (Juni, 2018), 91.

³³ Wina Sanjaya, *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, (Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2007), 163.

³⁴ Umar, "Media Pendidikan: Peran dan Fungsinya dalam Pembelajaran", *Jurnal Tarbiyah*, 11: 1, (Juli, 2014), 133.

meningkatkan kemampuan berpikir kritis³⁵. Selain itu penelitian oleh Noer Chadijah L Sam dkk yang memadukan media video dengan PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa³⁶. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Dewi Endang Lestari dkk yang memadukan media kokami dengan PBL untuk mengetahui efektivitasnya terhadap prestasi belajar matematika siswa³⁷. Dari dua penelitian pertama memiliki kesamaan yakni memadukan PBL dengan media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, namun keduanya tidak menggunakan mata pelajaran matematika. Sedangkan penelitian yang terakhir memadukan PBL dengan media pembelajaran pada mata pelajaran matematika, namun tidak bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Oleh sebab itu, penelitian ini ingin memadukan PBL dengan suatu media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran matematika.

Salah satu media pembelajaran inovatif yang kini banyak digunakan adalah media simulasi *PhET*³⁸. *Physics Education Technology* atau biasa disebut dengan *PhET* adalah sebuah media simulasi interaktif yang menggunakan bahasa pemrograman Java dan *Flash*³⁹. Media ini dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat dengan tujuan untuk membantu siswa dalam memahami konsep secara visual⁴⁰. Media *PhET*

³⁵ Fatma Yuni Isnaeny, Sajidan, & Mohammad Masykuri, "Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi UMS pada Materi Sistem Gerak Manusia", *Jurnal Inkuiri*, 7: 1, (2018), 111-120.

³⁶ Noer Chadijah L Sam, Syahrul, & Hendra Jaya, "Efektivitas Penerapan Model *Problem Based Learning* Menggunakan Media Video untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Mata Pelajaran Jaringan Dasar", *Jurnal Media Komunikasi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 5: 2, (Agustus, 2018), 112-123.

³⁷ Dewi Endang Lestari, Nizaruddin, & Yanuar Hery Murtianto, "Efektivitas Model Pembelajaran PBL Berbantuan Media Kokami Ditinjau dari Gaya Belajar Terhadap Prestasi Belajar Matematika", *Jurnal Aksioma*, 8: 2, (November, 2017), 68-76.

³⁸ A. M. Miftah Farid, Andi Rafiq Faradiyah, Aini Maghfira, & Asrianti Putri Lestari, "Pengaruh Media Simulasi PhET Menggunakan Model Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik", *Jurnal Nalar Pendidikan*, 6: 2, (Desember, 2018), 106.

³⁹ Syarifah Lely Fithriani, A. Halim, & Ibnu Khaldun, "Penggunaan Media Simulasi *PhET* dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pokok Bahasan Kalor di SMA Negeri 12 Banda Aceh", *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4: 2, (2016), 46.

⁴⁰ Ibid.

menghidupkan apa yang tidak terlihat oleh mata melalui penggunaan grafis dan kontrol intuitif seperti klik dan tarik, slider, dan tombol radio⁴¹. Dengan menggunakan media simulasi ini siswa akan lebih nyata dalam mempelajari fenomena-fenomena matematika sehingga diharapkan siswa menjadi lebih tertarik dan aktif saat belajar.

Berdasarkan sejumlah penelitian yang ada, peneliti belum pernah menemui penelitian yang mengaitkan implementasi PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada mata pelajaran matematika. Oleh sebab itu, penelitian ini berkeinginan untuk memadukan model pembelajaran PBL dengan media simulasi *PhET* yang diharapkan dapat menjadi inovasi dalam pembelajaran matematika. Sehingga, judul dari penelitian ini adalah **“Efektivitas Penggunaan PBL dengan *PhET* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana proses merancang media *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa?
2. Bagaimana efektivitas penggunaan PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan proses merancang media *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
2. Untuk mendeskripsikan efektivitas penggunaan PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

⁴¹ A. M. Miftah Farid, Andi Rafiq Faradiyah, Aini Maghfira, Asrianti Putri Lestari & Hidayat Tullah, Loc. Cit.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi pendidik, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam merancang media simulasi *PhET* yang tidak hanya menjadi media berlatih siswa, namun juga sebagai sumber belajar yang bersifat interaktif sehingga menumbuhkan motivasi belajar siswa. Selain itu, mempermudah pendidik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran dengan menggunakan media simulasi *PhET* yang efektif atau sesuai.
2. Bagi siswa, hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang media pembelajaran berbasis teknologi berupa media simulasi *PhET* yang dapat digunakan dengan mudah di mana pun dan kapan pun. Sehingga, apabila menghadapi materi pembelajaran yang sulit dipahami, siswa dapat menggunakan media tersebut untuk mempermudah pemahaman dan menambah gairah belajar.
3. Bagi peneliti, hasil dari penelitian ini dapat menambah informasi dan wawasan tentang rancangan media yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
4. Bagi peneliti lain, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian lain yang sejenis atau penelitian dalam ruang lingkup yang lebih luas.

E. Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus penelitian agar tidak keluar dari ruang lingkup pembahasan, maka dirasa perlu untuk mencantumkan batasan pada penelitian ini, di antaranya:

1. Penelitian ini akan menguji efektivitas penggunaan *Problem Based Learning* yang dipadukan dengan media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
2. Penelitian ini akan menggunakan kajian materi tentang Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV).

F. Definisi Operasional

Untuk menghindari terjadinya perbedaan penafsiran pada penelitian ini, maka peneliti merasa perlu mendefinisikan beberapa istilah, antara lain:

1. Efektivitas yang dimaksud pada penelitian ini adalah Pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* dapat dikatakan efektif jika aktivitas siswa mencapai kriteria aktif atau sangat aktif, kemampuan guru melaksanakan RPP mencapai kriteria baik atau sangat baik, respon siswa mencapai kriteria positif atau sangat positif, dan meningkatnya kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
2. *Problem Based Learning* atau lebih dikenal dengan sebutan PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan permasalahan dunia nyata sebagai konteks pembelajaran untuk diselesaikan oleh siswa melalui diskusi dan kerja sama tim.
3. Media simulasi *PhET* adalah suatu media simulasi interaktif berupa *software* yang mempermudah siswa dalam mempelajari hal-hal atau fenomena yang tak tampak oleh mata melalui permodelan secara grafis, sehingga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret.
4. Pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* adalah pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* (PBL) yang pada proses pembelajarannya menggunakan media simulasi bernama *PhET*.
5. Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan untuk mengolah informasi disertai dengan pemikiran yang logis dan pertimbangan yang kuat untuk mencapai suatu kesimpulan yang akan diyakini dan dilakukan nantinya.
6. Berpikir kritis dalam matematika atau biasa dikenal sebagai berpikir kritis matematis merupakan suatu kemampuan berpikir kritis yang dilakukan dalam ruang lingkup matematika.
7. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis adalah sebuah usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa menjadi lebih baik dengan menerapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.



Nb: Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. *Problem Based Learning* (PBL)

1. *Pengertian Problem Based Learning* (PBL)

Problem Based Learning (PBL) atau pembelajaran berbasis masalah dikenal sebagai model pembelajaran yang mendukung siswa dalam memperoleh serta mengembangkan berbagai macam kompetensi seperti kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah⁴². Pembelajaran berbasis masalah diawali dengan menghadapkan siswa pada sebuah permasalahan, kemudian siswa diminta untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yang di dalamnya banyak mengandung konsep-konsep matematika⁴³. PBL sendiri merupakan salah satu metode paling inovatif dalam sejarah pendidikan dimana masalah otentik dan tidak terstruktur disajikan kepada siswa untuk menanamkan mereka ke dalam proses pembelajaran dengan membangun pengetahuan baru untuk menyelesaikan permasalahan itu sendiri⁴⁴. Melalui PBL siswa akan belajar bagaimana cara menyelesaikan permasalahan dengan cara menemukan solusi dari permasalahan tersebut yang kemudian menambah pengetahuan baru bagi mereka.

Arrends menyebutkan dalam bukunya yang berjudul "*Classroom Introduction and Management*" bahwa inti dari PBL adalah pembelajaran yang menyajikan permasalahan otentik (nyata) dan bermakna, sehingga siswa dapat menyusun pengetahuannya sendiri⁴⁵. Dalam hal ini guru memberikan kebebasan berpikir dan keleluasaan kepada siswa untuk bertindak dalam memahami pengetahuan dan

⁴² Jacob Davidsen, Pernille Victoria Kathja Andersen, & Ellen Christiansen, "Problem-based Learning in A Box: Lessons Learned from an Educational Design Experiment", *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 7: 1, (2019), 120.

⁴³ Reviandari Widyaningtyas, Yaya S. Kusumah, Utari Sumarmo, & Jozua Subandar, "The Impact of Problem-based Learning Approach Tosenior High School Students' Mathematics Critical Thinking Ability", *Journal IndoMS-JME*, 6: 2, (Juli, 2015), 32.

⁴⁴ Bengi Birgili, "Creative and Critical Thinking Skills in Problem-based Learning Environments", *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2: 2, (Desember, 2015), 75.

⁴⁵ Intan Budiarti, "Penerapan Model Problem Based Learning Berbasis Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis", *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan*, 2: 1, (Januari, 2019), 171.

memecahkan masalah⁴⁶. Dengan demikian, siswa akan terlatih untuk mampu menganalisis dan memecahkan permasalahan meski dengan keberagaman tingkat kemampuan yang dimiliki oleh setiap siswa.

Sastrawati dkk berpendapat bahwa model PBL menciptakan perubahan pada proses pembelajaran, khususnya dalam hal peranan guru dalam mengajar⁴⁷. Guru tidak hanya berdiri di depan kelas dan memandu siswa dalam menyelesaikan masalah dengan menginstruksikan langkah-langkah penyelesaian yang telah tersedia⁴⁸. Namun, guru dituntut untuk memfasilitasi terjadinya diskusi antar siswa, mengajukan pertanyaan serta membantu siswa untuk lebih memahami proses pembelajaran⁴⁹. Selain itu, guru juga melakukan *Scaffolding* yakni proses ketika guru membantu siswa untuk menyelesaikan suatu masalah yang melampaui tingkat kemampuannya saat itu⁵⁰. Sehingga siswa menjadi terbiasa untuk bersikap mandiri saat menyelesaikan permasalahan, baik permasalahan dalam belajar maupun permasalahan di kehidupannya sehari-hari.

Menurut Tan, dalam PBL kemampuan siswa benar-benar dioptimalkan melalui proses kerja kelompok atau tim secara sistematis, sehingga siswa dapat memberdayakan dan mengembangkan kemampuan mereka untuk berpikir secara berkelanjutan⁵¹. Melalui PBL, siswa akan menikmati proses pembelajaran dengan adanya interaksi antar siswa yang mampu menumbuhkan semangat untuk menyelesaikan masalah⁵². Siswa akan saling membantu dan bekerja sama dalam kelompoknya, lebih bersemangat dalam belajar serta menjadi lebih percaya diri karena anggota kelompok akan saling mendukung satu sama lain⁵³. Dengan adanya kerja tim,

⁴⁶ Lambertus, "Pentingnya Melatih Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika di SD", *Jurnal Forum Kependidikan*, 28: 2, (Maret, 2009), 141.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Ibid.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Muhammad Fathurrohman, *Model-Model Pembelajaran Inovatif*, (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2017), 115.

⁵¹ Reviandari Widyaningtyas, Loc. Cit.

⁵² Sri Hartini & Nani Ratnaningsih, "Implementasi Problem Based Learning Pengaruhnya Terhadap Kecemasan Peserta Didik, Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kritis Matematis", *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang*, (2016), 163.

⁵³ Ibid.

siswa akan belajar untuk berbagi tugas dan saling melengkapi satu sama lain. Selain itu, interaksi yang terjadi antar siswa akan meminimalisir suasana belajar yang membosankan.

Model PBL menggunakan pendekatan konstruktivisme dimana siswa adalah pusat dari pembelajaran yang membuat mereka berperan aktif dalam proses pembelajaran⁵⁴. Pembelajaran yang berpusat pada siswa berpotensi untuk melatih serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena siswa diberi keleluasaan dalam membangun pengetahuannya sendiri, kebebasan mengajukan pendapat, menolak atau menerima pendapat serta merumuskan kesimpulan atas bimbingan guru⁵⁵. Tahapan-tahapan dalam PBL yang disusun dan dilaksanakan secara sistematis juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam hal menguasai pengetahuannya sendiri⁵⁶. Dengan adanya kesempatan untuk bebas berpendapat, siswa secara perlahan akan menumbuhkan rasa percaya dirinya saat berbicara di depan umum untuk menyampaikan pendapatnya. Selain itu, siswa sebagai pusat pembelajaran akan memberikan kesan yang melekat sebab siswa dapat benar-benar merasakan bagaimana mereka berproses selama pembelajaran.

Berdasarkan pemaparan di atas, menurut peneliti PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan permasalahan dunia nyata sebagai konteks pembelajaran untuk diselesaikan oleh siswa melalui diskusi dan kerja sama tim.

2. Karakteristik dan Prinsip *Problem Based Learning* (PBL)

Menurut Wina terdapat tiga karakteristik utama dalam PBL, yaitu⁵⁷:

- a. Merupakan rangkaian aktivitas pembelajaran

Terdapat sejumlah kegiatan atau aktivitas yang harus dilakukan oleh siswa dalam pembelajaran PBL. Dalam hal ini siswa tidak hanya sekedar mendengar dan mencatat lalu menghafal materi pelajaran, melainkan siswa diharapkan untuk aktif berpikir, berkomunikasi,

⁵⁴ Maaruf Fauzan, Op. Cit., 28.

⁵⁵ Lambertus, Op. Cit., 142.

⁵⁶ Intan Budiarti., Loc. Cit.

⁵⁷ Wina Sanjaya, *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, (Jakarta: Kencana Prenada Media, 2006), 212-213.

mencari, dan mengolah data yang kemudian digunakan untuk membuat sebuah kesimpulan⁵⁸.

- b. Aktivitas pembelajaran diarahkan untuk memecahkan masalah

PBL menjadikan masalah sebagai kunci dari proses pembelajaran. Oleh sebab itu, tanpa adanya permasalahan maka tidak akan terjadi proses pembelajaran⁵⁹.

- c. Memecahkan masalah dilakukan dengan menggunakan pendekatan berpikir secara ilmiah

Berpikir secara ilmiah merupakan sebuah proses berpikir deduktif dan induktif. Proses berpikir ini dilakukan secara sistematis dan juga empiris. Sistematis berarti ada tahapan-tahapan tertentu yang dilakukan selama berpikir ilmiah, sedangkan empiris berarti proses menyelesaikan masalah didasarkan pada data serta fakta yang jelas⁶⁰.

Berdasarkan teori yang telah dikembangkan oleh Barrow dan Min Liu dijelaskan bahwa terdapat lima karakteristik dari PBL, yaitu⁶¹:

- a. *Learning is student-centered*

Proses pembelajaran dalam PBL lebih menitikberatkan pada siswa sebagai pembelajar atau orang yang belajar. Oleh sebab itu, *Problem Based Learning* juga didukung oleh teori konstruktivisme dimana siswa didorong agar mampu mengembangkan pengetahuannya sendiri⁶².

⁵⁸ Isnania Lestari & Raja Juanda, "Komparasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Perangkat Keras Jaringan Internet Kelas IX SMP Negeri 5 Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya" *Jurnal Efektor*, 6: 2, (2019), 129.

⁵⁹ Mulyono, "Keefektifan Metode Problem Based Learning dalam Pembelajaran Fiqih di Perguruan Tinggi", *Jurnal Studi Keislaman*, 2: 2, (Desember, 2016), 157.

⁶⁰ Frisca Wulandari, "Keterkaitan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dengan Model Problem Based Learning (PBL)", *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan*, (2016), 74.

⁶¹ Aris Shoimin, *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*, (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2014), 130.

⁶² Dedy Ariyanto, "Strategi Pembelajaran Problem Based Learning dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Kognitif pada Mata Kuliah Ilmu Kealaman Dasar", *Jurnal Bioilmi*, 3: 2, (Agustus, 2017), 79-80.

- b. *Authentic problems form the organizing focus for learning*

Masalah yang diberikan kepada siswa adalah masalah yang bersifat otentik, sehingga siswa dapat dengan mudah memahami serta menerapkannya dalam kehidupan⁶³.

- c. *New information is acquired through self-directed learning*

Dalam proses memecahkan masalah siswa mungkin saja belum mengetahui serta memahami seluruh pengetahuan prasyaratnya, sehingga siswa akan berusaha untuk mencari informasi dari buku atau sumber lainnya⁶⁴.

- d. *Learning occurs in small groups*

Agar terjadi interaksi ilmiah dan pertukaran pikiran sebagai usaha membangun pengetahuan baru secara kolaboratif, PBL dilaksanakan dalam sebuah kelompok kecil. Dalam kelompok tersebut siswa dituntut untuk melakukan pembagian tugas serta menetapkan tujuan secara jelas⁶⁵.

- e. *Teachers act as facilitators*

Pada pelaksanaan PBL, guru hanya berperan sebagai fasilitator yang bertugas untuk selalu memantau perkembangan aktivitas siswa dan mendorong mereka untuk mencapai target yang diinginkan⁶⁶.

Terdapat empat prinsip penting dalam pembelajaran PBL, yaitu:

- a. *Learning should be a constructive process*

Pembelajaran adalah sebuah proses dimana siswa secara aktif membangun pengetahuannya sendiri⁶⁷.

⁶³ Ibid.

⁶⁴ Putri Rahayu & Indra Jaya, "Upaya Meningkatkan Komunikasi Matematis Siswa pada Materi Bangun Datar Segitiga Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) di Kelas VII MTs Islamiyah", *Axiom: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 6: 2, (2017), 4.

⁶⁵ Ibid.

⁶⁶ Ibid.

⁶⁷ Maya Agustina, "Problem Based Learning (PBL): Suatu Model Pembelajaran untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kreatif Siswa", *Jurnal Ilmu Pendidikan Agama Islam*, 10: 2, (Desember, 2018), 167.

b. *Learning should be a self-directed process*

Dalam proses pembelajaran, siswa bertanggung jawab atas perencanaan, monitoring serta evaluasi dari proses belajar mereka sendiri. Siswa harus mampu menentukan tujuan belajar, kemudian mencari cara yang tepat untuk mencapai tujuan belajar tersebut yang di dalamnya termasuk strategi belajar yang akan diterapkan, sumber pembelajaran yang akan digunakan serta apa saja kemungkinan hambatan yang muncul pada proses mencapai tujuan belajar⁶⁸.

c. *Learning should be a collaborative process*

Dalam kegiatan diskusi, siswa didorong untuk melakukan interaksi satu sama lain. Melalui interaksi yang terjadi antar anggota kelompok, siswa akan dapat membangun sebuah pemahaman baru dari suatu permasalahan⁶⁹.

d. *Learning should be a contextual process*

Proses pembelajaran dengan model PBL akan memfasilitasi siswa untuk dapat belajar dengan menggunakan permasalahan yang bersifat nyata. Siswa akan sering menjumpai permasalahan tersebut di kehidupan mereka nanti atau mungkin telah mengalami sebelumnya⁷⁰.

Selain empat prinsip penting di atas, PBL juga memiliki beberapa prinsip dalam penerapannya, yaitu⁷¹:

- a. PBL dalam penerapannya harus melibatkan siswa untuk melakukan berdiskusi terkait permasalahan yang dihadapi dalam kelompok kecil yang terdiri dari kurang lebih lima orang.
- b. Guru membimbing siswa dalam menyelesaikan masalah.
- c. Masalah disiapkan sebagai konteks pembelajaran yang baru.

⁶⁸ Ibid, 167-168.

⁶⁹ Amella Dwi Fitri, "Penerapan Problem Based Learning (PBL) dalam Kurikulum Berbasis Kompetensi", *Jurnal JMJ*, 4: 1, (Mei, 2016), 98.

⁷⁰ Ibid.

⁷¹ Enny Dwi Lestariningsih, Op. Cit., 107.

- d. Analisis dan penyelesaian dari suatu permasalahan akan menghasilkan sebuah pengetahuan baru dan keterampilan pemecahan masalah.
- e. Permasalahan diberikan sebelum semua pengetahuan yang relevan diperoleh oleh siswa.

3. Tujuan *Problem Based Learning* (PBL)

PBL dilaksanakan untuk membantu siswa menjadi seorang pelajar yang mandiri dan otonom. Menurut Ibrahim, pelaksanaan PBL bertujuan untuk membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir, pemecahan masalah, dan keterampilan intelektual, serta belajar berperan sebagai orang dewasa dengan melibatkan diri dalam sebuah pengalaman nyata atau simulasi. Adapun penjelasan dari ketiga tujuan tersebut diuraikan sebagai berikut⁷²:

- a. Mengembangkan keterampilan berpikir dan pemecahan masalah

Berpikir merupakan suatu kemampuan untuk menganalisis, mengkritik serta mencapai kesimpulan berdasarkan pertimbangan yang seksama. Kolaborasi yang terjadi dalam proses PBL mendorong siswa untuk berinteraksi dan masalah yang dihadirkan akan memotivasi serta memicu siswa untuk berpikir kritis saat memecahkan masalah tersebut⁷³.

- b. Berperan sebagai orang dewasa

PBL menuntut siswa untuk dapat bekerjasama dan berkomunikasi dengan orang lain, baik dengan sesama siswa atau dengan guru. Siswa juga dituntut untuk mandiri dengan tidak disugahi materi secara langsung oleh guru. Kerjasama, komunikasi, dan kemandirian inilah yang disebut dengan berperan sebagai orang dewasa⁷⁴.

- c. Pelajar yang mandiri dan otonom

PBL menuntut siswa untuk belajar berpikir sendiri agar menjadi pelajar yang mandiri dan otonom⁷⁵.

⁷² Trianto, *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*, (Jakarta: Prestasi Pustaka, 2007), 80.

⁷³ Rusman, *Model-Model Pembelajaran*, (Jakarta: Rajawali Pers, 2013), 242.

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ Iyam Maryati, "Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Pola Bilangan di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama", *Jurnal Mosharafa*, 7: 1, (Januari, 2018), 65.

Singkatnya, tujuan PBL adalah mengembangkan keterampilan berpikir siswa, menjadikan siswa aktif dalam proses pembelajaran, memahami peran mereka di luar sekolah, dan menjadi pelajar yang mandiri dan otonom.

4. Strategi Penerapan dan Materi pada *Problem Based Learning* (PBL)

Dalam penerapan model PBL diperlukan adanya dukungan berupa strategi yang tepat dan sesuai, sebagaimana telah dikemukakan oleh Sanjaya sebagai berikut⁷⁶:

- a. Apabila guru menginginkan siswa tidak hanya sekedar mengingat, melainkan memahami serta menguasai secara penuh materi pembelajaran.
- b. Apabila guru bermaksud mengembangkan keterampilan berpikir rasional siswa.
- c. Apabila guru menginginkan siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah.
- d. Apabila guru bermaksud menumbuhkan rasa bertanggung jawab siswa terhadap proses belajarnya.
- e. Apabila guru menginginkan siswa untuk memahami hubungan antara yang dipelajari dengan kenyataan dalam kehidupan sehari-hari.

Materi yang digunakan dalam PBL tidak hanya bersumber dari modul atau buku saja, melainkan dapat bersumber dari sebuah peristiwa tertentu sesuai dengan kurikulum yang berlaku atau mengacu pada kriteria tertentu. Adapun kriteria pemilihan materi pembelajarannya sebagai berikut:

- a. Materi pembelajaran harus mengandung isu-isu yang bersumber dari berita, rekaman video, dan lain-lain⁷⁷.
- b. Materi yang dipilih adalah materi yang bersifat familiar terhadap siswa, sehingga setiap siswa dapat dengan mudah mengikuti dan memahaminya⁷⁸.
- c. Materi yang dipilih adalah materi yang membahas masalah kepentingan banyak orang, sehingga manfaat yang didapat akan dirasakan oleh semua siswa⁷⁹.

⁷⁶ Wina Sanjaya, Op. Cit., 215.

⁷⁷ Wina Sanjaya, Op. Cit., 216-217.

⁷⁸ Rusmono, *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning Itu Perlu*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2012), 78.

⁷⁹ Ibid.

- d. Materi yang dipilih harus mendukung pencapaian kompetensi yang telah ditentukan⁸⁰.
- e. Materi pembelajaran harus sesuai dengan minat siswa, sehingga setiap siswa akan merasa perlu dan berperan aktif untuk mempelajarinya⁸¹.

5. Sintaks Model *Problem Based Learning* (PBL)

Pada dasarnya, PBL diawali dengan aktivitas siswa untuk memecahkan permasalahan nyata yang telah ditentukan atau disepakati⁸². Proses memecahkan masalah tersebut akan berdampak pada terbentuknya keterampilan siswa dalam hal pemecahan masalah dan berpikir kritis sekaligus membangun pengetahuan baru⁸³.

Banyak ahli yang berpendapat terkait bagaimana menerapkan PBL, salah satunya John Dewey yang menamai langkah-langkah penerapan tersebut sebagai metode pemecahan masalah, di antaranya sebagai berikut⁸⁴:

- a. Merumuskan masalah, siswa menentukan permasalahan yang akan diselesaikan.
- b. Menganalisis masalah, siswa meninjau permasalahan secara kritis dari berbagai sudut pandang.
- c. Merumuskan hipotesis, siswa merumuskan berbagai kemungkinan solusi berdasarkan pengetahuan yang telah dimilikinya.
- d. Mengumpulkan data, siswa mencari dan mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk memecahkan masalah.
- e. Pengujian hipotesis, siswa membuat kesimpulan berdasarkan penerimaan atau penolakan dari hipotesis yang telah diajukan.
- f. Merumuskan rekomendasi solusi pemecahan masalah yang dapat dilakukan berdasarkan hasil pengujian hipotesis dan kesimpulan yang telah dibuat.

Sebagaimana yang dinyatakan oleh Ward bahwa PBL adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam pemecahan suatu masalah melalui tahapan metode ilmiah sehingga siswa dapat mempelajari pengetahuan berdasarkan

⁸⁰ Iyam Maryati, Op. Cit., 66.

⁸¹ Ibid.

⁸² Muhammad Fathurrohman, Op. Cit., 116.

⁸³ Ibid.

⁸⁴ Jumanta Hamdayana, *Model dan Metode Pembelajaran Kreatif dan Berkarakter*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2014), 212.

permasalahan tersebut dan memiliki keterampilan pemecahan masalah⁸⁵, maka secara umum PBL dapat diterapkan dengan melaksanakan langkah-langkah sebagai berikut⁸⁶:

a. Menyadari Masalah

Penerapan PBL harus diawali dengan kesadaran bahwa ada permasalahan yang harus dipecahkan. Pada langkah ini guru harus membimbing siswa untuk menyadari adanya kesenjangan yang dirasakan oleh manusia atau lingkungan sosial dengan cara mengajukan pertanyaan atau menghadirkan permasalahan. Arends berpendapat bahwa pertanyaan atau masalah yang diberikan harus otentik, jelas, mudah dipahami, bersifat luas, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran serta bermanfaat⁸⁷.

b. Merumuskan Masalah

Kemampuan yang diharapkan dari siswa pada langkah ini yaitu dapat menentukan prioritas permasalahan. Siswa dapat menggunakan pengetahuan yang dimilikinya untuk mengkaji, merinci serta menganalisis masalah agar memunculkan rumusan masalah yang jelas, spesifik, dan dapat dipecahkan⁸⁸.

c. Merumuskan Hipotesis

Proses berpikir ilmiah merupakan perpaduan antara berpikir deduktif dan induktif, oleh sebab itu merumuskan hipotesis menjadi langkah penting yang tidak bisa ditinggalkan⁸⁹.

d. Mengumpulkan Data

Keberadaan data dalam proses berpikir ilmiah adalah hal yang penting. Sebab, menentukan solusi untuk memecahkan masalah sesuai dengan hipotesis yang diajukan harus mengacu pada data yang ada. Kemampuan yang diharapkan pada langkah ini adalah siswa memiliki kecakapan dalam mengumpulkan dan memilah data, yang kemudian akan dipetakan dan

⁸⁵ Brilliant Rosy & Triesninda Pahlevi, "Penerapan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Memecahkan Masalah", *Prosiding Seminar Nasional*, (Mei, 2015), 165-166.

⁸⁶ Mohammad Jauhar, *Implementasi PAIKEM*, (Jakarta: Prestasi Pustakarya, 2011), 88.

⁸⁷ Trianto, Op. Cit., 13.

⁸⁸ Mohammad Jauhar, Loc. Cit.

⁸⁹ Ibid.

disajikan dalam berbagai tampilan agar mudah untuk dipahami⁹⁰.

e. Menguji Hipotesis

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, siswa akan mampu menentukan hipotesis mana yang akan diterima dan ditolak. Pada langkah ini siswa diharapkan cakap dalam menelaah data untuk melihat keterkaitannya dengan masalah yang dikaji. Di samping itu, siswa juga diharapkan dapat mengambil keputusan dan membuat kesimpulan⁹¹.

f. Menentukan Pilihan Penyelesaian

Langkah ini merupakan akhir dari rangkaian proses pembelajaran PBL. Kemampuan yang diharapkan adalah kecakapan siswa dalam memilih solusi penyelesaian yang dapat dilakukan serta mampu memperhitungkan kemungkinan yang akan dihadapi terkait solusi yang dipilihnya, termasuk mempertimbangkan akibat yang akan terjadi⁹².

PBL merupakan model pembelajaran yang menuntut siswa untuk bekerja dalam suatu kelompok atau tim. Mereka akan belajar bekerja sama untuk menemukan solusi dari permasalahan nyata yang dihadapi⁹³. Proses pemecahan masalah tersebut dilakukan dengan tahapan-tahapan atau sintaks pembelajaran sebagai berikut⁹⁴:

Tabel 2.1
Sintaks atau Langkah-Langkah Model *Problem Based Learning* (PBL)

Tahap	Aktivitas Guru dan Siswa
Tahap 1 Mengorientasikan siswa terhadap masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan sarana atau logistik yang dibutuhkan. Guru memotivasi siswa untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan

⁹⁰ Ibid.

⁹¹ Ibid.

⁹² Ibid.

⁹³ Eser Ceker & Fezile Ozdamli, "Features and Characteristics of Problem Based Learning", *Cypriot Journal of Educational Science*, 11: 4, (2016), 196.

⁹⁴ Muhammad Nur, *Model Pembelajaran Berbasis Masalah*, (Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah Departemen Pendidikan Universitas Negeri Surabaya, 2008), 62.

	masalah nyata yang telah dipilih atau ditentukan.
Tahap 2 Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Guru membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berkaitan dengan permasalahan yang telah diorientasikan pada tahap sebelumnya.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual dan kelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dan melaksanakan eksperimen guna mendapatkan kejelasan yang diperlukan dalam memecahkan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa untuk melakukan pembagian tugas dan merencanakan atau mempersiapkan karya yang sesuai sebagai hasil dari pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, atau model.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang telah dilakukan.

Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 2.1 berikut:

Problem Based Learning (PBL)



Gambar 2.1 *Problem Based Learning (PBL)*

Tahapan-tahapan PBL yang dilaksanakan secara sistematis akan berpotensi mengembangkan kemampuan siswa dalam hal menyelesaikan masalah dan menguasai pengetahuan baru yang sesuai dengan kompetensi dasar tertentu⁹⁵.

6. Kelebihan dan Kekurangan *Problem Based Learning (PBL)*

Sebagaimana model pembelajaran lain yang tentu memiliki kelebihan dan kekurangan, demikian pula halnya dengan PBL. Berikut ini kelebihan PBL menurut Sanjaya⁹⁶:

- a. Dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, menumbuhkan inisiatif siswa, memotivasi internal untuk belajar serta mengembangkan hubungan interpersonal dalam bekerja sama.
- b. Dengan menerapkan PBL akan tercipta pembelajaran bermakna dimana siswa akan memecahkan masalah, sehingga mereka akan memanfaatkan pengetahuan yang telah dimiliki serta berusaha mencari informasi yang diperlukan.
- c. Menjadikan siswa sebagai pembelajar yang mandiri dan otonom.
- d. Dengan memecahkan masalah akan membantu siswa dalam mengembangkan pengetahuannya, bertanggung jawab pada pembelajaran yang dilakukan serta mendorong untuk melakukan evaluasi mandiri baik pada hasil belajar maupun proses belajarnya.

Selain kelebihan yang telah disebutkan di atas, PBL juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

- a. Jika siswa tidak memiliki minat dan kesadaran akan pentingnya suatu masalah untuk dipecahkan, maka siswa akan merasa enggan untuk mencoba⁹⁷.
- b. Kurang cocok diterapkan dalam kelas dengan tingkat keberagaman yang tinggi karena adanya pembagian

⁹⁵ Muhammad Fathurrohman, Op. Cit., 117.

⁹⁶ Wina Sanjaya, Op. Cit., 218.

⁹⁷ Wina Sanjaya, Op. Cit., 219.

- tugas. Artinya, siswa harus siap dengan perubahan peran yang akan terjadi pada proses pembelajaran⁹⁸.
- c. Penerapan PBL membutuhkan waktu yang lama⁹⁹.
 - d. PBL tidak dapat diterapkan untuk semua materi pelajaran, karenanya model ini lebih cocok untuk pembelajaran yang bertujuan untuk menuntut siswa memiliki kemampuan tertentu yang kaitannya dengan pemecahan masalah¹⁰⁰.

B. *PhET (Physics Education Technology) Simulation*

Pemanfaatan media yang relevan di kelas dapat mengoptimalkan proses pembelajaran¹⁰¹. Dengan menggunakan media pembelajaran, siswa akan menerima kesamaan pengalaman tentang berbagai macam peristiwa di lingkungan mereka, serta memicu terjadinya interaksi secara langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya melalui karya wisata, kunjungan, dan sebagainya¹⁰². Selain itu, penggunaan media dalam pembelajaran akan lebih mudah menarik perhatian siswa untuk belajar dan menjadikan mereka antusias terhadap materi yang diberikan¹⁰³. Dengan demikian, proses pembelajaran yang di dalamnya terdapat penggunaan suatu media tertentu akan mengoptimalkan hasil serta pencapaian dari tujuan pembelajaran itu sendiri.

Penelitian ini ingin menggunakan media bernama *PhET Simulation* atau *Physics Education Technology Simulation*. *PhET Simulation* adalah sebuah simulasi yang diciptakan oleh komunitas sains *PhET Project* di *University of Colorado* dan berisikan

⁹⁸ Rusman, *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesional Guru Edisi Kedua*, (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2014), 28.

⁹⁹ Ramlawati, Sitti Rahma Yunus, & Aunillah Insani, "Pengaruh Model PBL (Problem Based Learning) Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar IPA Peserta Didik", *Jurnal Sainsmat*, 6: 1, (Maret, 2017), 6.

¹⁰⁰ Nensy Rerung, Iriwi L.S. Sinon, & Sri Wahyu Widyaningsih, "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMA pada Materi Usaha dan Energi", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6: 1, (2017), 49.

¹⁰¹ Isran Rasyid Karo-Karo S & Rohani, "Manfaat Media dalam Pembelajaran", *Jurnal AXIOM*, 7: 1, (Juni, 2018), 91.

¹⁰² Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2007), 27.

¹⁰³ Muhammad Erwin & Endryansyah, "Pengaruh Penerapan Media Pembelajaran PhET (Physics Education Technology) Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X TITL pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik di SMKN 7 Surabaya", *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4: 2, (2015), 407.

berbagai simulasi pembelajaran untuk kepentingan pengajaran di kelas maupun individu¹⁰⁴. Simulasi ini berupa *software* yang dapat digunakan untuk memperjelas berbagai macam konsep fisis atau fenomena yang ingin dipelajari¹⁰⁵. Terdapat lebih dari 50 simulasi yang terdiri dari beberapa topik pelajaran seperti fisika, kimia, dan matematika¹⁰⁶. Dengan adanya media simulasi *PhET* ini akan meningkatkan minat belajar siswa, sebab mereka dapat merasakan pengalaman belajar yang menyenangkan melalui media virtual tersebut. Selain itu, seiring perkembangan zaman yang lekat dengan penggunaan teknologi, maka media simulasi *PhET* ini bisa menjadi salah satu pilihan yang tepat untuk mendukung proses belajar siswa.

Simulasi *PhET* merupakan sebuah media pembelajaran interaktif yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempelajari materi kapan saja, dapat dilakukan berulang-ulang hingga paham pada konsep, memandu serta memotivasi untuk belajar secara mandiri¹⁰⁷. Media simulasi ini menghidupkan apa yang tidak dapat dilihat mata melalui penggunaan desain grafis visual animasi dan kontrol intuitif seperti klik dan tarik, *slider*, dan tombol radio¹⁰⁸. Hal ini tentu saja sangat bermanfaat untuk membantu pemahaman siswa terhadap materi matematika yang berifat abstrak dan sulit dibayangkan wujud atau pengaplikasiannya dalam kehidupan. Melalui visualisasi media *PhET* siswa tidak lagi menerka-nerka serta bisa dengan jelas melihat apa yang sebenarnya sedang mereka pelajari.

Model simulasi sendiri pada dasarnya merupakan sebuah strategi pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan

¹⁰⁴ Khofifatul Rasyidah, Supeno, & Maryani, "Pengaruh *Guided Inquiry* Berbantuan *PhET Simulations* Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi", *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7: 2, (Juni, 2018), 130.

¹⁰⁵ A. M. Miftah Farid, Andi Rafiq Faradiyah, Aini Maghfira, Asrianti Putri Lestari, & Hidayat Tullah, "Pengaruh Media Simulasi *PhET* Menggunakan Model *Discovery Learning* Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik", *Jurnal Nalar Pendidikan*, 6: 2, (Desember, 2018), 106.

¹⁰⁶ Yuniar Ekawati, Abdul Haris, & Bunga Dara Amin, "Penerapan Media Simulasi Menggunakan *PhET* (Physics Education and Technology) Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta didik Kelas X SMA Muhammadiyah Limbung", *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3: 1, (2015), 78.

¹⁰⁷ Wartono, *Strategi Belajar Mengajar*, (Malang: Jurusan Pendidikan Fisika FPMIFA Universitas Negeri Malang, 2003), 23.

¹⁰⁸ Sumargo, Eko, & Leny Yuanita, "Penerapan Media Laboratorium Virtual (*PhET*) pada Materi Laju Reaksi dengan Model Pengajaran Langsung", *UNESA Journal of Chemical Education*, 3: 1, (2014), 14.

pengalaman belajar yang lebih konkret kepada siswa melalui penciptaan berbagai macam tiruan bentuk pengalaman yang menyerupai suasana sebenarnya serta berlangsung tanpa adanya risiko¹⁰⁹. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Arsyad bahwa “program simulasi berbantuan komputer mencoba untuk menyamai proses dinamis yang terjadi di dunia nyata”¹¹⁰. Dengan adanya media simulasi tersebut, diharapkan para pengguna dapat menjelaskan suatu konsep atau fenomena tertentu berdasarkan pada eksperimen yang telah mereka lakukan melalui komputer secara maya¹¹¹. Tidak seperti biasanya dimana siswa memahami konsep dengan cara membaca serta menerapkan algoritma, melalui media simulasi *PhET* siswa dapat membangun pemahaman konsep dengan cara mereka sendiri.

Berdasarkan uraian di atas, media *PhET* pada penelitian ini sendiri didefinisikan sebagai suatu media simulasi interaktif berupa *software* yang mempermudah siswa dalam mempelajari hal-hal atau fenomena yang tak tampak oleh mata melalui permodelan secara grafis, sehingga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret.

Berdasarkan *website* resmi dari *PhET* di laman <http://phet.colorado.edu>, pembuatan *software* ini bertujuan untuk membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep secara jelas dan utuh, menjamin adanya pendidikan yang efektif, dan kebergunaan yang berkelanjutan¹¹². Di situs *PhET* juga terdapat informasi bagi guru tentang bagaimana penggunaannya di dalam kelas yang dilengkapi dengan RPP, namun penggunaan tersebut tetap harus disesuaikan dengan kondisi masing-masing kelas¹¹³. Selain secara *online*, simulasi ini juga dapat dijalankan secara *offline* di kelas atau rumah dengan cara mengunduhnya melalui situs <http://PhET.colorado.edu/en/get-PhET/full-install>¹¹⁴. Dengan demikian, selain memfasilitasi guru untuk bantuan mengajar di

¹⁰⁹ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: Rajawali Pers, 2011), 161.

¹¹⁰ Rusman, *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer*, (Bandung: Alfabeta, 2013), 231.

¹¹¹ Niken Ariani & Dany Haryanto, *Pembelajaran Multimedia di Sekolah*, (Jakarta: Prestasi Pustaka, 2010), 29-30.

¹¹² Yuniar Ekawati, Abdul Haris, & Bunga Dara Amin, Op.Cit., 77.

¹¹³ Ibid.

¹¹⁴ Thoha, “PhET Application Program: Strategi Memperkuat Pemahaman Siswa pada Materi Listrik DC Melalui Pembelajaran Berbantu Lab Virtual”, *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 4: 2, (November, 2019), 159.

kelas, media simulasi *PhET* ini juga dapat memfasilitasi siswa yang ingin melakukan belajar secara mandiri. Hal ini tentu saja sangat bermanfaat bagi guru dan siswa, sebab penggunaannya yang tidak dibatasi oleh ruang dan waktu.

Ditinjau dari pengalaman Edgar Dale, media simulasi *PhET* ini termasuk ke dalam tingkatan paling konkret, dimana siswa akan 90% terlibat secara aktif pada aktivitas pembelajaran seperti mengamati, melakukan percobaan, serta menyimpulkan data yang diperoleh¹¹⁵. Selain itu, berdasarkan hasil uji media simulasi *PhET* memiliki manfaat sebagai berikut¹¹⁶:

1. Dapat dijadikan sebagai sebuah strategi yang membutuhkan keterlibatan serta interaksi dengan siswa.
2. Memberikan umpan balik yang bersifat dinamis.
3. Mendidik siswa agar memiliki pola berpikir konstruktivisme.
4. Menjadikan pembelajaran lebih menarik, sebab siswa dapat belajar sekaligus bermain melalui simulasi tersebut.
5. Meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa.

Kekurangan dari simulasi PhET sebagai media pembelajaran adalah sebagai berikut¹¹⁷:

1. Keberhasilan pembelajaran dengan berbantuan media virtual bergantung pada kemandirian siswa dalam mengikuti proses pembelajaran.
2. Akses untuk menjalankan media simulasi *PhET* bergantung pada banyaknya fasilitas komputer yang dimiliki oleh sekolah.
3. Siswa dapat merasa jenuh jika memiliki kekurangan pemahaman terkait penggunaan perangkat komputer, sehingga akan menimbulkan respon yang pasif pada saat menggunakan media simulasi *PhET* dalam pembelajaran.

¹¹⁵ Fandi Pramanda, "Pengaruh Penggunaan Media Simulasi PhET Terhadap Prestasi Belajar Materi Pokok Energi dalam Sistem Kehidupan Bagi Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 16 Surabaya", *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, 7: 1, (2016), 3.

¹¹⁶ Evin Andriani, Indrawati, & Alex Harijanto, "Remedi Miskonsepsi Beberapa Konsep Listrik Dinamis pada Siswa SMA Melalui Simulasi PhET Disertai LKS", *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3: 4, (Maret, 2015), 363.

¹¹⁷ Thoha, Op. Cit., 160.

Dengan adanya kekurangan sebagaimana telah disebutkan di atas, maka dalam penggunaannya perlu didukung dengan persiapan yang matang serta melaksanakan tahap-tahap penggunaan media tersebut¹¹⁸. Berikut merupakan tahap-tahap penggunaan media simulasi *PhET* secara umum sebagaimana telah dijelaskan dalam *PhET's Reflection Rubric*, yaitu¹¹⁹:

1. *Classroom preparation*
2. *Activity sheet*
3. *Pre- and post- assessment (optional)*
4. *Topic introduction and motivation*
5. *Simulation play time*
6. *During simulation activity*
7. *Reflection*

C. Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

1. Pengertian Berpikir Kritis

Berpikir didefinisikan sebagai kemampuan untuk membuat perbandingan, menganalisis, mensintesis serta memahami hubungan dan bentuk¹²⁰. Dengan kata lain, berpikir adalah suatu aktivitas mengolah serta mengevaluasi informasi yang diperoleh melalui observasi, pengalaman, penalaran, intuisi atau cara-cara lainnya¹²¹. Selama berpikir manusia melakukan pengkajian dan pengolahan berbagai macam gagasan, konsep, pengalaman, dan peristiwa yang dialaminya untuk sampai pada suatu kesimpulan yang diharapkan dapat mengantarkan pada kebenaran¹²².

Vincent Ruggiero mengartikan berpikir sebagai aktivitas mental yang membantu dalam merumuskan atau memecahkan masalah, membuat keputusan serta keinginan untuk memahami sesuatu, berpikir juga dapat dikatakan sebagai sebuah pencarian jawaban atau pencapaian makna¹²³. Dengan berpikir manusia dapat menyelesaikan masalah dan

¹¹⁸ Fandi Pramanda, Loc. Cit.

¹¹⁹ Ibid.

¹²⁰ Serap Yılmaz Özelci & Gürbüz Çalışkan, "What Is Critical Thinking? A Longitudinal Study with Teacher Candidates", *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8: 3, (September, 2019), 495

¹²¹ Ibid.

¹²² Ibid.

¹²³ Elaine B. Johnson, *Contextual Teaching & Learning*, (California: Corwin Press, 2002), 187.

mengambil keputusan dalam hidupnya¹²⁴. Dalam buku karya Isjoni dan Arif dijelaskan bahwa ada empat keterampilan berpikir, yakni berpikir kritis, berpikir kreatif, menyelesaikan masalah, dan membuat keputusan¹²⁵.

Secara umum, berpikir kritis adalah sebuah kemampuan untuk melihat peristiwa, kondisi atau pemikiran dengan cermat serta membuat komentar, keputusan, mempelajari reliabilitas, dan validitas pengetahuan sesuai dengan standar logika dan pemikiran¹²⁶. Berpikir kritis digunakan dalam setiap aktivitas mental manusia seperti melakukan penelitian secara ilmiah, menganalisis asumsi, mengambil keputusan, dan memecahkan masalah¹²⁷. Saat berpikir kritis, segala kemampuan seseorang akan diberdayakan baik untuk memahami, membedakan, mengingat, menganalisis, memberi alasan, menafsirkan, merefleksikan, mengevaluasi, mencari hubungan bahkan membuat dugaan sementara¹²⁸.

Glazer menyatakan bahwa berpikir kritis yaitu sikap mau berpikir secara mendalam tentang suatu masalah serta menggunakan metode pemeriksaan dan penalaran yang logis¹²⁹. Sedangkan Norris mendefinisikan berpikir kritis sebagai suatu pengambilan keputusan yang rasional terkait apa yang diyakini dan dikerjakan¹³⁰. Sejalan dengan Norris, Ennis juga mengatakan bahwa berpikir kritis merupakan berpikir reflektif dan beralasan dengan menekankan pada

¹²⁴ Ibid.

¹²⁵ Isjoni & Arif Ismail, *Model-Model Pembelajaran Mutakhir*, (Yogyakarta: Pustaka Belajar, 2008), 164.

¹²⁶ Bengi Birgili, "Creative and Critical Thinking Skills in Problem-based Learning Environments", *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2: 2, (Desember, 2015), 74.

¹²⁷ Suhita, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis: Dampak Model Pembelajaran Problem Based Instruction", *Desimal: Jurnal Matematika*, 2: 2, (2019), 189.

¹²⁸ Heris Hendriana, Euis Eti Rohaeti, & Utari Sumarmo, *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa*, (Bandung: PT Refika Aditama, 2017), 96.

¹²⁹ Prihatiningsih, Siti Zubaidah, & Sentot Kusairi, "Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup", *Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Negeri Malang*, 1, (2016), 1053.

¹³⁰ Wowo Sunaryo Kuswara, *Taksonomi Berpikir*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2011), 22.

pengambilan keputusan terkait apa yang harus dipercaya dan dilakukan¹³¹.

Berdasarkan uraian definisi di atas, menurut peneliti berpikir kritis adalah kemampuan untuk mengolah informasi disertai dengan pemikiran yang logis dan pertimbangan yang kuat untuk mencapai suatu kesimpulan yang akan diyakini dan dilakukan nantinya.

2. Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika

Matematika merupakan bagian dari disiplin ilmu yang memiliki sifat khas dibandingkan ilmu pengetahuan lain¹³². Lambertus berpendapat bahwa matematika mempelajari tentang pola, struktur serta keteraturan yang terorganisasi yang dimulai dari unsur-unsur tak terdefinisi kemudian menjadi unsur-unsur terdefinisi dan terus berkembang menuju aksioma sampai pada teorema¹³³. Keunikan serta kompleksitas unsur yang ada pada matematika menuntut orang yang mempelajarinya untuk mampu berpikir kritis¹³⁴. Sehingga dengan kemampuan berpikir kritis tersebut, seseorang akan lebih mudah untuk memahami matematika yang memiliki karakteristik abstrak serta menemukan solusi dari permasalahan yang harus diselesaikan.

Glazer mengatakan bahwa berpikir kritis dalam matematika merupakan suatu kemampuan dan disposisi yang melibatkan pengetahuan sebelumnya, penalaran matematis serta strategi kognitif yang berguna untuk menggeneralisasi, membuktikan atau mengevaluasi situasi matematika yang kurang dikenal dengan cara yang bersifat reflektif¹³⁵. Kemampuan berpikir kritis siswa sangat diperlukan dalam pembelajaran matematika untuk memahami dan memecahkan permasalahan atau soal matematika yang membutuhkan

¹³¹ Luvy Sylviana Zanthly, "Pengaruh Motivasi Belajar Ditinjau Dari Latar Belakang Pilihan Jurusan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa di STKIP Siliwangi Bandung" *Jurnal Teori dan Riset Matematika*, 1: 1, (September, 2016), 3.

¹³² Eny Sulistiani & Masrukan, "Peran Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA", *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang*, (2016), 609.

¹³³ Anita Adinda, "Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika", *Logaritma*, 4: 1, (2016), 131-132.

¹³⁴ Eny Sulistiani & Masrukan, *Ibid*.

¹³⁵ Utari Sumarmo, Wahyu Hidayat, Rafiq Zukarnaen, Hamidah, & Ratna Sariningsih, "Kemampuan dan Disposisi Berpikir Logis, Kritis, dan Kreatif Matematik", *Jurnal Pengajaran MIPA*, 17: 1, (2016), 18.

penalaran, analisis, evaluasi serta interpretasi pikiran¹³⁶. Berpikir kritis dalam pembelajaran matematika dapat meminimalisir terjadinya kesalahan pada saat memecahkan masalah, sehingga hasil akhir yang didapat adalah suatu penyelesaian dengan kesimpulan yang tepat¹³⁷. Oleh sebab itu, penting bagi siswa untuk memiliki kemampuan berpikir kritis agar mereka tidak hanya sekedar mengingat dan menerapkan rumus saja saat menyelesaikan permasalahan matematika, namun juga memahami bagaimana proses menemukan jawaban atau solusi dari permasalahan tersebut.

Secara umum, berpikir kritis dalam pembelajaran matematika dapat melatih siswa untuk secara aktif berpartisipasi dalam memperoleh dan merasakan berbagai macam pengalaman bermakna pada proses pembelajaran¹³⁸. Wasriono berpendapat bahwa pembelajaran matematika masih berpusat pada guru sebagai sumber pengetahuan, guru cenderung menerapkan metode ekspositori seperti ceramah, memberi contoh, dan latihan yang menyebabkan terbatasnya kemampuan berpikir siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika

Menanamkan kebiasaan berpikir kritis pada matematika atau biasa disebut dengan berpikir kritis matematis bagi siswa perlu dilakukan agar mereka mampu mencermati berbagai macam persoalan yang terjadi di kehidupan sehari-hari¹³⁹. Selain itu, berpikir kritis dalam matematika akan memberikan dampak positif kepada siswa, di antaranya yaitu¹⁴⁰:

- a. Melatih keterampilan pemecahan masalah.

Pembelajaran matematika yang disusun berdasarkan tahapan berpikir kritis akan melatih siswa untuk terbiasa melakukan langkah-langkah kecil terlebih dahulu sebelum menjadi terampil dalam berpikir ke tingkat yang lebih tinggi saat menyelesaikan suatu permasalahan.

¹³⁶ Eny Sulistiani & Masrukan, Ibid.

¹³⁷ Ibid.

¹³⁸ Ibid.

¹³⁹ Tanti Jumaisyaroh, E.E. Napitupulu, & Hasratuddin, "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa SMP Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah", *Jurnal AdMathEdu*, 5: 1, (Juni, 2015), 88.

¹⁴⁰ Eny Sulistiani & Masrukan, Op. Cit., 610-611.

- b. Memunculkan pertanyaan yang inovatif dan merancang solusi yang tepat.

Mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika dapat merangsang rasa ingin tahu siswa terhadap materi yang sedang dipelajari. Dengan demikian, siswa akan termotivasi untuk bertanya dan mencari tahu sebanyak-banyaknya untuk menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi.

- c. Aktif membangun argumen dengan menunjukkan berbagai macam bukti yang akurat dan masuk akal.

Tahapan yang dilakukan dalam berpikir kritis saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Pengaplikasian tahap tersebut pada pembelajaran matematika memungkinkan siswa untuk melakukan evaluasi terhadap pemikiran mereka sendiri maupun pemikiran orang lain untuk kemudian dirangkum dan mencapai kesimpulan. Selanjutnya, kesimpulan itulah yang akan diungkapkan menjadi argumen yang kritis dan logis.

3. Indikator Berpikir Kritis Matematis

Terdapat 12 indikator berpikir kritis matematis menurut Ennis yang dikelompokkan ke dalam lima tahapan, di antaranya sebagai berikut¹⁴¹:

- a. Memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*)
 - 1) Menganalisis pertanyaan
 - 2) Memfokuskan pertanyaan
 - 3) Bertanya dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan atau tantangan
- b. Membangun keterampilan dasar (*basic support*)
 - 1) Mempertimbangkan kredibilitas sumber informasi
 - 2) Melakukan pertimbangan observasi
- c. Membuat kesimpulan (*interference*)
 - 1) Menentukan kesimpulan dari solusi permasalahan yang dihadapi
 - 2) Menentukan solusi alternatif dalam menyelesaikan permasalahan
 - 3) Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan

¹⁴¹ Artur L. Costa & Robert H. Ennis, *Developing Minds Goals for Critical Thinking Curriculum*, (Alexandria: The Educational Resources Information Center, 1985), 83-85.

- d. Memberikan penjelasan lebih lanjut (*advance clarification*)
- 1) Mengidentifikasi pertanyaan
 - 2) Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi
- e. Mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*)
- 1) Menentukan solusi dari suatu permasalahan dalam soal
 - 2) Menuliskan solusi atau jawaban dari permasalahan yang dihadapi

Tabel 2.2
Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Menurut Ennis¹⁴²

Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis
Memberikan penjelasan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	Menganalisis pertanyaan
	Memfokuskan pertanyaan
	Bertanya dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan atau tantangan
Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)	Mempertimbangkan kredibilitas sumber informasi
	Melakukan observasi dan mempertimbangkan laporan hasil observasi
Membuat kesimpulan (<i>inference</i>)	Menentukan kesimpulan dari solusi permasalahan yang dihadapi
	Menentukan solusi alternatif dalam menyelesaikan permasalahan
	Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan
Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advance clarification</i>)	Mengidentifikasi pertanyaan
	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi

¹⁴² Artur L. Costa & Robert H. Ennis, Loc. Cit.

Mengatur strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)	Menentukan solusi dari suatu permasalahan dalam soal
	Menuliskan solusi atau jawaban dari permasalahan yang dihadapi

Berdasarkan uraian penjelasan indikator berpikir kritis di atas, maka peneliti membatasi indikator berpikir kritis menurut Ennis yang akan digunakan dalam penelitian ini dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2.3
Indikator yang dianalisis

No.	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis
1.	Memberikan penjelasan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	a. Menganalisis pertanyaan b. Memfokuskan pertanyaan
2.	Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advance clarification</i>)	a. Mengidentifikasi pertanyaan
3.	Mengatur strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)	a. Menentukan solusi dari suatu permasalahan dalam soal b. Menuliskan solusi atau jawaban dari permasalahan yang dihadapi
4.	Membuat kesimpulan (<i>inference</i>)	a. Menentukan kesimpulan dari solusi permasalahan yang dihadapi

D. Problem Based Learning (PBL) dengan PhET

Pembelajaran pada hakikatnya merupakan suatu proses, yakni proses mengatur, mengorganisasi lingkungan sekitar siswa sehingga mampu menumbuhkan serta mendorong mereka untuk

melakukan proses belajar¹⁴³. Pembelajaran juga dapat diartikan sebagai suatu proses memberikan bimbingan atau bantuan kepada siswa dalam melakukan proses belajar. Dalam hal ini peran guru sebagai seorang pembimbing harus mampu mengatur strategi dalam pembelajaran agar sesuai dengan kondisi dari setiap siswa. Sebab, dalam suatu pembelajaran terdapat berbagai macam perbedaan kemampuan antar siswa yang dapat menghambat tercapainya kesetaraan tujuan pembelajaran.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pembelajaran adalah interaksi pendidik dengan peserta didik dan sumber belajar yang berlangsung dalam suatu lingkungan belajar¹⁴⁴. Sedangkan secara Nasional, pembelajaran dipandang sebagai suatu proses interaksi yang melibatkan beberapa komponen utama, di antaranya yaitu peserta didik, pendidik, dan sumber belajar yang berlangsung dalam suatu lingkungan belajar¹⁴⁵. Dengan demikian, menurut peneliti proses pembelajaran adalah sebuah sistem yang melibatkan beberapa komponen yang saling berkaitan untuk mencapai hasil sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Pola pembelajaran yang terjadi saat ini seringkali masih bersifat transmisi, yaitu siswa secara pasif menerima pengetahuan yang diberikan oleh guru¹⁴⁶. Hal ini menjadikan siswa terbiasa hanya mengandalkan guru sebagai sumber belajar tanpa mencoba untuk mencari tahu informasi dari sumber yang lain. Selain itu, siswa akan sulit untuk bersikap mandiri karena budaya belajar yang ada menimbulkan rasa ketergantungan terhadap guru. Oleh sebab itu, perlu adanya inovasi pada pembelajaran untuk mengatasi permasalahan tersebut agar tidak berkelanjutan.

Pada penelitian ini akan digunakan model *Problem Based Learning* atau biasa disebut PBL dalam proses pembelajaran. Sebab, salah satu karakteristik dari PBL yaitu siswa sebagai pusat dari pembelajaran¹⁴⁷. Maka, dengan menggunakan model PBL

¹⁴³ Aprida Pane, "Belajar dan Pembelajaran", *Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman*, 3: 2, (Desember, 2017), 337.

¹⁴⁴ Republik Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*, 6.

¹⁴⁵ Aprida Pane, Loc. Cit.

¹⁴⁶ Trianto, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*, (Jakarta: Kencana, 2009), 19.

¹⁴⁷ Min Liu, *Motivating Students Through Problem-Based Learning*, (Austin: University of Texas, 2005), 130.

akan meminimalisir ketergantungan siswa terhadap guru dan menjadikan mereka sebagai pelajar yang lebih mandiri.

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembelajaran pada penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Hal ini menjadi salah satu alasan dipilihnya PBL, sebab PBL merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa¹⁴⁸. Sejalan dengan pendapat Tan, bahwa kemampuan berpikir siswa benar-benar dioptimalkan melalui proses kerja kelompok atau tim secara sistematis, sehingga siswa dapat memberdayakan, mengasah, menguji, dan mengembangkan kemampuan berpikirnya¹⁴⁹. Dengan demikian, peneliti berharap penggunaan model PBL dapat memaksimalkan pencapaian tujuan pembelajaran yang ditandai dengan meningkatnya kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Sebagaimana model pembelajaran yang lain, selain memiliki kelebihan PBL juga memiliki kekurangan. Salah satu kekurangan PBL yaitu membutuhkan waktu yang lama sehingga siswa tidak memiliki cukup waktu untuk terlibat secara mendalam pada pembelajaran¹⁵⁰. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan media pembelajaran, baik media sederhana maupun media berbasis teknologi. Pada penelitian ini media yang akan digunakan adalah media berbasis teknologi bernama simulasi *PhET* (*Physics Education and Technology*).

Simulasi *PhET* merupakan *software* yang dapat digunakan untuk memperjelas konsep-konsep atau fenomena yang akan diterangkan¹⁵¹. Media ini menekankan hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasarinya, mendukung pendekatan interaktif, dan konstruktivis¹⁵². Sebagaimana PBL yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai konteks pembelajarannya, peneliti menilai bahwa media *PhET* akan cocok jika dikolaborasikan dengan model PBL. Dengan berbantuan

¹⁴⁸ Aprilia Sianturi, Tetty Natalia Sipayung, & Frida Marta Argareta Simorangkir, Op. Cit., 32.

¹⁴⁹ Rusman, *Model-Model Pembelajaran...*, Op. Cit., 229.

¹⁵⁰ Gusniar & Rita Juliani, "Analisis Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan Media *PhET* di SMA Negeri 1 Cermin", *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 5: 1, (Januari, 2019), 11.

¹⁵¹ A. M. Miftah Farid, Andi Rafiq Faradiyah, Aini Maghfira, & Asrianti Putri Lestari, Loc. Cit.

¹⁵² A. M. Miftah Farid, Andi Rafiq Faradiyah, Aini Maghfira, & Asrianti Putri Lestari, Loc. Cit.

media simulasi *PhET* akan mempermudah guru untuk menyampaikan materi dalam jumlah banyak di satu tempat yang sama sehingga penggunaan waktu menjadi lebih efisien. Selain itu, media simulasi *PhET* akan membuat proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan sehingga siswa akan merasa bergairah dan termotivasi untuk mengikuti setiap fase dalam pembelajaran.

E. Efektivitas Penggunaan PBL dengan *PhET* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (*offline*), sesuatu dapat dikatakan efektif apabila dapat memberikan hasil, berkesan, berpengaruh atau berakibat. Efektivitas merupakan suatu pengukuran yang berarti tercapainya tujuan atau sasaran yang telah ditentukan sebelumnya¹⁵³. Sedangkan efektivitas pembelajaran secara konseptual dapat diartikan sebagai suatu perilaku atau kegiatan dalam proses pembelajaran yang berdampak pada keberhasilan usaha atau tindakan dari hasil belajar siswa¹⁵⁴.

Dunn menyatakan bahwa efektivitas adalah suatu kriteria evaluasi yang mempertanyakan apakah hasil yang diinginkan atau ditentukan telah tercapai atau belum¹⁵⁵. Adapun dimensi efektivitas pembelajaran meliputi dua hal, yaitu¹⁵⁶:

1. Karakteristik guru yang efektif dalam proses pembelajaran yaitu yang memiliki kemampuan dalam pengembangan aplikasi teknologi. Indikatornya antara lain: pengorganisasian materi, memilih metode yang tepat, bersikap positif kepada siswa, kreatif menggunakan teknologi dalam pembelajaran, dan memberdayakan siswa.
2. Karakteristik siswa yang efektif dalam proses pembelajaran yaitu yang bersifat fleksibel dan aktif dalam memanfaatkan strategi serta pendekatan. Indikatornya antara lain: aktif

¹⁵³ Soewarno Handyaningrat, *Administrasi Pembangunan dalam Pembangunan Nasional*, (Jakarta: Gunung Agung, 1984), 38.

¹⁵⁴ Antoni Saregar, Sri Latifah, & Meisita Sari, "Efektivitas Model Pembelajaran CUPs: Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Madrasah Aliyah Mathla'ul Anwar", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 5: 2, (2016), 234.

¹⁵⁵ William N. Dunn, *Pengantar Analisis Kebijakan Publik (Edisi Kedua)*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2000), 601.

¹⁵⁶ Nur Raina Novianti, "Kontribusi Pengelolaan Laboratorium dan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Efektivitas Model Pembelajaran", *Jurnal Pendidikan IPA*, Edisi Khusus: 1, (Agustus, 2011), 160.

dalam proses belajar mengajar, mampu bekerja sama, bertanggung jawab, dan belajar dari apa yang dipelajari.

Berdasarkan uraian penjelasan di atas, menurut peneliti efektivitas pembelajaran adalah serangkaian kegiatan dalam proses pembelajaran yang disertai dengan suatu kriteria tertentu untuk mengetahui dampak serta keberhasilan dalam mencapai tujuan pembelajaran. Dalam tulisan ini, efektivitas yang dimaksud berhubungan dengan penggunaan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* dapat dikatakan efektif jika setelah dilakukannya pembelajaran tersebut aktivitas siswa mencapai kriteria aktif atau sangat aktif, kemampuan guru melaksanakan RPP mencapai kriteria baik atau sangat baik, respon siswa mencapai kriteria positif atau sangat positif, dan meningkatnya kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Dipilihnya model pembelajaran PBL dalam tulisan ini bukan karena tanpa alasan, melainkan karena adanya keterkaitan antara PBL itu sendiri dengan kemampuan berpikir kritis matematis. Kemampuan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui PBL karena konteks pembelajarannya yang menggunakan masalah otentik¹⁵⁷. Selain itu, siswa tidak hanya diminta untuk memahami permasalahannya saja akan tetapi juga dituntut untuk mampu bekerja sama dalam memecahkan masalah tersebut sehingga akan menstimulus kemampuan siswa, terutama kemampuan berpikir kritis¹⁵⁸. Dengan demikian, melalui penerapan pembelajaran dengan model PBL ini diharapkan mampu memberikan peningkatan pada kemampuan berpikir kritis matematis siswa secara optimal.

Osman dan Kaur menyatakan bahwa PBL berfokus pada siswa yang memecahkan permasalahan melalui kelompok kolaboratif¹⁵⁹. Pengalaman dalam memecahkan permasalahan dengan bekerja sama dalam suatu kelompok memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertukar pikiran dengan anggota

¹⁵⁷ Enok Noni Masrinah, Ipin Aripin, & Aden Arif Gaffar, "Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis", *Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA*, (Agustus, 2019), 930.

¹⁵⁸ Ibid.

¹⁵⁹ Andriyani Hastuti, Hairunnisyah Sahidu, & Gunawan, "Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Virtual Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika", *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2: 3, (Juli, 2016), 130.

kelompoknya, mengembangkan kemampuan berpikir berdasarkan masalah yang dihadapi serta membangun pengetahuannya sendiri¹⁶⁰. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Weissinger yang menyatakan bahwa PBL menciptakan kondisi yang cocok bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya¹⁶¹.

Penggunaan model PBL akan semakin maksimal apabila pada penerapannya dikolaborasikan atau dipadukan dengan penggunaan media pembelajaran baik berupa media sederhana maupun media berbasis teknologi¹⁶². Penggunaan media yang relevan dapat mengoptimalkan proses pembelajaran serta membantu tugas guru dan siswa untuk mencapai tujuan atau kompetensi yang diinginkan¹⁶³. Pada penelitian ini, media yang akan dipadukan dengan PBL adalah media berbasis teknologi yakni simulasi *PhET*.

Menurut Rochman dan Madlazim, simulasi *PhET* adalah sebuah media simulasi interaktif yang menyenangkan dan berbasis penemuan¹⁶⁴. Simulasi *PhET* berupa *software* yang dapat digunakan untuk memperjelas konsep-konsep fisis atau fenomena yang akan dipelajari¹⁶⁵. Penggunaan media *PhET* dapat mempermudah guru saat menyampaikan materi dalam jumlah banyak sehingga penggunaan waktu lebih efisien, selain itu dengan media *PhET* proses pembelajaran akan terasa lebih menyenangkan untuk dilihat, dibaca, dicerna, dan diingat¹⁶⁶. Dengan demikian, proses pembelajaran akan berjalan dengan menyenangkan dan meminimalisir kebosanan. Selain itu, penggunaan waktu selama pembelajaran menjadi lebih efisien.

¹⁶⁰ Tantawi Jauhari, Hikmawati, & Wahyudi, “Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Gunungsari Tahun Pelajaran 2015/2016”, *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2: 1, (Januari, 2016), 11.

¹⁶¹ Muhiddin Palennari, “Problem Based Learning (PBL) Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Pebelajar pada Pembelajaran Biologi”, *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, (2018), 603.

¹⁶² Andriyani Hastuti, Hairunnisyah Sahidu, & Gunawan, Loc. Cit.

¹⁶³ Isran Rasyid Karo-Karo S & Rohani, Loc. Cit.

¹⁶⁴ Tirtawaty Abdul & Nova Elysia Ntobuo, “Penerapan Media Pembelajaran Virtual Laboratory Berbasis PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gelombang”, *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 7: 3, (2019), 27.

¹⁶⁵ Ibid.

¹⁶⁶ Eliya Maryam Ramadani & Nana, “Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Virtual Lab PhET pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA: Literature Review”, *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8: 1, (April, 2020), 89.

Penerapan model PBL sudah pernah diteliti sebelumnya, seperti Eka Yulianti dan Indra Gunawan yang hasil penelitiannya menunjukkan adanya efektivitas PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa¹⁶⁷. Penelitian lain yang dilakukan oleh Tirtawaty Abdjul dan Nova Elysia Ntobuo menghasilkan kesimpulan bahwa pembelajaran dengan menggunakan media *PhET* mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan alat peraga sederhana¹⁶⁸. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, tulisan ini akan mencoba untuk mengkombinasikan PBL dengan media simulasi *PhET*. Kombinasi ini diharapkan dapat menjadi inovasi baru dalam dunia pembelajaran matematika serta dapat membangun peran aktif siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

Penggunaan model PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* perlu memperhatikan beberapa hal, yaitu¹⁶⁹:

1. Mengatur alokasi waktu dengan sebaik mungkin sehingga setiap tahapan atau fase pembelajaran dapat terlaksana secara maksimal.
2. Menguji kelayakan media simulasi *PhET* yang akan digunakan dalam pembelajaran.
3. Memberikan perlakuan khusus bagi siswa yang sulit diatur untuk meminimalisir kesenjangan hasil yang diperoleh.

¹⁶⁷ Eka Yulianti & Indra Gunawan, "Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis", *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2: 3, (November, 2019), 399-408.

¹⁶⁸ Tirtawaty Abdjul & Nova Elysia Ntobuo, Op. Cit., 26-31.

¹⁶⁹ Tantawi Jauhari, Hikmawati, & Wahyudi, Loc. Cit.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian yang menghasilkan data dalam bentuk deskripsi berupa kata-kata tertulis atau lisan dari subjek yang diamati¹⁷⁰. Penelitian deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan efektivitas penggunaan PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Sedangkan pendekatan kualitatif merupakan pendekatan yang bertujuan untuk memahami fenomena yang dialami oleh subjek penelitian tanpa melakukan generalisasi terhadap hal-hal dari hasil penelitian¹⁷¹. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menjabarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan serta menjawab rumusan masalah atau pertanyaan pada penelitian ini.

Selain melakukan perancangan pada media simulasi *PhET* yang nantinya akan dipadukan dengan model PBL, penelitian ini juga akan menerapkan pembelajaran model PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* untuk dilihat efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Perancangan media simulasi *PhET* akan dilakukan dengan tiga tahapan yang mengacu pada model pengembangan multimedia interaktif yaitu *IDI (Instruksional Development Institute)*. Tiga tahapan tersebut di antaranya adalah sebagai berikut¹⁷²:

1. Tahap Penentuan (*Define*)

Tahap penentuan atau *define* bertujuan untuk menganalisis kebutuhan seperti menganalisis kurikulum dan menentukan Kompetensi Dasar, menganalisis karakteristik siswa, menganalisis materi pelajaran, dan menganalisis media¹⁷³. Tahap *define* pada penelitian ini dilakukan dengan cara berdiskusi dengan guru mata pelajaran matematika dan ahli untuk menentukan rancangan media *PhET* yang tepat

¹⁷⁰ Lexy J. Moleog, *Metode Penelitian Kualitatif*, (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2007), 3.

¹⁷¹ *Ibid*, 6.

¹⁷² Fadil Firdian & Ilham Tri Maulana, "Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif pada Matakuliah Aplikasi Software", *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3: 6, (Juni, 2018), 823.

¹⁷³ *Ibid*.

berdasarkan kebutuhan siswa sehingga dapat memaksimalkan pencapaian pembelajaran dan tujuan penelitian yakni meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

2. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan atau *develop* adalah tahap merancang media berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya dengan guru mata pelajaran matematika dan ahli pada tahap penentuan atau *define*¹⁷⁴. Penelitian ini menggunakan bantuan *software* bernama *Macromedia Flash* untuk merancang media *PhET*.

3. Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi atau *evaluate* merupakan tahap terakhir yang berisikan penerapan media dan uji coba efektivitas berdasarkan perolehan hasil dari tujuan yang diinginkan atau telah ditetapkan sebelumnya¹⁷⁵. Pada penelitian ini penerapan media akan dilakukan bersamaan dengan penerapan model PBL untuk kemudian dipadukan keduanya dalam suatu proses pembelajaran. Selanjutnya, efektivitas media akan dilihat melalui hasil tes kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang dilakukan sebelum dan sesudah diterapkannya pembelajaran model PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*. Rancangan media yang telah dibuat dapat dikatakan efektif jika terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* berpikir kritis matematis siswa.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di MTs Negeri 1 Lamongan pada semester gasal 2020/2021. Alasan dipilihnya MTs Negeri 1 Lamongan sebagai tempat penelitian karena sekolah tersebut memiliki kategori kelas reguler yang memungkinkan adanya kekurangan pada kemampuan berpikir kritis matematisnya. Gambaran kegiatan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

¹⁷⁴ Marlan, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Animasi pada Mata Kuliah Metrologi Industri", *PEDIKA: Jurnal Pendidikan Vokasi*, 1: 1, (2017), 21.

¹⁷⁵ *Ibid.*

Tabel 3.1
Gambaran Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan Penelitian
1.	Permohonan izin penelitian kepada kepala sekolah MTs Negeri 1 Lamongan dan guru bidang studi matematika.
2.	Melakukan diskusi dengan guru mata pelajaran matematika dan ahli terkait penyusunan rancangan media simulasi <i>PhET</i> .
3.	Merancang media simulasi <i>PhET</i> .
4.	Melakukan diskusi terkait kelas yang akan dipilih untuk melakukan penelitian.
5.	Pemberian <i>pre test</i> kemampuan berpikir kritis matematis.
6.	Pelaksanaan pembelajaran dengan model <i>Problem Based Learning</i> yang dipadu dengan media simulasi <i>PhET</i> .
7.	Pemberian <i>pos ttest</i> kemampuan berpikir kritis matematis.

C. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII MTs Negeri 1 Lamongan. Pemilihan subjek pada penelitian ini dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan atau tujuan tertentu¹⁷⁶. Pengambilan subjek dalam penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan kelas yang memiliki rata-rata hasil belajar rendah pada mata pelajaran. Rata-rata hasil belajar rendah akan dilihat melalui nilai ulangan harian matematika siswa yang terbaru (ulangan harian terakhir).

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah catatan lapangan (*field note*), observasi, tes, dan angket. Adapun uraian dari masing-masing teknik adalah sebagai berikut:

1. Teknik Catatan Lapangan (*field note*)

Teknik catatan lapangan atau *field note* merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pembuatan sebuah catatan terhadap apa pun yang terjadi di lapangan.

¹⁷⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan*, (Bandung: Alfabeta, 2015), 300.

Catatan lapangan berguna bagi peneliti untuk mengetahui media simulasi *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Sehingga, catatan lapangan yang akan dibuat pada penelitian ini bersifat deskriptif dan berisi penjelasan tentang cara atau langkah-langkah dalam proses perancangan media simulasi *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

2. Teknik Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui suatu pengamatan yang disertai dengan pencatatan-pencatatan secara sistematis terhadap keadaan atau perilaku dari objek sasaran¹⁷⁷. Observasi dilakukan oleh peneliti saat pelaksanaan pembelajaran model PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan lembar observasi aktivitas siswa dan kemampuan guru melaksanakan RPP.

3. Teknik Tes

Tes adalah serangkaian pertanyaan, latihan, atau alat-alat lain yang digunakan oleh peneliti untuk mengukur berbagai macam keterampilan, pengetahuan, kemampuan serta bakat yang dimiliki oleh siswa¹⁷⁸. Tes yang dilakukan pada penelitian ini berupa tes tulis dalam bentuk esai yang terdiri dari *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis. Tes ini dilakukan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Melalui tes ini juga dapat diketahui apakah media simulasi *PhET* yang telah dibuat dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

4. Teknik Angket

Teknik ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap proses pembelajaran. Sehingga, angket tersebut akan diberikan kepada seluruh siswa setelah proses pembelajaran selesai. Cara mengisi angket adalah dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom tanggapan yang diinginkan. Sebelum mengisi angket, guru terlebih dahulu

¹⁷⁷ Abdurrahman Fatoni, *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2011), 104.

¹⁷⁸ Zaenal Arifin, *Metodologi Penelitian Pendidikan Filosofi, Teori, dan Aplikasinya*, (Surabaya: Lentera Cendikia, 2012), 96.

menginformasikan kepada siswa bahwa hasil angket tidak akan mempengaruhi nilai akademik mereka. Dengan demikian, siswa akan lebih leluasa dalam memberikan penilaian sebagai bentuk respon mereka terhadap proses pembelajaran sesuai dengan apa yang mereka rasakan.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa lembar catatan lapangan (*field note*), lembar observasi, lembar tes, dan lembar angket. Adapun uraian dari masing-masing instrumen adalah sebagai berikut:

1. Lembar Catatan Lapangan (*field note*)

Lembar catatan lapangan atau *field note* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui rancangan media simulasi *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Pada lembar catatan lapangan, peneliti mencatat serta menggambarkan fase atau langkah-langkah yang dilalui dalam merancang media simulasi *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Proses mencatat dilakukan peneliti setiap kali selesai melakukan diskusi dengan guru bidang studi matematika serta ahli terkait kurikulum yang digunakan di tempat penelitian. Catatan lapangan ini dibuat secara deskriptif yang berisi waktu dan bentuk kegiatan dari setiap fase merancang media simulasi *PhET*.

2. Lembar Observasi

Lembar observasi pada penelitian ini dibagi ke dalam dua kategori, yaitu:

a. Lembar observasi aktivitas siswa

Lembar observasi aktivitas siswa pada penelitian ini digunakan untuk mengamati aktivitas siswa selama mengikuti proses pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.

Adapun kriteria yang diamati oleh peneliti adalah sebagai berikut:

- 1) Mendengarkan/memperhatikan penjelasan guru
- 2) Mengajukan/menjawab pertanyaan
- 3) Menyampaikan/menanggapi argumen
- 4) Membaca/memahami masalah melalui media *PhET*
- 5) Menyelesaikan masalah yang ada di media *PhET*

- 6) Berdiskusi dengan kelompoknya terkait permasalahan yang ada di media *PhET*
 - 7) Membuat karya berupa laporan penyelesaian sebagai bahan presentasi
 - 8) Melakukan hal yang tidak sesuai dengan kegiatan belajar mengajar (melamun, mengganggu teman, dsb)
- b. Lembar observasi kemampuan guru melaksanakan RPP
- Lembar observasi kemampuan guru melaksanakan RPP pada penelitian ini akan dibuat sesuai dengan pembelajaran model PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET* yang telah direncanakan dalam RPP.
3. Lembar Tes
- Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berupa soal *pre test* dan *post test* untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa. *Pre test* dan *post test* merupakan soal uraian yang diambil atau diadopsi dari buku Strategi dan Bank Soal HOTS Matematika SMP/MTs yang ditulis oleh Tim MAESTRO GENTA. Penyusunan soal tes diawali dengan membuat kisi-kisi yang meliputi pokok bahasan atau materi, aspek kemampuan yang diukur, indikator, dan banyaknya butir soal. Kemudian dilanjutkan dengan menyusun soal tes beserta kunci jawaban dan pedoman penskorannya.
4. Lembar Angket
- Lembar angket pada penelitian ini berisi tentang pembelajaran dengan model PBL dan penggunaan media simulasi *PhET*. Struktur angket ini memuat beberapa hal, di antaranya: Pendahuluan; petunjuk pengisian; pernyataan-pernyataan yang disertai dengan empat pilihan jawaban yaitu STS (sangat tidak setuju), TS (tidak setuju), S (setuju), SS (sangat setuju).
- Adapun pernyataan-pernyataan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:
- a. Saya merasa senang selama mengikuti proses pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
 - b. Saya menjadi lebih aktif selama mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.

- c. Saya menjadi terbantu dalam memahami konsep baru setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- d. Saya mendapatkan banyak manfaat setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- e. Saya mampu mengidentifikasi suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- f. Saya mampu menemukan solusi dari suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- g. Saya mampu membuat kesimpulan dari suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- h. Saya mendapatkan kesempatan lebih untuk menyampaikan ide.
- i. Saya mendapatkan kesempatan lebih untuk mengajukan pertanyaan.
- j. Saya mendapatkan kesempatan lebih untuk menanggapi pertanyaan/pendapat orang lain.
- k. Media simulasi *PhET* yang digunakan dalam pembelajaran tampak baru bagi saya.
- l. Media simulasi *PhET* yang digunakan dalam pembelajaran membuat saya lebih antusias untuk belajar.
- m. Media simulasi *PhET* menjadikan suasana belajar menjadi menyenangkan.
- n. Media simulasi *PhET* membuat saya lebih betah belajar.
- o. Media simulasi *PhET* sangat mudah untuk digunakan.
- p. Menurut saya, media simulasi *PhET* sangat menarik karena mampu memperlihatkan dengan jelas konsep atau materi yang dipelajari.
- q. Media simulasi *PhET* memuat konten yang sesuai dengan materi pelajaran.
- r. Media simulasi *PhET* memudahkan saya dalam memahami konsep dan materi pelajaran yang bersifat abstrak.
- s. Media simulasi *PhET* bersifat praktis karena dapat digunakan kapan saja dan dimana saja.

- t. Media simulasi *PhET* mengenalkan saya pada teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk belajar.

F. Keabsahan Data

Untuk melakukan pengecekan keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik *trackability*, ketekunan pengamatan, berdiskusi dengan teman sejawat, dan konsultasi dengan pembimbing.

1. *Trackability*

Trackability merupakan sebuah observasi pada proses pembelajaran¹⁷⁹. Melalui *trackability* peneliti dapat menyampaikan informasi yang telah didapat secara mendetail tanpa adanya suatu kesalahan. Seluruh fase atau tahapan dalam merancang media simulasi *PhET* tersimpan dalam bentuk catatan lapangan (*field note*) yang nantinya dapat membantu peneliti untuk menemukan situasi yang mengarah pada kesimpulan.

2. Ketekunan Pengamatan

Ketekunan pengamatan dilakukan untuk menemukan unsur-unsur dan ciri-ciri pada situasi yang relevan dengan permasalahan atau isu yang sedang dicari untuk kemudian memfokuskan diri pada hal-hal tersebut secara rinci. Hal ini berarti bahwa peneliti hendaknya melakukan pengamatan atau observasi dengan teliti dan rinci secara berkesinambungan terhadap faktor-faktor yang menonjol¹⁸⁰. Pada penelitian ini, ketekunan pengamatan dilakukan dengan cara melakukan observasi selama proses pembelajaran dan ketelitian dalam menilai hasil *pre test* dan *post test*.

3. Diskusi dengan Teman Sejawat

Diskusi dengan teman sejawat adalah pemeriksaan yang dilakukan dengan cara mengumpulkan teman sebaya yang memiliki kemampuan umum setara terkait hal yang sedang diteliti, sehingga bersama dengan mereka peneliti dapat *review* persepsi, pandangan, dan analisis yang sedang

¹⁷⁹ RCI Prahmana, Disertasi: "*Local Instruction Theory Penelitian Pendidikan Matematika untuk Menumbuhkan Keterampilan Mahasiswa Calon Guru dalam Melakukan Penelitian dan Menulis Karya Ilmiah*", (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2016), 56.

¹⁸⁰ Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2008), 330.

dilakukan¹⁸¹. Teknik ini dilakukan oleh peneliti dengan cara mendiskusikan proses dan hasil akhir penelitian dengan teman-teman sejawat.

4. Konsultasi dengan Pembimbing

Konsultasi dengan pembimbing dilakukan peneliti untuk meminta saran terkait keabsahan data yang diperoleh dari hasil penelitian.

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini, antara lain:

1. Analisis Data Hasil Catatan Lapangan (*field note*)

Analisis data hasil catatan lapangan (*field note*) dilakukan dengan cara mengubah data yang telah diperoleh ke dalam bentuk deskripsi untuk menjelaskan setiap fase atau tahapan yang dilalui dalam merancang media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Namun sebelum itu, catatan tersebut direduksi terlebih dahulu dan hanya diambil data yang sesuai dengan tahapan atau fase merancang media.

2. Analisis Data Hasil Observasi

Data yang akan dianalisis adalah data aktivitas siswa dan kemampuan guru melaksanakan RPP.

a. Analisis data hasil observasi aktivitas siswa

Untuk setiap kategori aktivitas siswa yang muncul akan dihitung frekuensi dan persentasenya. Setelah menghitung persentase aktivitas siswa untuk setiap kategorinya, maka akan didapat kesimpulan terkait aktivitas siswa yang dominan muncul dengan cara menentukan persentase terbesar dari setiap kategorinya.

Untuk menghitung persentase aktivitas siswa selama proses pembelajaran, terlebih dahulu ditentukan rata-rata dari kedua observer pada setiap kategori aktivitas siswa dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{\text{Jumlah skor } O_1 + \text{Jumlah skor } O_2}{2}$$

Keterangan:

¹⁸¹ Ibid., 333.

R = Rata-rata kedua observer

O_1 = Observer 1

O_2 = Observer 2

Selanjutnya mencari persentase dari setiap kategori aktivitas siswa berdasarkan rata-rata kedua observer dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{R}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase (%)

R = Rata-rata kedua observer

N = Total keseluruhan kategori aktivitas siswa

Aktivitas siswa dapat dikatakan efektif jika persentasenya mencapai kategori aktif atau sangat aktif. Untuk mengetahui kriteria aktivitas siswa didasarkan pada pedoman penilaian menurut Ngalim Purwanto¹⁸². Adapun kriteria aktivitas siswa dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.2
Kriteria Aktivitas Siswa

Persentase	Kriteria
$86\% \leq P \leq 100\%$	Sangat Aktif
$76\% \leq P < 86\%$	Aktif
$61\% \leq P < 76\%$	Cukup Aktif
$56\% \leq P < 66\%$	Kurang Aktif
$P < 56\%$	Tidak Aktif

- b. Analisis data hasil observasi kemampuan guru melaksanakan RPP

Untuk menghitung skor dari setiap kegiatan yang dilakukan selama proses pembelajaran adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SK = \frac{A}{BT}$$

Keterangan:

SK = Skor dari setiap kegiatan

¹⁸² Ngalim Purwanto, *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*, (Bandung: Rosdakarya, 2002), 103.

A = Jumlah skor yang diperoleh

BT = Banyaknya tahap atau fase

Selanjutnya untuk mencari rata-rata skor dari setiap observer digunakan rumus sebagai berikut:

$$PO = \frac{\text{Jumlah SK}}{BP}$$

Keterangan:

PO = Rata-rata skor dari setiap observer

SK = Skor dari setiap kegiatan

BP = Banyaknya kegiatan

Kemudian yang terakhir adalah mencari rata-rata dari kedua observer menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Jumlah PO}}{BP}$$

Keterangan:

P = Rata-rata dari kedua observer

PO = Rata-rata dari setiap observer

BO = Banyaknya observer

Kemampuan guru melaksanakan RPP dapat dikatakan efektif jika skor kemampuan guru melaksanakan RPP mencapai kriteria baik atau sangat baik. Untuk mengetahui kriteria kemampuan guru melaksanakan RPP didasarkan pada pedoman penilaian menurut Ngalim Purwanto¹⁸³. Adapun kriteria kemampuan guru melaksanakan RPP dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.3
Kriteria Kemampuan Guru Melaksanakan RPP

Rata-Rata Total Skor	Keterangan
$3,00 \leq P \leq 4,00$	Sangat baik
$2,00 \leq P < 3,00$	Baik
$1,00 \leq P < 2,00$	Kurang Baik
$P < 1,00$	Tidak baik

3. Analisis Data Hasil Tes

Data yang diperoleh dari hasil tes kemampuan berpikir kritis matematis berupa nilai *pre test* dan nilai *post test*. Data

¹⁸³ Ibid., 102.

yang diperoleh dalam bentuk nilai tersebut dianalisis dengan menggunakan statistika deskriptif dan statistika inferensial. Statistika inferensial yang digunakan pada penelitian ini adalah uji beda yaitu uji *paired sample t-test*. Hal ini dilakukan bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yang kedua.

Sebelum melakukan uji *paired sample t-test*, terlebih dahulu dilakukan perhitungan melalui statistik deskriptif untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal dan homogen atau tidak sebagai syarat untuk bisa melakukan uji *paired sample t-test*. Keseluruhan perhitungan statistik dilakukan dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS.

a. Statistik deskriptif

Statistik deskriptif merupakan statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang diperoleh dengan apa adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi¹⁸⁴.

Statistik deskriptif pada penelitian ini digunakan untuk menyajikan data yang diperoleh melalui *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa (mean, median, standar deviasi, varians, skor minimum, dan skor maksimum) agar mudah untuk dipahami. Perhitungan statistik deskriptif ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS.

b. Uji normalitas

Pada jenis data kuantitatif, dapat dilakukan uji statistik parametrik dengan syarat data berdistribusi normal. Pembuktian data berdistribusi normal dilakukan dengan cara uji normalitas pada data. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Liliefors test*. Harun Al-Rasyid menyatakan kelebihan dari *Liliefors test* yaitu perhitungan atau penggunaannya sederhana serta memiliki kekuatan yang cukup sekalipun dengan ukuran sampel yang kecil¹⁸⁵. Menurut Sudjana,

¹⁸⁴ Sugiyono, Op. Cit., 207-208.

¹⁸⁵ Maman Abdurrahman, *Dasar-Dasar Metode Statistika untuk Penelitian*, (Bandung: Pustaka Setia, 2011), 261.

pengujian normalitas data yang diperoleh pada suatu penelitian dengan uji *Liliefors test* menggunakan langkah-langkah sebagai berikut¹⁸⁶:

- 1) Mengurutkan nilai x_i mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.
- 2) Menjadikan pengamatan nilai $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ sebagai nilai baku $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ menggunakan rumus $z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$ (dengan \bar{x} sebagai rata-rata dan s sebagai simpangan baku sampel).
- 3) Mencari nilai kritis $z(z_{tabel})$ dari setiap nilai baku dengan menggunakan daftar distribusi normal baku, selanjutnya dihitung peluang $F(z_i) = P(z \geq z_i)$ (dengan ketentuan jika z_i bernilai negatif, maka $F(z_i) = 0,5 - z_{tabel}$, namun jika z_i bernilai positif, maka $F(z_i) = 0,5 + z_{tabel}$).
- 4) Menghitung proporsi nilai $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ yang lebih kecil atau sama dengan nilai z_i (dengan ketentuan jika proporsi nilai tersebut dinyatakan oleh $S(z_i)$, maka $S(z_i) = \frac{\text{banyaknya nilai } z_1, z_2, z_3, \dots, z_n \text{ yang } \leq z_i}{n}$).
- 5) Menghitung selisih dari $F(z_i) - S(z_i)$ kemudian menentukan harga mutlaknya.
- 6) Mengambil harga mutlak yang paling besar di antara harga-harga mutlak dari selisih tersebut, harga ini disebut dengan L_{hitung} .

Untuk mengambil keputusan, dilakukan perbandingan antara L_{hitung} dengan L_{tabel} menggunakan tabel nilai kritis dari uji *Liliefors test* dengan taraf nyata $\alpha = 0,05$. Jika diperoleh $L_{hitung} \leq L_{tabel}$ maka sampel berdistribusi tidak normal, namun jika $L_{hitung} > L_{tabel}$ maka sampel berdistribusi normal.

Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Namun sebelum itu, terlebih dahulu ditetapkan hipotesis statistiknya, yaitu: $H_0 =$ data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan $H_1 =$ data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak

¹⁸⁶ Sudjana, *Metode Statistika*, (Bandung: Tarsito, 2002) Ed. Ke-6, 466.

normal. Untuk menentukan hipotesis mana yang akan dipilih, perhatikan nilai yang ditunjukkan oleh **Sig** pada *output* yang dihasilkan setelah dilakukan pengolahan data. Nilai ini disebut dengan nilai ***p-value*** dan disimbolkan dengan "p".

Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Jika nilai ***p-value*** $\leq \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 ditolak, yang berarti data sampel berasal dari populasi berdistribusi tidak normal.
- Jika nilai ***p-value*** $> \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti data sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

c. Uji homogenitas

Setelah data berdistribusi normal, langkah selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas. Uji homogenitas ini dilakukan untuk mengetahui apakah kedua data tersebut bersifat homogen atau tidak. Menurut Sugiyono, uji homogenitas varians dilakukan dengan menggunakan uji *F*. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}}$$

Untuk mengambil keputusan, harga F_{hitung} dibandingkan dengan F_{tabel} dengan *df* pembilang = $(n - 1)$ dan *df* penyebut = $(n - 1)$ serta memiliki taraf signifikan sebesar 5%. Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka varians bersifat tidak homogen, namun jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka varians bersifat homogen¹⁸⁷.

Uji homogenitas dengan uji *Levene* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan bantuan program aplikasi SPSS. Namun sebelum itu, terlebih dahulu ditetapkan hipotesis statistiknya, yaitu: H_0 = varians dari hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa bersifat homogen dan H_1 = varians dari hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa bersifat tidak homogen. Untuk menentukan hipotesis mana yang

¹⁸⁷ Sugiyono, Op. Cit., 140.

akan dipilih, perhatikan nilai yang ditunjukkan oleh **Sig** pada *output* yang dihasilkan setelah dilakukan pengolahan data. Nilai ini disebut dengan nilai ***p-value*** dan disimbolkan dengan "p".

Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Jika nilai ***p-value*** $\leq \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 ditolak, yang berarti varians dari hasil *pre test* dan *post test* berpikir kritis matematis siswa bersifat tidak homogen.
- Jika nilai ***p-value*** $> \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti varians dari hasil *pre test* dan *post test* berpikir kritis matematis siswa bersifat homogen.

d. Uji *paired sample t-test*

Dependent sample t-test atau biasa disebut dengan *paired sample t-test* merupakan jenis uji statistika yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata dari dua grup yang saling berpasangan. Sampel yang berpasangan dapat diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mendapatkan dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda, lebih tepatnya pada penelitian ini yaitu pengukuran sebelum dan sesudah dilakukannya sebuah *treatment*.

Uji *paired sample t-test* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dari hasil tes kemampuan berpikir kritis matematis sebelum dan sesudah diterapkan pembelajaran model *Problem based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*. Penghitungan uji *paired t-test* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{\frac{d}{s}}{\sqrt{n}}$$

Keterangan:

n = jumlah data kelas

s = standar deviasi

d = selisih nilai tes kemampuan berpikir kritis matematis sebelum dan sesudah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning*

yang dipadu dengan media simulasi
PhET

Untuk mengambil keputusan, dilakukan perbandingan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dan $db = n - 1$. Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka tidak ada perbedaan dari kedua sampel tersebut. Namun, jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka terdapat perbedaan dari kedua sampel tersebut.

Uji *paired sample t-test* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Namun sebelum itu, terlebih dahulu ditentukan hipotesis statistiknya, yaitu: $H_0 =$ tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET* dan $H_1 =$ terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*. Untuk menentukan hipotesis mana yang akan dipilih, perhatikan nilai yang ditunjukkan oleh **Sig** pada *output* yang dihasilkan setelah dilakukan pengolahan data. Nilai ini disebut dengan nilai ***p-value*** dan disimbolkan dengan "p".

Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Jika nilai ***p-value*** $\leq \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 ditolak, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- Jika nilai ***p-value*** $> \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuanberpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based*

Learning yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.

e. Uji *wilcoxon*

Jika data yang dianalisis tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji *wilcoxon*. Uji *wilcoxon* merupakan metode statistika yang digunakan untuk menguji perbedaan dari dua buah data yang berpasangan, yang berarti jumlah sampel data banyaknya selalu sama¹⁸⁸. Adapun langkah-langkah dari uji *wilcoxon* sebagai berikut¹⁸⁹:

- 1) Memberikan harga mutlak pada setiap selisih pasangan data ($X - Y$). Harga mutlak tersebut diberikan mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar atau sebaliknya. Harga mutlak terkecil diberi nomor urut atau ranking 1, kemudian selisih berikutnya diberi nomor urut atau ranking 2, dan seterusnya.
- 2) Memberikan tanda positif dan negatif pada setiap selisih pasangan data ($X - Y$).
- 3) Menghitung jumlah ranking yang bertanda positif dan negatif.
- 4) Mengambil harga mutlak dari selisih tanda ranking yang terkecil atau sesuai dengan arah hipotesis dan diberi huruf J . Harga mutlak yang terkecil atau J dijadikan sebagai dasar untuk menguji hipotesis dengan melakukan perbandingan tabel yang dibuat khusus untuk uji *wilcoxon*.

Uji hipotesis dilakukan dengan cara membandingkan harga mutlak J yang dipilih dengan harga J pada taraf nyata $\alpha = 0,05$ untuk menentukan apakah H_0 diterima atau ditolak. Adapun kriteria yang ditetapkan pada uji hipotesis adalah jika $J_{hitung} \leq J_{tabel}$ maka H_0 ditolak, namun jika $J_{hitung} > J_{tabel}$ maka H_0 diterima.

Uji *wilcoxon* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Namun sebelum itu, terlebih dahulu ditentukan hipotesis

¹⁸⁸ Budi Susetyo, *Statistika untuk Analisis Data Penelitian*, (Bandung: PT. Refika Aditama, 2010), 228.

¹⁸⁹ Ibid.

statistiknya, yaitu: H_0 = tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET* dan H_1 = terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*. Untuk menentukan hipotesis mana yang akan dipilih, perhatikan nilai yang ditunjukkan oleh **Sig** pada *output* yang dihasilkan setelah dilakukan pengolahan data. Nilai ini disebut dengan nilai ***p-value*** dan disimbolkan dengan "p".

Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Jika nilai ***p-value*** $\leq \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- Jika nilai ***p-value*** $> \alpha$, dengan ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah diterapkan pembelajaran model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.

4. Analisis Data Hasil Angket

Angket pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui respon atau pendapat siswa terhadap pembelajaran PBL sekaligus media simulasi *PhET* yang digunakan. Data yang diperoleh dari angket tersebut kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif, yaitu dengan cara menghitung persentase dari pernyataan yang diberikan. Persentase respon siswa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase respon siswa

A = Skor yang diperoleh dari setiap butir pernyataan

B = Skor maksimum dari setiap butir pernyataan

Analisis respon siswa dilakukan dengan cara mendeskripsikan respon mereka terhadap pembelajaran PBL dan media simulasi *PhET*. Respon siswa dapat dikatakan efektif jika persentasenya mencapai kriteria positif atau sangat positif. Untuk mengetahui kriteria angket respon siswa didasarkan pada pedoman penilaian menurut Ngalim Puwanto¹⁹⁰. Adapun kriteria respon siswa dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.4
Kriteria Respon Siswa

Persentase (%)	Kriteria
$86\% \leq P \leq 100\%$	Sangat Positif
$76\% \leq P < 86\%$	Positif
$61\% \leq P < 76\%$	Cukup Positif
$56\% \leq P < 61\%$	Kurang Positif
$P < 56\%$	Tidak Positif

H. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini akan dilaksanakan dengan empat tahapan yang meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap analisis data, dan tahap akhir atau tahap penyusunan laporan. Adapun rincian dari masing-masing tahapan akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Hal-hal yang akan dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan studi pendahuluan yang meliputi mengidentifikasi, merumuskan masalah serta melakukan kajian literatur.

¹⁹⁰ Ngalim Purwanto., Op. Cit., 103.

- b. Menyusun proposal penelitian.
- c. Membuat instrumen penelitian yang terdiri dari lembar catatan lapangan (*field note*), lembar observasi, lembar tes kemampuan berpikir kritis matematis, dan lembar angket.
- d. Melakukan uji validasi terhadap instrumen penelitian.
- e. Membuat surat permohonan izin untuk melaksanakan penelitian dari pihak UIN Sunan Ampel Surabaya.
- f. Meminta ijin kepada pihak MTs Negeri 1 Lamongan untuk melaksanakan penelitian di sekolah tersebut.
- g. Melakukan diskusi dengan guru mata pelajaran matematika dan ahli terkait penyusunan rancangan media simulasi *PhET*.
- h. Merancang media simulasi *PhET*.
- i. Membuat kesepakatan dengan guru mata pelajaran matematika terkait kelas yang akan dijadikan subjek penelitian serta waktu pelaksanaan penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Hal-hal yang akan dilakukan pada tahap pelaksanaan adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan *pre test* kepada subjek penelitian.
- b. Melaksanakan pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* yang dipadu dengan media simulasi *PhET*.
- c. Memberikan *post test* kepada subjek penelitian.
- d. Memberikan angket kepada siswa yang bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap pembelajaran PBL dan media simulasi *PhET*.

3. Tahap Analisis Data

Pada tahap analisis data, peneliti akan mengolah serta menganalisis data yang telah diperoleh dalam penelitian. Analisis data dilakukan berdasarkan teknik analisis data sebagaimana telah dijelaskan dalam BAB III pada poin teknik analisis data.

4. Tahap Akhir/Tahap Penyusunan Laporan

Pada tahap ini ada dua hal yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu melakukan penarikan kesimpulan serta menyusun laporan penelitian berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Paparan hasil penelitian ini menyajikan beberapa data di antaranya, yaitu data hasil catatan lapangan (*field note*), data hasil aktivitas siswa, data kemampuan guru melaksanakan RPP, data hasil nilai tes kemampuan berpikir kritis matematis, dan data hasil angket respon siswa. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel kelas VIII-A MTsN 1 Lamongan yang melibatkan 25 siswa tahun pelajaran 2020/2021.

1. Data Catatan Lapangan (*field note*)

a. Deskripsi Data Catatan Lapangan (*field note*)

Tahapan/fase IDI (*Instruksional Development Institute*) yang digunakan dalam merancang media *PhET* efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa terdiri dari tiga tahapan: tahap penentuan (*define*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap evaluasi (*evaluate*). Pada ketiga tahapan tersebut terdapat hal-hal yang dilakukan dengan rincian waktu dan hasil kegiatan yang akan disajikan dalam Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1
Rincian Waktu dan Hasil Kegiatan Merancang Media *PhET*

Tahapan/ Fase IDI	Tanggal Pelaksanaan	Nama Kegiatan	Hasil Kegiatan
Tahap penentuan (<i>define</i>)	5 Februari 2021	Analisis Kebutuhan Media	Informasi terkait media yang sudah ada di MTsN 1 Lamongan masih kurang memadai serta buku pegangan yang digunakan siswa belum mampu menarik minat siswa untuk belajar, sehingga kebutuhan terhadap media pembelajaran masih sangat diperlukan.
	6 Februari 2021	Menyimpu lkan	Berdasarkan lembar analisis kebutuhan

		Analisis Kebutuhan Media	media yang telah diisi oleh Bapak Zainal selaku guru Matematika, peneliti menyimpulkan bahwa inti dari media pembelajaran yang diinginkan adalah dapat menarik minat belajar siswa, selain itu media tersebut harus dilengkapi dengan materi, contoh serta latihan soal.
	8 Februari 2021	Menyusun Kerangka Media <i>PhET</i>	Kerangka media <i>PhET</i> , yaitu media <i>PhET</i> akan memiliki lima menu utama di antaranya adalah kompetensi dasar & indikator, tujuan pembelajaran, materi, contoh, dan latihan soal.
	10 Februari 2021	Membuat Konsep Desain Media <i>PhET</i>	Konsep desain media <i>PhET</i> seperti warna dasar yang akan digunakan, ide opening, ikon, gambar, dll.
Tahap pengembangan (<i>develop</i>)	12 Februari 2021	Merancang Media <i>PhET</i>	Media <i>PhET</i> .
	26 April 2021	Validasi Media <i>PhET</i>	Revisi media <i>PhET</i> yang telah dirancang serta ijin untuk melanjutkan hasil revisi untuk penelitian.
	27 April 2021	Revisi Media <i>PhET</i>	Media <i>PhET</i> yang siap digunakan untuk penelitian.

Tahap evaluasi (<i>evaluate</i>)	31 Mei 2021	Penggunaan Media <i>PhET</i>	Data mengenai aktivitas siswa, kemampuan guru dalam melaksanakan RPP, tes kemampuan berpikir kritis matematis, dan angket respon siswa.
------------------------------------	-------------	------------------------------	---

b. Analisis Data Catatan Lapangan (*field note*)

1) Tahap Penentuan (*Define*)

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari empat kegiatan yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan kebutuhan peneliti dalam merancang media *PhET* yang efektif guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Keempat kegiatan yang ada pada tahap ini diawali dengan melakukan diskusi dengan Bapak Drs. Zainal Abidin selaku guru matematika kelas VIII di MTsN 1 Lamongan. Berikut merupakan rangkaian kegiatan pada tahap penentuan (*define*).

Pertama, analisis kebutuhan media adalah kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan media pembelajaran matematika untuk materi SPLDV metode campuran di MTsN 1 Lamongan. Dari kegiatan analisis kebutuhan media bersama Bapak Drs. Zainal Abidin selaku guru mata pelajaran matematika kelas VIII di MTsN 1 Lamongan diperoleh beberapa informasi terkait kebutuhan media pembelajaran matematika berbasis teknologi. Beberapa informasi yang diperoleh di antaranya sebagai berikut:

- a) Siswa perlu memiliki penguasaan yang baik terhadap materi SPLDV metode campuran.
- b) Buku mata pelajaran yang ada belum cukup memotivasi siswa untuk belajar materi SPLDV metode campuran.

- c) Ketersediaan media pembelajaran matematika kurang memadai dalam memfasilitasi siswa untuk belajar materi SPLDV metode campuran.
- d) Sangat setuju terhadap adanya media pembelajaran matematika baru yang dapat memfasilitasi siswa untuk belajar materi SPLDV metode campuran.
- e) Materi yang ada dalam media pembelajaran perlu disesuaikan dengan KD dan indikator pembelajaran.
- f) Tujuan pembelajaran perlu dicantumkan dalam media pembelajaran.
- g) Penyampaian materi SPLDV dalam media pembelajaran metode campuran dibuat secara singkat dan jelas.
- h) Materi SPLDV metode campuran dalam media pembelajaran sangat perlu disertai dengan contoh soal.
- i) Di bagian akhir media pembelajaran sangat perlu diberikan latihan soal sebagai bentuk evaluasi terhadap pemahaman siswa tentang materi SPLDV metode campuran.
- j) Latihan soal dalam media pembelajaran tidak perlu disertai dengan kunci jawaban.
- k) Tampilan media pembelajaran disarankan menggunakan warna-warna cerah.
- l) Media pembelajaran perlu diberikan efek suara atau *background* sederhana.
- m) Media pembelajaran perlu diberikan gambar atau animasi.
- n) Jenis huruf yang cocok digunakan dalam media pembelajaran adalah yang biasa agar tidak sulit untuk dibaca.
- o) Dalam media pembelajaran terdapat tombol ikon dan menu untuk mempermudah penggunaan.

Melalui data informasi tersebut, peneliti kemudian menentukan media pembelajaran berbasis teknologi yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Peneliti memilih media simulasi *PhET*

(*physics education and technology*) yang bersifat menarik minat siswa untuk belajar. Media *PhET* ini dirancang dengan menggunakan tahap model pengembangan media IDI dengan bantuan aplikasi *Macromedia Flash*. Pada penggunaannya media tersebut dapat diakses melalui komputer atau laptop.

Tampilan media *PhET* dibuat sederhana dengan lima menu utama, yaitu menu kompetensi dasar dan indikator, menu tujuan pembelajaran, menu materi, menu contoh soal, dan menu latihan soal. Selain itu, media *PhET* juga dilengkapi dengan beberapa tombol pendukung untuk mempermudah dalam mengoperasikannya, seperti tombol selanjutnya, kembali, menutup, zoom, dan lain-lain. Peneliti juga menggunakan animasi berupa kartun yang dirasa masih sesuai dengan jenjang pendidikan dari sampel penelitian yaitu siswa SMP/MTs.

Media *PhET* yang mengandung animasi dan gambar serta diiringi dengan latar suara akan merangsang siswa untuk memfokuskan perhatian saat pembelajaran. Selain itu, penyampaian materi yang sederhana akan memudahkan siswa untuk mengingat apa itu SPLDV metode campuran. Dengan demikian, pembelajaran dapat berlangsung secara maksimal dan efisien.

Dalam pemilihan materi, peneliti juga mempertimbangkan bahwasanya siswa SPM/MTs telah memasuki fase formal operasional dalam perkembangan kognitifnya. Hal ini berarti bahwa siswa pada dasarnya telah mampu memahami dan menyelesaikan permasalahan yang mungkin telah atau akan mereka hadapi. Selain itu, siswa SMP/MTs juga telah memasuki usia konsumtif dan cenderung mulai mengelola keuangan pribadi mereka secara mandiri. Oleh sebab itu, peneliti memilih materi SPLDV metode campuran yang erat kaitannya dengan literasi keuangan.

Kedua, menyimpulkan analisis kebutuhan media adalah kegiatan yang dilakukan oleh peneliti

dengan cara mencermati hasil dari lembar analisis kebutuhan media yang telah diisi oleh Bapak Drs. Zainal Abidin selaku guru matematika kelas VIII untuk mengetahui garis besar dari media pembelajaran matematika yang dibutuhkan oleh siswa sehingga dapat lebih efektif dalam penggunaannya nanti.

Berdasarkan lembar analisis kebutuhan media tersebut, media pembelajaran yang dirancang oleh peneliti diharapkan mampu menarik minat siswa dalam belajar. Selain itu, beliau juga menginginkan agar pada media pembelajaran tersebut dilengkapi dengan materi, contoh, dan latihan soal.

Ketiga, menyusun kerangka media *PhET* adalah kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk menentukan poin atau komponen apa saja yang dimiliki oleh media *PhET*. Dalam hal ini peneliti memutuskan untuk membuat lima menu utama pada media *PhET* yang terdiri dari kompetensi dasar dan indikator, tujuan pembelajaran, materi, contoh, dan latihan soal.

Pada menu kompetensi dasar dan indikator peneliti hanya memasukkan poin-poin yang digunakan pada satu pertemuan saja, begitu juga pada menu tujuan pembelajaran. Sedangkan menu materi dibuat sesingkat dan sederhana mungkin agar penyampaian tidak terkesan berbelit-belit. Menu materi diperkuat dengan adanya menu contoh yang akan dirancang peneliti menyerupai suatu kejadian dalam bentuk animasi sederhana dengan harapan siswa dapat lebih mencerna serta memahami maksudnya. Kemudian pada menu terakhir, yaitu menu latihan soal yang terdiri dari lima soal dalam bentuk cerita dengan empat pilihan jawaban.

Keempat, membuat konsep desain media *PhET* adalah kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk menentukan bagaimana tampilan media *PhET*. Kegiatan ini meliputi menentukan warna

latar atau warna dasar yang akan digunakan, latar suara, animasi, gambar, ide opening, dll. Dalam hal ini peneliti memutuskan untuk menggunakan warna dasar abu-abu, selain itu untuk gambar dan animasi peneliti banyak menggunakan kartun mengingat media ini ditujukan kepada siswa SMP/MTs. Untuk latar suara peneliti hanya menggunakan suara-suara pendek sehingga tidak mengganggu fokus siswa saat belajar.

2) Tahap Pengembangan (*develop*)

Tahap pengembangan pada penelitian ini terdiri dari tiga kegiatan yang perlu dilakukan untuk merancang media *PhET* yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Ketiga kegiatan yang ada pada tahap ini yaitu merancang media *PhET*, validasi media *PhET*, dan revisi media *PhET*. Berikut merupakan rangkaian kegiatan pada tahap pengembangan (*develop*).

Pertama, merancang media *PhET* adalah kegiatan yang dilakukan peneliti untuk menghasilkan media *PhET* berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan pada tahap penentuan (*define*). Peneliti membutuhkan waktu kurang lebih dua bulan dalam merancang media *PhET*. Hal ini dikarenakan perancangan media *PhET* menggunakan aplikasi *Macromedia Flash* yang memerlukan banyak ketelitian serta pemahaman bahasa koding pada aplikasi tersebut. Peneliti juga seringkali mengalami kesulitan dalam menciptakan pergerakan animasi karena terkendala oleh bahasa koding yang perlu dicermati dengan baik. Untuk memecahkan masalah tersebut peneliti melakukan diskusi kepada beberapa orang yang berpengalaman terhadap penggunaan aplikasi *Macromedia Flash* serta memperbanyak literatur bacaan terkait aplikasi tersebut.

Pada penelitian ini, media *PhET* dibuat dalam bentuk aplikasi sederhana yang terdiri dari lima menu utama yaitu kompetensi dasar dan indikator, tujuan pembelajaran, materi, contoh soal,

dan latihan soal. Selain itu, pada halaman utama terdapat tombol *full screen* serta *close* dan peneliti juga memberikan keterangan waktu untuk mengetahui jam berapa pengguna menggunakan media *PhET* tersebut.



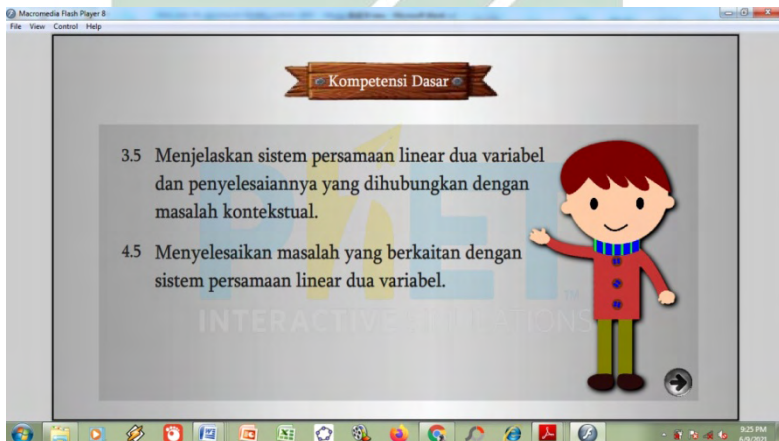
Sebelum masuk pada menu utama, peneliti memberikan sebuah opening yang berisi keterangan nama media tersebut yang dilengkapi dengan animasi loading berbentuk persegi panjang. Pada media *PhET* ini peneliti menggunakan abu-abu sebagai warna dasar yang kemudian dilengkapi dengan warna lain yang sesuai.

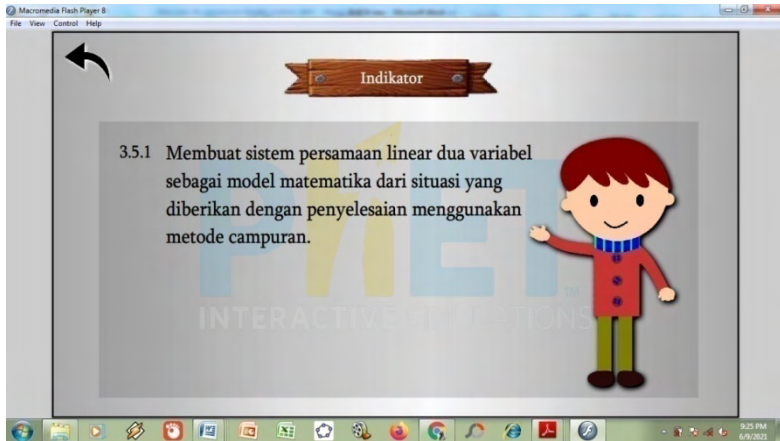


Pada media *PhET*, peneliti mencantumkan Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang akan digunakan dalam pembelajaran. Adapun Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi sebagai berikut:

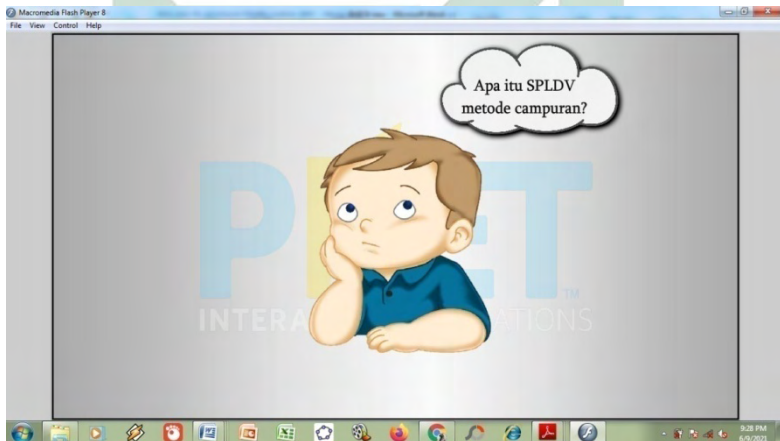
Tabel 4.2
Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

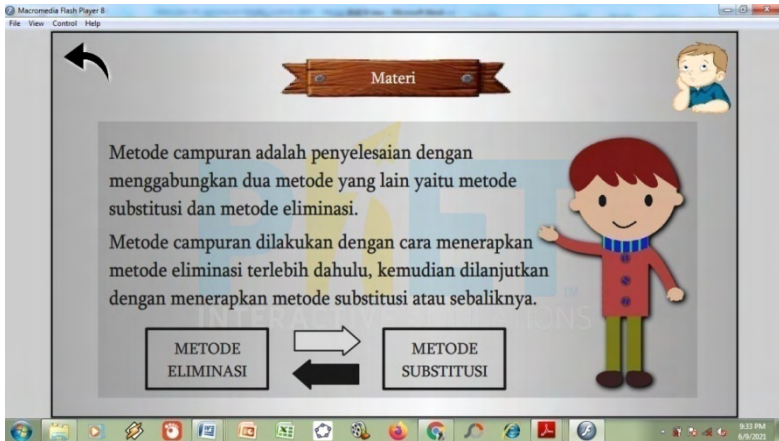
Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.5. Menjelaskan sistem persamaan linear dua variabel dan penyelesaiannya yang dihubungkan dengan masalah kontekstual.	3.5.1. Membuat sistem persamaan linear dua variabel sebagai model matematika dari situasi yang diberikan dengan penyelesaian menggunakan metode campuran.
4.5. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel.	4.5.1. Memecahkan masalah kontekstual yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel metode campuran.



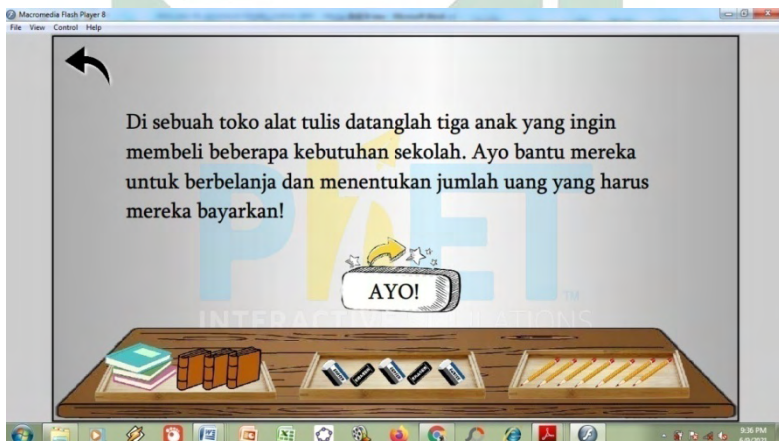


Pada menu materi, peneliti memberikan animasi sederhana sebelum menampilkan isi materi. Selain itu, materi yang dicantumkan oleh peneliti merupakan penjelasan singkat dengan menggunakan kalimat sederhana mengenai pengertian metode campuran sebagaimana hasil dari analisis kebutuhan media.





Pada menu contoh soal, peneliti membuat sebuah animasi cerita sederhana yang menggambarkan penggunaan materi SPLDV di dunia nyata yakni pada peristiwa jual beli. Dalam hal ini siswa diajak untuk menyelesaikan suatu permasalahan yaitu mencari harga suatu barang dengan menggunakan metode campuran.





Peneliti membuat penyelesaian yang disertai dengan keterangan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan. Selain itu, peneliti juga menunjukkan cara membuat model matematikanya. Selanjutnya, media *PhET* memberikan dua pilihan cara menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan metode campuran. Cara pertama diawali dengan melakukan substitusi kemudian eliminasi dan cara kedua diawali dengan melakukan eliminasi kemudian substitusi. Hal ini dilakukan peneliti untuk mengubah mindset siswa bahwa alur pengerjaan metode campuran selalu diawali dengan eliminasi kemudian substitusi. Padahal sejatinya kedua metode tersebut dapat dilakukan secara acak atau dibolak-balik.

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

Diketahui : - 4 buku tulis dan 1 pensil harganya Rp. 14.000
 - 6 buku tulis dan 2 pensil harganya Rp. 22.000

Misal : x = harga buku tulis
 y = harga pensil

Model matematikanya : $4x + y = 14.000$
 $6x + 2y = 22.000$

Ditanya : $4x + 3y = \dots ?$

JAWAB

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

CARA 1 **CARA 2**

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

METODE ELIMINASI -> METODE SUBSTITUSI

Eliminasi (misal eliminasi y)

$4x + y = 14.000$	x2	->	$8x + 2y = 28.000$
$6x + 2y = 22.000$	x1	->	$6x + 2y = 22.000$
			$2x = 6.000$
			$x = 3.000$

9:47 PM
6/9/2021

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

METODE SUBSTITUSI -> METODE ELIMINASI

Substitusi (misal substitusi y)

$$4x + y = 14.000$$

$$y = 14.000 - 4x$$

$$6x + 2y = 22.000$$

$$6x + 2(14.000 - 4x) = 22.000$$

$$6x + 28.000 - 8x = 22.000$$

$$6x - 8x + 28.000 = 22.000$$

$$-2x = 22.000 - 28.000$$

$$-2x = -6.000$$

$$x = 3.000$$

INTERACTIVE

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

9:48 PM 6/9/2021

Pada menu terakhir yakni menu latihan soal, peneliti membuat lima soal yang disertai dengan empat pilihan jawaban. Selain itu, di akhir pengerjaan akan ada animasi loading untuk pengguna saat mengerjakan latihan soal. Namun, sebelum masuk pada soal pertama terlebih dahulu pengguna media *PhET* harus mengisi identitas berupa nama.

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

←

PhET

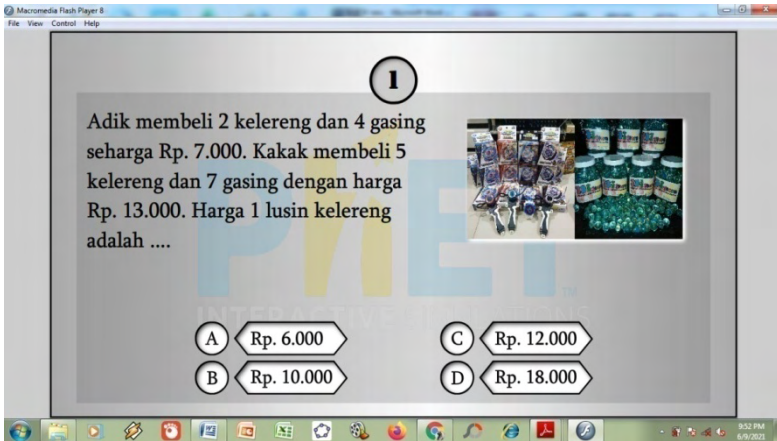
INSERT YOUR NAME

START

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

9:51 PM 6/9/2021

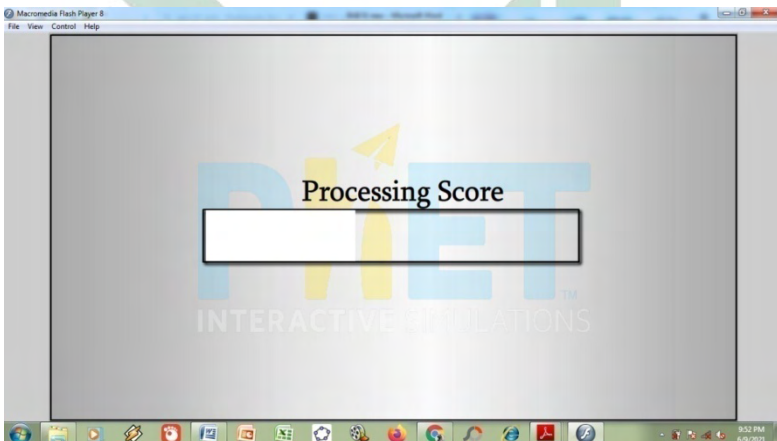


1

Adik membeli 2 kelereng dan 4 gasing seharga Rp. 7.000. Kakak membeli 5 kelereng dan 7 gasing dengan harga Rp. 13.000. Harga 1 lusin kelereng adalah

A Rp. 6.000 C Rp. 12.000
B Rp. 10.000 D Rp. 18.000

Pada akhir menu latihan soal, setelah selesai proses penghitungan skor akan muncul nama serta skor yang diperoleh pengguna. Selain itu, peneliti juga melengkapi dengan kalimat penjas terkait skor yang telah diperoleh.



Processing Score

DIET
INTERACTIVE SIMULATIONS



Kedua, validasi media *PhET* adalah kegiatan pemeriksaan ulang media *PhET* kepada para ahli atau biasa disebut sebagai validator. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan isi materi pembelajaran, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, desain tampilan, dan lain-lain hingga dinilai layak oleh validator. Selain itu, kegiatan validasi berfungsi untuk mendapatkan status “layak” pada media *PhET* sebelum media tersebut digunakan dalam pembelajaran. Jika media *PhET* belum mendapatkan status “layak”, maka kegiatan validasi akan terus berlanjut hingga diperoleh media *PhET* yang valid.

Dalam penelitian ini, rangkaian proses kegiatan validasi dilaksanakan selama kurang lebih satu bulan dengan tiga orang validator yang dianggap berkompeten dan paham tentang media pembelajaran berbasis teknologi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Melalui ketiga validator tersebut peneliti berharap bisa mendapatkan masukan atau saran untuk menyempurnakan media *PhET* yang telah dirancang. Masukan atau saran dari para validator kemudian menjadi bahan untuk

melakukan revisi terhadap media *PhET* sehingga menghasilkan media *PhET* yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Adapun validator yang dipilih dalam penelitian ini disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 4.3
Daftar Nama Validator Media *PhET*

No.	Nama Validator	Keterangan
1.	Zainullah Zuhri, S.Pd., M.Si.	Dosen Matematika UIN Sunan Ampel Surabaya
2.	Taufik Kurohman, S.Pd.	Guru Matematika MTs Al-Azhar Menganti
3.	Alfin Zustanul Farif, S.Pd.	Guru Matematika SMP Alam Al-Izzah Krian

Ketiga, revisi media *PhET* adalah kegiatan perbaikan yang dilakukan untuk menyempurnakan media *PhET* berdasarkan masukan atau saran dari validator. Setelah dilakukan kegiatan validasi oleh validator, peneliti kemudian melakukan revisi pada beberapa bagian media *PhET*, di antaranya disajikan dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4
Daftar Revisi Media *PhET*

No.	Bagian Media <i>PhET</i>	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1.	Menu KD dan Indikator	Pada bagian indikator hanya tercantum indikator KD 3.5.1 saja.	Indikator memuat KD 3.5.1 dan 4.5.1 sesuai dengan yang termuat dalam RPP pembelajaran.
2.	Menu contoh soal	Pada bagian slide jawab tidak ada tombol kembali ke menu utama.	Di beberapa slide ditambahkan tombol kembali ke menu utama sehingga mempermudah penggunaan.
3.		Setelah masuk pada	Sebelum animasi

		menu contoh soal, maka beberapa animasi akan langsung berjalan.	berjalan, terlebih dahulu diberikan prolog berupa cerita singkat mengenai animasi yang akan ditampilkan selanjutnya. Selain itu ditambahkan tombol “ayo” untuk memulai animasi dan tombol “cek harga” untuk mengetahui harga.
--	--	---	---

3) Tahap Evaluasi (*evaluate*)

Tahap evaluasi (*evaluate*) merupakan tahap terakhir pada fase IDI yang digunakan peneliti untuk merancang media *PhET*. Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu penggunaan media *PhET* dalam pembelajaran. Media *PhET* dalam penelitian ini dipadukan dengan pembelajaran model PBL (*problem based learning*). Sebagaimana tujuan dari dirancangnya media *PhET* ini yaitu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa, maka media *PhET* dievaluasi melalui beberapa data yang merupakan hasil akhir dari kegiatan pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET* untuk melihat keefektifannya. Adapun data yang diperoleh dari kegiatan pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET* dan sekaligus menjadi tolak ukur keefektifan media *PhET* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5
Data untuk Evaluasi Keefektifan Media *PhET*

No.	Nama Data	Keterangan
1.	Aktivitas Siswa	Mencapai kriteria aktif atau sangat aktif, maka media <i>PhET</i> dapat dikatakan efektif.
2.	Kemampuan Guru	Mencapai kriteria baik atau sangat

	Melaksanakan RPP	baik, maka media <i>PhET</i> dapat dikatakan efektif.
3.	Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis	Mengalami peningkatan nilai dari <i>pre test</i> ke <i>post test</i> , maka media <i>PhET</i> dapat dikatakan efektif.
4.	Angket Respon Siswa	Mencapai kriteris positif atau sangat positif, maka media <i>PhET</i> dapat dikatakan efektif.

2. Data Aktivitas Siswa

a. Deskripsi Data Aktivitas Siswa

Observasi aktivitas siswa ini dilakukan oleh 2 orang observer, yaitu Maya Shofia An Naja (mahasiswi UIN Sunan Ampel Surabaya) dan Siti Farida Rusdiana (mahasiswi UIN Sunan Ampel Surabaya). Observasi dilakukan dalam sekali pertemuan dengan durasi waktu 2×40 menit. Data hasil observasi aktivitas siswa akan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4.6
Data Hasil Observasi Aktivitas Siswa

Siswa yang Diamati	Observer	Aspek yang Diamati							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Subjek 1	Observer 1	3	4	1	1	3	2	3	0
Subjek 2		2	4	0	2	2	2	3	1
Subjek 3		3	3	0	2	2	2	2	2
Subjek 4		2	4	2	2	3	2	3	2
Subjek 5		3	4	1	2	3	2	3	0
Subjek 1	Observer 2	2	4	1	2	3	2	3	2
Subjek 2		3	4	0	1	3	1	3	1
Subjek 3		2	3	0	2	3	2	3	2
Subjek 4		3	4	2	2	2	2	3	2
Subjek 5		2	4	1	2	2	2	2	2
Jumlah	Observer 1	13	19	5	9	13	10	14	5
	Observer 2	12	19	5	9	13	9	14	9
Rata-rata Kedua Observer		12,5	19	5	9	13	9,5	14	7

Persentase (%)		14	21,3	5,6	10,2	14,6	10,7	15,8	7,8
-----------------------	--	-----------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------

Keterangan:

- A : Mendengarkan/memperhatikan penjelasan guru
 B : Mengajukan/menjawab pertanyaan
 C : Menyampaikan/menanggapi argumen
 D : Membaca/memahami masalah melalui media *PhET*
 E : Menyelesaikan masalah yang ada di media *PhET*
 F : Berdiskusi dengan kelompoknya terkait permasalahan yang ada di media *PhET*
 G : Membuat karya berupa laporan penyelesaian sebagai bahan presentasi
 H : Melakukan hal yang tidak sesuai dengan kegiatan belajar mengajar (melamun, mengganggu teman, dsb)

Berdasarkan data pada Tabel 4.6 diperoleh persentase aktivitas A sebesar 14%, persentase aktivitas B sebesar 21,3%, persentase aktivitas C sebesar 5,6%, persentase aktivitas D sebesar 10,2%, persentase aktivitas E sebesar 14,6%, persentase aktivitas F sebesar 10,7%, persentase aktivitas G sebesar 15,8%, dan persentase aktivitas H sebesar 7,8%.

b. Analisis Data Aktivitas Siswa

Berdasarkan deskripsi data di atas, selanjutnya dikategorikan ke dalam aktivitas siswa yang relevan dan aktivitas siswa yang tidak relevan selama proses pembelajaran. Hasil kategori aktivitas siswa dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7
Kategori Aktivitas Siswa

No.	Kategori	Aktivitas Siswa	Persentase	Jumlah Persentase Tiap Kategori
1.	Aktivitas yang relevan	A	14%	92,2%
		B	21,3%	
		C	5,6%	
		D	10,2%	

		E	14,6%	
		F	10,7%	
		G	15,8%	
2.	Aktivitas yang tidak relevan	H	7,8%	7,8%
Jumlah Persentase Total				100%

Dari Tabel 4.7, dapat diketahui bahwa aktivitas siswa yang termasuk ke dalam kategori aktivitas yang relevan memperoleh jumlah persentase sebesar 92,2% dan aktivitas siswa yang termasuk ke dalam kategori aktivitas yang tidak relevan memperoleh jumlah persentase sebesar 7,8%.

Berdasarkan deskripsi data di atas, diperoleh persentase aktivitas A yaitu mendengarkan/memperhatikan penjelasan guru sebesar 14% atau 14% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas A. Aktivitas ini merupakan aktivitas yang tergolong relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa selama proses pembelajaran berlangsung, siswa lebih sering mendengarkan/memperhatikan penjelasan guru baik berupa materi atau pun penyampaian tujuan pembelajaran, pemberian motivasi, dan lain-lain.

Selanjutnya untuk aktivitas B yaitu mengajukan/menjawab pertanyaan diperoleh persentase sebesar 21,3% atau 21,3% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas B. Aktivitas ini juga merupakan aktivitas yang tergolong relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa siswa cukup sering mengajukan/menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru/siswa agar mereka dapat memperoleh pengetahuan dari materi yang sedang diajarkan.

Persentase yang diperoleh untuk aktivitas C yaitu menyampaikan/menanggapi argumen adalah sebesar 5,6% atau 5,6% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas C. Aktivitas ini tergolong ke dalam aktivitas yang relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa siswa

berperan cukup sering dalam menyampaikan/menanggapi argumen selama pembelajaran.

Persentase yang diperoleh untuk aktivitas D yaitu membaca/memahami masalah melalui media *PhET* adalah sebesar 10,2% atau 10,2% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas D. Aktivitas ini tergolong ke dalam aktivitas yang relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa siswa berperan aktif dalam membaca/memahami masalah melalui media *PhET*.

Persentase yang diperoleh untuk aktivitas E yaitu menyelesaikan masalah yang ada dalam media *PhET* adalah sebesar 14,6% atau 14,6% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas E. Aktivitas ini tergolong ke dalam aktivitas yang relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa siswa terlibat aktif dalam menyelesaikan masalah yang ada dalam media *PhET*.

Persentase yang diperoleh untuk aktivitas F yaitu berdiskusi dengan kelompoknya terkait permasalahan yang ada dalam media *PhET* adalah sebesar 10,7% atau 10,7% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas F. Aktivitas ini tergolong ke dalam aktivitas yang relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa siswa tampak aktif melakukan diskusi kelompok terkait permasalahan yang ada dalam media *PhET*.

Persentase yang diperoleh untuk aktivitas G yaitu membuat karya berupa laporan penyelesaian sebagai bahan presentasi adalah sebesar 15,7% atau 15,7% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas G. Aktivitas ini tergolong ke dalam aktivitas yang relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa siswa terlihat antusias dalam menyiapkan laporan hasil diskusi untuk bahan presentasi.

Persentase yang diperoleh untuk aktivitas H yaitu melakukan hal yang tidak sesuai dengan kegiatan belajar mengajar (melamun, mengganggu teman, dsb) adalah sebesar 7,8% atau 7,8% waktu dalam pembelajaran

digunakan untuk aktivitas H. Aktivitas ini tergolong ke dalam aktivitas yang tidak relevan dalam pembelajaran. Dari hasil persentase yang diperoleh dapat diartikan bahwa hanya sedikit siswa yang melamun, mengganggu teman, dan kegiatan lain yang tidak relevan terhadap pembelajaran.

Berdasarkan uraian penjelasan di atas dapat dilihat bahwa aktivitas yang relevan dalam pembelajaran memperoleh persentase sebesar 92,2% atau 92,2% waktu dalam pembelajaran digunakan untuk aktivitas yang relevan. Hal ini dapat diartikan dengan siswa lebih banyak melakukan hal-hal yang relevan selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aktivitas siswa mencapai kriteria sangat aktif dalam pembelajaran.

3. Data Kemampuan Guru Melaksanakan RPP

a. Deskripsi Data Kemampuan Guru Melaksanakan RPP

Observasi kemampuan guru melaksanakan RPP ini dilakukan oleh dua orang observer, yaitu Maya Shofia An Naja (mahasiswi UIN Sunan Ampel Surabaya) dan Siti Farida Rusdiana (mahasiswi UIN Sunan Ampel Surabaya). Data hasil observasi kemampuan guru melaksanakan RPP disajikan secara singkat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8

Data Hasil Observasi Kemampuan Guru Melaksanakan RPP

No.	Observer	Skor dari Setiap Kegiatan			Rata-Rata Skor Setiap Observer
		Pendahuluan	Inti	Penutup	
1.	Observer 1	4	3,87	2,25	3,73
2.	Observer 2	3,2	3,56	3,25	3,33
Rata-Rata Skor Kedua Observer					3,53

Pada Tabel 4.8 diperoleh rata-rata skor oleh observer 1 sebesar 3,73 dan rata-rata skor oleh observer 2 sebesar 3,33. Rata-rata skor dari kedua observer adalah sebesar 3,53.

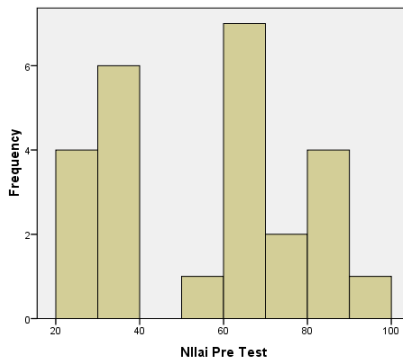
b. Analisis Data Kemampuan Guru Melaksanakan RPP

Berdasarkan deskripsi data di atas, dapat dilihat bahwa rata-rata kemampuan guru melaksanakan RPP berdasarkan observasi dari kedua observer memperoleh skor sebesar 3,53. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan guru melaksanakan RPP mencapai kriteria sangat baik.

4. Data Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

a. Deskripsi Data Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Mengacu pada rekapitulasi dari hasil nilai *pre test* kemampuan berpikir kritis matematis pada lampiran, selanjutnya dapat divisualisasikan ke dalam histogram *pre test* sebagai berikut.



Gambar 4.1
Histogram Nilai Pre Test

Histogram di atas menunjukkan bahwa siswa yang mendapat nilai antara 20 sampai 30 sebanyak 4 orang, siswa yang mendapat nilai antara 30 sampai 40 sebanyak 6 orang, siswa yang mendapat nilai antara 50 sampai 60 sebanyak 1 orang, siswa yang mendapat nilai antara 60 sampai 70 sebanyak 7 orang, siswa yang mendapat nilai antara 70 sampai 80 sebanyak 2 orang, siswa yang mendapat nilai antara 80 sampai 90 sebanyak 4 orang, dan siswa yang mendapat nilai antara 90 sampai 100 sebanyak 1 orang.

Selanjutnya, berdasarkan rekapitulasi dari hasil nilai *pre test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada lampiran, data diolah dengan menggunakan

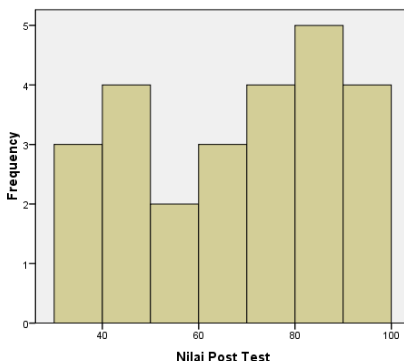
bantuan program aplikasi SPSS. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data menggunakan bantuan program aplikasi SPSS.

Tabel 4.9
Deskripsi Hasil *Pre Test* dengan SPSS

		Statistic	Std. Error	
Nilai Pre Test	Mean	55.88	4.515	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	46.56	
		Upper Bound	65.20	
	5% Trimmed Mean	55.30		
	Median	64.00		
	Variance	509.693		
	Std. Deviation	22.576		
	Minimum	26		
	Maximum	99		
	Range	73		
	Interquartile Range	42		
	Skewness	.048	.464	
	Kurtosis	-1.293	.902	

Berdasarkan hasil nilai *pre test* siswa di atas yang diolah menggunakan bantuan program aplikasi SPSS, diperoleh nilai *pre test* dengan rata-rata sebesar 55,88, median sebesar 64,00, nilai terendah sebesar 26,00, dan nilai tertinggi sebesar 99,00.

Mengacu pada rekapitulasi hasil nilai *post test* kemampuan berpikir kritis matematis pada lampiran, selanjutnya dapat divisualisasikan ke dalam histogram sebagai berikut.



Gambar 4.2
Histogram Nilai *Post Test*

Histogram di atas menunjukkan bahwa siswa yang mendapat nilai antara 30 sampai 40 sebanyak 3 orang, siswa yang mendapat nilai antara 40 sampai 50 sebanyak 4 orang, siswa yang mendapat nilai antara 50 sampai 60 sebanyak 2 orang, siswa yang mendapat nilai antara 60 sampai 70 sebanyak 3 orang, siswa yang mendapat nilai antara 70 sampai 80 sebanyak 4 orang, siswa yang mendapat nilai antara 80 sampai 90 sebanyak 5 orang, dan siswa yang mendapat nilai antara 90 sampai 100 sebanyak 4 orang.

Selanjutnya, berdasarkan rekapitulasi dari hasil nilai *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada lampiran, data diolah dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data menggunakan bantuan program aplikasi SPSS.

Tabel 4.10
Deskripsi Hasil *Post Test* dengan SPSS

			Statistic	Std. Error
Nilai Post Test	Mean		67.52	4.103
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	59.05	
		Upper Bound	75.99	
	5% Trimmed Mean		67.76	
	Median		75.00	
	Variance		420.843	
	Std. Deviation		20.514	
	Minimum		34	
	Maximum		97	
	Range		63	
	Interquartile Range		36	
	Skewness		-.267	.464
	Kurtosis		-1.361	.902

Berdasarkan hasil nilai *post test* siswa di atas yang diolah menggunakan bantuan program aplikasi SPSS, diperoleh nilai *post test* dengan rata-rata sebesar

67,52, median sebesar 75,00, nilai terendah sebesar 34,00, dan nilai tertinggi sebesar 97,00.

b. Analisis Data Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Berdasarkan deskripsi data di atas, terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan analisis. Uji persyaratan analisis data dalam penelitian ini yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan pada data hasil nilai *pre test* dan *post test* siswa yang dibantu dengan menggunakan program aplikasi SPSS, berdasarkan pada tabel di lampiran, jika nilai $p\text{-value} > (\alpha = 0,05)$ maka H_0 diterima, yang berarti sampel berasal dari populasi berdistribusi normal. Berikut ini disajikan tabel mengenai hasil uji normalitas dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS.

Tabel 4.11
Hasil Uji Normalitas dengan SPSS

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
Nilai Pre Test	.173	25	.053
Nilai Post Test	.162	25	.088

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai $p\text{-value}$ yang ditunjukkan oleh Sig pada *output* yang dihasilkan setelah pengolahan data dengan menggunakan program aplikasi SPSS. Nilai $p\text{-value}$ dari *pre test* diperoleh sebesar 0,053 dan nilai $p\text{-value}$ dari *post test* diperoleh sebesar 0,088. Selanjutnya, diambil keputusan apakah data berdistribusi normal atau tidak yang disajikan melalui tabel berikut ini.

Tabel 4.12
Hasil Keputusan Uji Normalitas

No.	Keterangan	P-Value	Kriteria	H_0
1.	Data <i>Pre Test</i>	0,053	$0,053 > 0,05$	Diterima
2.	Data <i>Post Test</i>	0,088	$0,088 > 0,05$	Diterima

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai p -value data *pre test* $>$ ($\alpha = 0,05$) maka

H_0 diterima atau dengan kata lain sampel berasal dari populasi berdistribusi normal. Nilai p -value data *post test* $>$ ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima atau dengan kata lain sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

Setelah uji normalitas, selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Uji homogenitas dilakukan pada data *pre test* dan *post test* dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Jika nilai p -value $>$ ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima yang berarti varians hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa bersifat sama atau homogen. Berikut ini hasil uji homogenitas dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS yang disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 4.13
Hasil Uji Homogenitas dengan SPSS

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.456	1	48	.503

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai p -value yang ditunjukkan oleh Sig pada *output* yang dihasilkan setelah pengolahan data dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Nilai p -value adalah sebesar 0,503. Selanjutnya, diambil keputusan apakah varians hasil tes bersifat homogen atau heterogen yang disajikan melalui tabel berikut ini.

Tabel 4.14
Hasil Keputusan Uji Homogenitas

No.	Keterangan	P -Value	Kriteria	H_0
1.	Data <i>Pre Test</i>	0,503	$0,503 > 0,05$	Diterima
2.	Data <i>Post Test</i>			

Berdasarkan data pada Tabel 4.14 di atas, dapat diketahui bahwa nilai *p-value* data *pre test* dan *post test* > ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima atau dengan kata lain varians hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa bersifat sama atau homogen.

Berdasarkan Tabel 4.12 dan Tabel 4.14 di atas, telah menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan bersifat homogen, maka pengujian hipotesis akan menggunakan uji *paired t-test* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah penerapan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET*

H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah penerapan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET*

Jika nilai *p-value* $\leq \alpha$ (0,05) maka H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan secara signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah penerapan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET*. Berikut ini disajikan tabel mengenai hasil uji *paired sample t-test* dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS.

Tabel 4.15
Tabel Output Paired Samples Statistics dengan SPSS

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Nilai Pre Test	55.88	25	22.576	4.515
Nilai Post Test	67.52	25	20.514	4.103

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat untuk nilai *pre test* diperoleh rata-rata sebesar 55,88. Sedangkan untuk nilai *post test* diperoleh rata-rata sebesar 67,52. Untuk nilai standar deviasi pada *pre test*

sebesar 22,576 dan *post test* sebesar 20,514. Kemudian untuk nilai std. error mean *pre test* adalah sebesar 4,515 dan *post test* sebesar 4,103.

Karena nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis pada *pre test* $55,88 < post\ test\ 67,52$, maka secara deskriptif dapat diartikan dengan terdapat perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis antara hasil *pre test* dan *post test*.

Tabel 4.16
Tabel Output Paired Samples Correlations dengan SPSS

Pair 1	N	Correlation	Sig.
Nilai Pre Test & Nilai Post Test	25	.954	.000

Selanjutnya untuk membuktikan apakah perbedaan tersebut benar-benar nyata atau signifikan, maka dilakukan penafsiran uji *paired sample t test* yang terdapat pada tabel di atas. Tabel di atas merupakan *output* dari *paired samples correlations* yang menunjukkan hasil uji korelasi atau hubungan antara kedua data yakni *pre test* dan *post test*. Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui nilai koefisien korelasi adalah sebesar 0,954 dengan nilai signifikansi adalah sebesar 0,000. Karena nilai $sig\ 0,000 < 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara variabel *pre test* dan variabel *post test*.

Tabel 4.17
Tabel Output Paired Samples Test dengan SPSS

Pair 1	Nilai Pre Test- Nilai Post Test	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
		-11.640	6.843	1.369	-14.465	-8.815	-8.505	24	.000

Berdasarkan tabel di atas, perhatikan nilai *p-value* yang ditunjukkan oleh Sig pada *output* yang dihasilkan setelah pengolahan data dengan menggunakan bantuan program aplikasi SPSS. Nilai *p-*

value adalah sebesar 0,000. Selisih rata-rata antara *pre test* dan *post test* adalah sebesar $-11,64$. Selanjutnya, diambil keputusan apakah terdapat perbedaan secara signifikan atau tidak yang disajikan melalui tabel berikut ini.

Tabel 4.18
Hasil Keputusan Uji Paired Sample T-test

No.	Keterangan	P-Value	Kriteria	H_0
1.	Data <i>Pre Test</i>	0,000	$0,000 \leq 0,05$	Ditolak
2.	Data <i>Post Test</i>			

Berdasarkan data pada Tabel 4.17 di atas, dapat diketahui bahwa nilai *p-value* data *pre test* dan *post test* $\leq \alpha$ (0,05) maka H_0 ditolak sehingga H_1 diterima, atau dengan kata lain terdapat perbedaan yang signifikan setelah diterapkan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET*. Pada Tabel 4.17 menunjukkan bahwa selisih antara *pre test* dan *post test* adalah sebesar $-11,64$ atau terdapat peningkatan rata-rata dari hasil tes kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa meningkat atau mengalami peningkatan setelah diterapkan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET*.

5. Data Angket Respon Siswa

a. Deskripsi Data Angket Respon Siswa

Angket respon siswa terhadap penggunaan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa termuat dalam butir A sampai T. Berikut ini merupakan data angket respon siswa terhadap penggunaan PBL dengan *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Tabel 4.19
Data Angket Respon Siswa

No.	Butir	SS/4		S/3		TS/2		STS/1		Skor	% Skor
		F	%	F	%	F	%	F	%		

1.	A	22	88	3	12	0	0	0	0	97	97
2.	B	18	72	7	28	0	0	0	0	93	93
3.	C	15	60	8	32	2	8	0	0	88	88
4.	D	20	80	5	20	0	0	0	0	95	95
5.	E	16	64	8	32	1	4	0	0	90	90
6.	F	22	88	3	12	0	0	0	0	97	97
7.	G	17	68	6	26	2	8	0	0	86	86
8.	H	14	56	11	44	0	0	0	0	89	89
9.	I	15	60	10	40	0	0	0	0	90	90
10.	J	15	60	9	36	1	4	0	0	89	89
11.	K	20	80	5	20	0	0	0	0	95	95
12.	L	18	72	7	28	0	0	0	0	93	93
13.	M	22	88	3	12	0	0	0	0	97	97
14.	N	18	72	6	24	1	4	0	0	92	92
15.	O	12	48	11	46	2	8	0	0	85	85
16.	P	15	60	8	32	2	8	0	0	88	88
17.	Q	21	84	4	16	0	0	0	0	96	96
18.	R	17	68	7	28	1	4	0	0	91	91
19.	S	19	76	6	24	0	0	0	0	94	94
20.	T	17	68	8	32	0	0	0	0	92	92
Rata-Rata Persentase Keseluruhan Skor										91,85	

Keterangan:

SS : Sangat setuju

S : Setuju

TS : Tidak setuju

STS : Sangat tidak setuju

F : Frekuensi siswa

A : Saya merasa senang selama mengikuti proses pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*

B : Saya menjadi lebih aktif selama mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*

C : Saya menjadi terbantu dalam memahami konsep baru setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*

- D : Saya mendapatkan banyak manfaat setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*
- E : Saya mampu mengidentifikasi suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*
- F : Saya mampu menemukan solusi dari suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*
- G : Saya mampu membuat kesimpulan dari suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*
- H : Saya mendapatkan kesempatan lebih untuk menyampaikan ide
- I : Saya mendapatkan kesempatan lebih untuk mengajukan pertanyaan
- J : Saya mendapatkan kesempatan lebih untuk menanggapi pertanyaan/pendapat orang lain
- K : Media simulasi *PhET* yang digunakan dalam pembelajaran tampak baru bagi saya
- L : Media simulasi *PhET* yang digunakan dalam pembelajaran membuat saya lebih antusias untuk belajar
- M : Media simulasi *PhET* menjadikan suasana belajar menjadi menyenangkan
- N : Media simulasi *PhET* membuat saya lebih betah belajar
- O : Media simulasi *PhET* sangat mudah untuk digunakan
- P : Menurut saya, media simulasi *PhET* sangat menarik karena mampu memperlihatkan dengan jelas konsep atau materi yang dipelajari
- Q : Media simulasi *PhET* memuat konten yang sesuai dengan materi pelajaran
- R : Media simulasi *PhET* memudahkan saya dalam memahami konsep dan materi pelajaran yang bersifat abstrak

- S : Media simulasi *PhET* bersifat praktis karena dapat digunakan kapan saja dan dimana saja
- T : Media simulasi *PhET* mengenalkan saya pada teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk belajar

Dilihat dari Tabel 4.8, butir A dalam angket tersebut memperoleh respon sebesar 97% dengan rincian 22 siswa menjawab SS dan 3 siswa menjawab S. Butir B memperoleh respon sebesar 93% dengan rincian 18 siswa menjawab SS dan 7 siswa menjawab S. Butir C memperoleh respon sebesar 88% dengan rincian 15 siswa menjawab SS, 8 siswa menjawab S, dan 2 siswa menjawab TS. Butir D memperoleh respon sebesar 95% dengan rincian 20 siswa menjawab SS dan 5 siswa menjawab S. Butir E memperoleh respon sebesar 90% dengan rincian 16 siswa menjawab SS, 8 siswa menjawab S, dan 1 siswa menjawab TS. Butir F memperoleh respon sebesar 97% dengan rincian 22 siswa menjawab SS dan 3 siswa menjawab S. Butir G memperoleh respon sebesar 86% dengan rincian 17 siswa menjawab SS, 6 siswa menjawab S, dan 2 siswa menjawab TS. Butir H memperoleh respon sebesar 89% dengan rincian 14 siswa menjawab SS dan 11 siswa menjawab S. Butir I memperoleh respon sebesar 90% dengan rincian 15 siswa menjawab SS dan 10 siswa menjawab S. Butir J memperoleh respon sebesar 89% dengan rincian 15 siswa menjawab SS, 9 siswa menjawab S, dan 1 siswa menjawab TS.

Selanjutnya butir K memperoleh respon sebesar 95% dengan rincian 20 siswa menjawab SS dan 5 siswa menjawab S. Butir L memperoleh respon sebesar 93% dengan rincian 18 siswa menjawab SS dan 7 siswa menjawab S. Butir M memperoleh respon sebesar 97% dengan rincian 22 siswa menjawab SS dan 3 siswa menjawab S. Butir N memperoleh respon sebesar 92% dengan rincian 18 siswa menjawab SS, 6 siswa menjawab S, dan 1 siswa menjawab TS. Butir O memperoleh respon sebesar 85% dengan rincian 12 siswa menjawab SS, 11 siswa menjawab S, dan 2 siswa menjawab TS. Butir P memperoleh respon sebesar 88% dengan rincian 15 siswa menjawab SS, 8 siswa

menjawab S, dan 1 siswa menjawab TS. Butir Q memperoleh respon sebesar 96% dengan rincian 21 siswa menjawab SS dan 4 siswa menjawab S. Butir R memperoleh respon sebesar 91% dengan rincian 17 siswa menjawab SS, 7 siswa menjawab S, dan 1 siswa menjawab TS. Butir S memperoleh respon sebesar 94% dengan rincian 19 siswa menjawab SS dan 6 siswa menjawab S. Butir T memperoleh respon sebesar 92% dengan rincian 17 siswa menjawab SS dan 8 siswa menjawab S.

Dari keseluruhan skor dan persentase data angket respon siswa, diperoleh rata-rata persentase keseluruhan skor sebesar 91,85%.

b. Analisis Data Angket Respon Siswa

Berdasarkan deskripsi data di atas, dapat diketahui bahwa respon siswa terhadap penggunaan PBL dengan *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa memperoleh rata-rata persentase sebesar 91,85%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa respon siswa mencapai kriteria sangat positif.

B. Pembahasan

1. Pembahasan Catatan Lapangan

Merancang media *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dilakukan berdasarkan seluruh tahapan model pengembangan media IDI (*Instruksional Development Institute*), yaitu tahap penentuan (*define*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap evaluasi (*evaluate*).

Tahap penentuan (*define*) terdiri dari empat kegiatan yang harus dilakukan oleh peneliti untuk menyiapkan rancangan awal media *PhET*. Keempat kegiatan tersebut meliputi analisis kebutuhan media, menyimpulkan analisis kebutuhan media, menyusun kerangka media *PhET*, dan membuat konsep desain media *PhET*. Kegiatan awal dilakukan melalui diskusi bersama guru mata pelajaran matematika kelas VIII MTs Negeri 1 Lamongan. Pada penelitian ini, keberadaan guru matematika sangat membantu peneliti dalam mengumpulkan informasi terkait kebutuhan media pembelajaran. Sebagaimana fungsi komunikatif media

yaitu untuk memudahkan komunikasi antara guru dan siswa, maka melalui analisis kebutuhan media diharapkan dapat menghasilkan media *PhET* yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan guru sehingga dapat difungsikan secara maksimal¹⁹¹.

Pada kegiatan analisis kebutuhan media, dapat diketahui bahwa media pembelajaran yang ada di MTs Negeri 1 Lamongan belum cukup memadai. Sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin merancang sebuah media pembelajaran matematika berbasis teknologi bernama media *PhET*, peneliti berharap media tersebut dapat memfasilitasi siswa dan menarik minat siswa dalam belajar. Kegiatan analisis media ini dilakukan agar media *PhET* yang dirancang sesuai dengan kebutuhan yang ada sehingga dapat berfungsi secara maksimal. Selain itu konten isi dari media *PhET* yang memuat Kompetensi Dasar 3.5 dipilih dengan mempertimbangkan tujuan dari media *PhET* itu sendiri yaitu meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Fauziyah Hidayat *dkk* dengan judul Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Serta Kemandirian Belajar Siswa SMP Terhadap Materi SPLDV¹⁹², penelitian oleh Fitri Pujiasih yang berjudul Profil Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa dalam Pemecahan Soal SPLDV Ditinjau dari Kemampuan Matematika¹⁹³, dan penelitian oleh Novita Sari Somantri dan Ramlah yang berjudul Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)¹⁹⁴. Ketiga penelitian tersebut menggunakan materi SPLDV untuk melihat kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Dengan demikian, peneliti menyimpulkan bahwa SPLDV merupakan salah satu materi yang efektif dalam melatih dan

¹⁹¹ Teni Nurrita, "Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa", *Jurnal Mlsykat*, 3: 1, (Juni, 2018), 171-187.

¹⁹² Fauziyah Hidayat, Padillah Akbar, & Martin Bernard, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Serta Kemandirian Belajar Siswa SMP Terhadap Materi SPLDV", *Journal On Education*, 1: 2, (Februari, 2019), 515-523.

¹⁹³ Fitri Pujiasih, "Profil Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa dalam Pemecahan Soal SPLDV Ditinjau dari Kemampuan Matematika", *Jurnal Karya Pendidikan Matematika*, 5: 2, (2018), 2339-2444.

¹⁹⁴ Novita Sari Somantri & Ramlah, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)", *Jurnal MAJU*, 8: 1, (Maret, 2021), 415-419.

menginterpretasikan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Pada kegiatan menyimpulkan analisis kebutuhan media, menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dirancang diharapkan mampu menarik minat siswa dalam belajar. Selain itu, beliau juga menginginkan agar pada media pembelajaran tersebut dilengkapi dengan materi, contoh, dan latihan soal. Dengan adanya informasi-informasi ini akan mempermudah peneliti dalam merancang media *PhET*.

Kegiatan ketiga yaitu menyusun kerangka media *PhET*, bertujuan untuk mengetahui poin penting yang perlu ada dalam media *PhET*. Salah satunya adalah media *PhET* dirancang dengan memiliki lima menu utama, yaitu kompetensi dasar dan indikator, tujuan pembelajaran, materi, contoh soal, dan latihan soal. Latihan soal pada media *PhET* berisi lima pertanyaan yang disertai dengan empat pilihan jawaban. Selain itu, di akhir pengerjaan terdapat penghitungan skor untuk mengetahui sejauh mana kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan SPLDV.

Kegiatan terakhir pada tahap penentuan (*define*) yaitu membuat konsep desain media *PhET* diperoleh hasil berupa rancangan tampilan umum media *PhET* mengacu pada hasil analisis kebutuhan media. Hal ini dilakukan peneliti untuk menambah kesan menarik pada media *PhET* sehingga mampu menarik perhatian dan minat siswa dalam belajar. Adapun hal-hal yang ada dalam kegiatan ini seperti warna dasar media *PhET*, latar suara, animasi dan gambar, dan lain-lain. Dengan adanya konsep desain ini diharapkan dapat mempermudah peneliti dalam melengkapi rancangan media *PhET* dan menjadikannya lebih menarik untuk digunakan.

Selanjutnya tahap pengembangan (*develop*) dilaksanakan mulai tanggal 12 Februari sampai tanggal 30 Mei 2021. Tahap kedua ini merupakan tahap dengan kurun waktu terlama yang berisi kegiatan di antaranya merancang media *PhET*, melakukan validasi media *PhET*, serta merevisi media *PhET* untuk menghasilkan media *PhET* yang layak digunakan dalam pembelajaran.

Pada kegiatan merancang media *PhET*, peneliti menggunakan bantuan program aplikasi *Macromedia Flash*. Selain itu, dalam merancang media *PhET* peneliti berpegang

pada kerangka dan konsep desain media *PhET* yang telah dibuat sebelumnya untuk mencapai hasil yang sesuai dengan analisis kebutuhan media. Hasil dari kegiatan ini adalah media *PhET* awal yang perlu untuk dilakukan pemeriksaan kelayakan sebelum digunakan dalam pembelajaran.

Kegiatan pemeriksaan kelayakan dilakukan pada kegiatan kedua yaitu validasi media *PhET*. Validasi media *PhET* bertujuan untuk mengetahui apakah media *PhET* yang dirancang telah mencapai kriteria layak untuk digunakan. Selain itu, dari kegiatan validasi peneliti menerima masukan dan saran perbaikan untuk media *PhET* agar menjadi lebih baik lagi.

Pada kegiatan revisi media *PhET*, peneliti melakukan perbaikan terhadap media *PhET* berdasarkan masukan dan saran dari para validator. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan media *PhET* yang layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Beberapa hal yang direvisi, yaitu pada menu kompetensi dasar dan indikator hanya tercantum indikator KD 3.5 saja yang kemudian dilengkapi oleh peneliti dengan menambah indikator KD 4.5. Selain itu pada bagian slide jawab tidak terdapat tombol kembali ke menu utama sehingga diperbaiki dengan menambah tombol kembali ke menu utama di beberapa slide untuk mempermudah pengoperasian media. Dan yang terakhir adalah merevisi pergerakan animasi pada menu contoh soal yang ditambahi dengan pemaparan soal cerita singkat sebelum masuk pada contoh soal.

Tahap terakhir yaitu evaluasi (*evaluate*) merupakan tahap menilai keefektifan media *PhET*. Untuk mengetahui apakah media *PhET* yang telah dirancang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa harus memenuhi beberapa hal, yaitu aktivitas siswa mencapai kriteria aktif atau sangat aktif, kemampuan guru melaksanakan RPP mencapai kriteria baik atau sangat baik, hasil tes kemampuan berpikir kritis matematis siswa mengalami peningkatan atau meningkat, dan angket respon siswa mencapai kriteria positif atau sangat positif. Keempat hal tersebut dapat diketahui hasilnya melalui pembahasan selanjutnya.

2. Pembahasan Aktivitas Siswa

Untuk mengetahui aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung, peneliti menggunakan teknik observasi yang dilakukan oleh dua orang observer. Observasi sendiri adalah salah satu teknik yang dilakukan dengan cara mengamati secara teliti serta pencatatan yang sistematis¹⁹⁵. Observasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu observasi penskoran dengan beberapa aktivitas siswa sebagai indikator yang akan diobservasi.

Frinkle dan Torp menyatakan bahwa PBL merupakan pengembangan kurikulum dan sistem pengajaran yang menempatkan siswa untuk berperan aktif dalam memecahkan permasalahan sehari-hari yang tidak terstruktur dengan baik¹⁹⁶. Selain itu, PBL juga memiliki karakteristik *learning is student-centered* yang berarti pembelajaran dalam PBL lebih menitikberatkan kepada siswa sebagai orang yang belajar¹⁹⁷. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model PBL dapat membuat siswa bersikap aktif atau berperan aktif dalam pembelajaran.

Sebagaimana penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Marzuki dkk menunjukkan bahwa model PBL mampu meningkatkan aktivitas siswa selama proses pembelajaran¹⁹⁸. Selain itu, hasil penelitian dari Nawangwulan Cahyaristi & I Nyoman Arcana juga menunjukkan bahwa aktivitas siswa meningkat saat menggunakan model pembelajaran PBL¹⁹⁹.

Berdasarkan data pada tabel 4.6, menunjukkan bahwa hasil observasi aktivitas siswa pada penelitian ini memperoleh persentase sebesar 92,2% dan mencapai kriteria sangat aktif. Hal ini berarti siswa berperan aktif dalam rangkaian kegiatan pembelajaran. Selain itu, aktivitas siswa yang paling dominan dengan persentase sebesar 21,3% selama proses pembelajaran

¹⁹⁵ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2011), 30.

¹⁹⁶ Aris Shoimin, *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*, (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2014), 130.

¹⁹⁷ *Ibid.*

¹⁹⁸ Marzuki, Sadrina, & Ikhsan Rizqi, "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keaktifan Siswa Kelas XI pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Radio dan Televisi di SMK Muhammadiyah 1 Banda Aceh", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 3: 1, (Februari, 2019), 19-28.

¹⁹⁹ Nawangwulan Cahyaristi & I Nyoman Arcana, "Penerapan Model Pbl Pada Pokok Bahasan Segitiga Untuk Meningkatkan Keaktifan Dan Prestasi Belajar", *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, (2018), 992-1000.

berlangsung adalah aktivitas mengajukan/menjawab pertanyaan. Hal ini sejalan dengan salah satu tujuan digunakannya model PBL yang dipadu dengan media *PhET* dalam pembelajaran, yaitu untuk memberikan kesempatan kepada siswa berperan aktif melalui aktivitas mengungkapkan gagasan, pikiran, serta ide-ide mereka sebanyak-banyaknya. Model PBL yang dipadu dengan media *PhET* terbukti mampu membuat siswa menjadi aktif selama pembelajaran melalui permasalahan yang diberikan dalam *PhET* yang kemudian dijawab oleh siswa atau pun memunculkan pertanyaan baru dari siswa.

3. Pembahasan Kemampuan Guru Melaksanakan RPP

Berdasarkan data pada Tabel 4.8, dapat diketahui bahwa kemampuan guru melaksanakan RPP memperoleh skor sebesar 3,15 dari observer 1 dan memperoleh skor sebesar 3,51 dari observer 2. Dengan demikian, diperoleh rata-rata skor kemampuan guru melaksanakan RPP dari kedua observer sebesar 3,33. Skor kemampuan guru melaksanakan RPP tidak memperoleh hasil yang maksimal dikarenakan model serta media yang digunakan dalam pembelajaran masih tergolong baru sehingga guru belum terbiasa dan menyebabkan adanya kekurangan saat melaksanakan RPP.

4. Pembahasan Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat diketahui dari tes yang dilakukan sebelum dan sesudah pembelajaran atau biasa disebut dengan *pre test* dan *post test*. Pada penelitian ini, peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dapat diketahui melalui nilai *pre test* dan nilai *post test* yang diperoleh siswa. Soal *pre test* dan *post test* yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk uraian yang berjumlah dua soal dengan empat sub pertanyaan di setiap soal.

Berdasarkan pada Tabel 4.17, dapat diketahui bahwa nilai *p-value* adalah sebesar 0,000 dimana $0,000 \leq \alpha (0,05)$ maka H_0 ditolak sehingga H_1 diterima atau dengan kata lain terdapat perbedaan yang signifikan sehingga dapat dikatakan kemampuan berpikir kritis matematis siswa meningkat. Dalam hal ini tujuan penelitian telah tercapai dengan adanya peningkatan tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa meningkat

atau mengalami peningkatan setelah diterapkan model pembelajaran PBL yang dipadu dengan media *PhET*.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa terjadi karena adanya penerapan pembelajaran PBL yaitu pembelajaran yang menggunakan permasalahan dunia nyata dalam proses belajarnya. Dalam hal ini, siswa melakukan pembelajaran yang mengharuskan mereka untuk ekstra berpikir melalui diskusi kelompok guna menyelesaikan suatu permasalahan. Para siswa yang antusias dalam berdiskusi akan mampu menggali pengalaman dan pengetahuan yang telah mereka miliki dengan cepat. Hal ini sesuai dengan teori Tan yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir siswa benar-benar dioptimalkan melalui proses kerja kelompok atau tim secara sistematis, sehingga siswa dapat memberdayakan, mengasah, menguji, dan mengembangkan kemampuan berpikirnya²⁰⁰. Selain itu, Arends juga berpendapat bahwa pembelajaran dimana siswa menyelesaikan suatu permasalahan yang otentik bertujuan untuk menyusun pengetahuan mereka sendiri, pengembangan inkuiri, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi²⁰¹.

Selanjutnya peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis tersebut dipengaruhi oleh adanya perubahan cara berpikir siswa. Berpikir kritis merupakan cara berpikir reflektif yang bersifat logis atau masuk akal dan berdasarkan nalar untuk menentukan apa yang harus diyakini dan dilakukan²⁰². Kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada penelitian ini mengalami peningkatan yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa model PBL dapat digunakan dalam pembelajaran dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Hasil dari penjabaran indikator kemampuan berpikir kritis matematis yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan pada kemampuan berpikir kritis matematis siswa ditunjukkan oleh grafik nilai *post test* (Gambar 4.2) yang naik lebih tinggi dibandingkan grafik nilai *pre test* (Gambar 4.1). Selain itu,

²⁰⁰ Rusman, Model-Model Pembelajaran, (Jakarta: Rajawali Pers, 2013), 229.

²⁰¹ Trianto, Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam KTSP, (Jakarta: Bumi Aksara, 2010), 92.

²⁰² Luvy Sylviana Zanthly, "Pengaruh Motivasi Belajar Ditinjau Dari Latar Belakang Pilihan Jurusan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa di STKIP Siliwangi Bandung?" Jurnal Teori dan Riset Matematika, 1: 1, (September, 2016), 3.

berdasarkan hasil uji *Paired Sample T-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada hasil nilai *pre test* dan *post test*. Pada Tabel 4.15 menunjukkan bahwa selisih rata-rata antara *pre test* dan *post test* adalah sebesar $-11,64$ atau dengan kata lain rata-rata nilai *post test* mengalami peningkatan sehingga lebih tinggi dibandingkan rata-rata nilai *pre test*. Hasil tersebut menegaskan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis matematis setelah diterapkan pembelajaran model PBL dengan media *PhET* atau pembelajaran model PBL dengan media *PhET* berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Selain model PBL, terdapat media pembelajaran yang juga ikut andil dalam berjalannya proses pembelajaran. Media pembelajaran merupakan suatu perantara yang disiapkan oleh guru dalam rangka memudahkan proses belajar mengajar serta mengefektifkan komunikasi antara guru dan siswa²⁰³. Media pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis ICT bernama *PhET* (*physics education and technology*). ICT (*information, communication, and technology*) merupakan hasil kombinasi antara domain pendidikan dan teknologi dimana gabungan antara keduanya mampu meningkatkan minat dan pemahaman siswa²⁰⁴. Melalui media *PhET* yang telah dirancang oleh peneliti, diharapkan mampu meningkatkan mutu pembelajaran, menarik minat siswa serta menjadikan pembelajaran lebih efisien.

Pada penelitian ini, media *PhET* berfungsi sebagai penghubung komunikasi antara guru dan siswa dimana hal-hal yang mencakup tujuan pembelajaran, materi, contoh soal, dan lain sebagainya telah dimuat dalam media *PhET* sehingga guru hanya perlu menggiring siswa untuk berfokus pada media *PhET* tersebut. Hal ini tentu saja dapat menghemat waktu dan menjadikan proses pembelajaran lebih maksimal

²⁰³ Jamil, Burhan, Subirman Musa, Zainal Arifin, & Basmi Asdam, "Pelatihan Desain dan Pengembangan Media dan Teknologi Pembelajaran di Desa Pitue, kecamatan Ma'rang, kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan", In *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat 2018 (Senmaster)*, (2018), 207-215.

²⁰⁴ Kalaiselvi Shanmugam & Balamuralithara Balakrishnan, "Kerangka Panduan Efektif Pengajaran dan Pemudahcaraan (PdPc) Sains Menggunakan Information Communication Technology (ICT) di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJK) (TAML)", *Jurnal Sains Humanika*, 10: 1, (2018), 25-35.

dan efisien. Selain itu, adanya bentuk animasi dan gambar serta tampilan visual yang dapat dilihat oleh siswa dapat mempermudah pemahaman serta meningkatkan minat belajar mereka.

Sebagaimana penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nanda Safarati menunjukkan bahwa pembelajaran *scientific inquiry* dengan menggunakan media *PhET* mampu membantu siswa untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis pada fenomena yang tergolong abstrak²⁰⁵. Selain itu, penelitian oleh Intan dan Ishafit juga menunjukkan hasil bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing yang berbantuan media *PhET* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa²⁰⁶. Kemudian yang terakhir penelitian oleh Luthfia Harum dkk menunjukkan bahwa model generatif berbasis *PhET* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan kriteria sedang dan tinggi²⁰⁷. Ketiga penelitian tersebut mengkolaborasikan antara model pembelajaran tertentu dengan media *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Pada penelitian ini juga diperoleh hasil bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa meningkat setelah diterapkan pembelajaran model PBL yang dikolaborasikan dengan media *PhET*.

5. Pembahasan Angket Respon Siswa

Berdasarkan data pada Tabel 4.9, dapat diketahui bahwa terdapat tiga respon siswa yang paling dominan dengan persentase sebesar 97% yaitu siswa merasa senang selama mengikuti proses pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*, siswa mampu menemukan solusi dari suatu permasalahan setelah mengikuti pembelajaran PBL yang dipadu dengan media simulasi *PhET*, dan siswa merasa media simulasi *PhET* menjadikan suasana

²⁰⁵ Nanda Safarati, "Pengaruh Model Scientific Inquiry menggunakan Media PhET Terhadap Keterampilan Proses Sains Ditinjau dari Keterampilan Berpikir Kritis", *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6: 1, (Juni, 2017), 33-38.

²⁰⁶ Intan Firda Alifiyanti & Ishafit, "Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Phet *Simulation* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas Di MAN 3 Ngawi", *Prosiding Seminar Nasional Quantum*, (2018), 392-400.

²⁰⁷ Cut Luthfia Harum, Yusrizal, Muhammad Syukri, & Cut Nirmaliah, "Pengaruh Model Pembelajaran Generatif Berbasis Phet Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Gelombang Mekanik", *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8: 2, (2020), 164-174.

belajar menjadi menyenangkan. Hal tersebut sesuai dengan tujuan digunakannya PBL dengan media *PhET* dalam pembelajaran dimana PBL membantu siswa untuk mampu menemukan penyelesaian atau solusi dari suatu permasalahan yang kemudian didukung oleh media *PhET* untuk menjadikan suasana belajar di kelas menjadi menyenangkan.



BAB V PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada BAB VI, maka diperoleh simpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Merancang media simulasi *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dilakukan berdasarkan tahapan pengembangan media IDI ((*Instruksional Development Institute*). *Pertama*, tahap penentuan (*define*) yang terdiri dari empat kegiatan, yaitu analisis kebutuhan media yang memperoleh informasi terkait media pembelajaran yang dibutuhkan di MTsN 1 Lamongan, menyimpulkan analisis kebutuhan media yang memperoleh hasil bahwa inti dari media pembelajaran yang diinginkan adalah dapat menarik minat belajar siswa, menyusun kerangka media *PhET* yang memperoleh hasil media *PhET* memiliki lima menu utama di antaranya adalah kompetensi dasar dan indikator; tujuan pembelajaran; materi; contoh; dan latihan soal, dan membuat konsep media *PhET* yang memperoleh hasil warna dasar yang digunakan; ide opening; ikon; gambar; dll. *Kedua*, tahap pengembangan (*develop*) yang terdiri dari tiga kegiatan, yaitu merancang media *PhET* yang memperoleh hasil media *PhET* awal, validasi media *PhET* yang memperoleh hasil catatan perbaikan untuk penyempurnaan media *PhET*, dan revisi media *PhET* yang memperoleh hasil media *PhET* layak digunakan. *Ketiga*, tahap evaluasi (*evaluate*) yaitu penggunaan media *PhET* dalam pembelajaran.
2. *Pertama*, aktivitas siswa dalam pembelajaran PBL dengan *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa mencapai kriteria “**sangat aktif**” dengan perolehan persentase sebesar 92,2%. *Kedua*, rata-rata kemampuan guru melaksanakan RPP melaksanakan RPP model PBL dengan *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa mencapai kriteria “**sangat baik**” dengan perolehan skor sebesar 3,53. *Ketiga*, terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil *pre test* dan *post test* yaitu meningkatnya rata-rata hasil tes dari *pre test* ke *post test*. Sehingga, dapat diinterpretasikan bahwa “**terdapat peningkatan**” kemampuan berpikir kritis matematis siswa

setelah diterapkan model pembelajaran PBL dengan *PhET*. Keempat, respon siswa terhadap pembelajaran model PBL dengan media *PhET* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa mencapai kriteria **“sangat positif”** dengan perolehan persentase sebesar 91,85%. Berdasarkan empat hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan PBL dengan *PhET* efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang ingin disampaikan oleh peneliti diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait model pembelajaran PBL dengan *PhET* pada kemampuan yang lain, sehingga akan tercipta banyak media pembelajaran matematika baru yang dapat memaksimalkan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Penggunaan media *PhET* saat pengambilan data sebaiknya dilakukan dengan memanfaatkan lab komputer, sehingga setiap siswa dapat menggunakan media tersebut secara mandiri dan lebih menekankan pada simulasi.
3. Saat melakukan tes kemampuan berpikir kritis matematis, usahakan siswa berada pada kondisi yang baik, seperti tidak tertekan atau terburu-buru sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, Tirtawaty, and Nova Elysia Ntobuo. "Penerapan Media Pembelajaran Virtual Laboratory Berbasis PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gelombang." *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)* 7, no. 3 (2019): 87-92.
- Adinda, Anita. "Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika." *Logaritma* 4, no. 1 (2016): 125-138.
- Agustina, Indah. "Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika di Era Revolusi Industri 4.0." *Jurnal Pendidikan Indonesia* 8, no. 2 (Desember 2019): 1-9.
- Agustina, Maya. "Problem Based Learning (PBL): Suatu Model Pembelajaran untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kreatif Siswa." *Jurnal Ilmu Pendidikan Agama Islam* 10, no. 2 (Desember 2018): 164-173.
- Andriati, Erwin, Indrawati, and Alex Harijantto. "Remedi Miskonsepsi Beberapa Konsep Listrik Dinamis pada Siswa SMA Melalui Simulasi PhET Disertai LKS." *Jurnal Pendidikan Fisika* 3, no. 4 (Maret 2015): 362-369.
- Ariani, Niken, and Dany Haryanto. *Pembelajaran Multimedia di Sekolah*. Jakarta: Prestasi Pustaka, 2010.
- Arifin, Zaenal. *Metodologi Penelitian Pendidikan Filosofi, Teori, dan Aplikasinya*. Surabaya: Lentera Cendikia, 2012.
- Ariyanto, Dedy. "Strategi Pembelajaran Problem Based Learning dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Kognitif pada Mata Kuliah Ilmu Kealaman Dasar." *Jurnal Bioilmi* 3, no. 2 (Agustus 2017): 78-85.
- Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2007.
- Birgili, Bengi. "Creative and Critical Thinking Skills in Problem-based Learning Environments." *Journal of Gifted Education and Creativity* 2, no. 2 (Desember 2015): 71-80.
- Birgili, Bengi. "Creative and Critical Thinking Skills in Problem-Based Learning Environments." *Journal of Gifted Education and Creativity* 2, no. 2 (Desember 2015): 71-80.
- Budiarti, Intan. "Penerapan Model Problem Based Learning Berbasis Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis." *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan* 2, no. 1 (Januari 2019): 167-183.

- Ceker, Eser, and Fezile Ozdamli. "Features and Characteristics of Problem Based Learning." *Cyprot Journal of Educational Sciences* 11, no. 4 (2016): 195-202.
- Costa, Artur L., and Robert H. Ennis. *Developing Minds Goals for Critical Thinking Curriculum*. Alexandria: The Educational Resources Information Center, 1985.
- Davidsen, Jacob, Pemille Victoria Kathja Andersen, and Ellen Christiansen. "Problem-based Learning in A Box: Lessons Learned from an Educational Design Experiment." *Journal of Problem Based Learning in Higher Education* 7, no. 1 (2019): 120-132.
- Dunn, William N. *Pengantar Analisis Kebijakan Publik (Edisi Kedua)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2000.
- Ekawati, Yuniar, Abdul Haris, and Bunga Dara Amin. "Penerapan Media Simulasi Menggunakan PhET (Physics Education and Technology) Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Dididk Kelas X SMA Muhammadiyah Limbung." *Jurnal Penelitian Fisika* 3, no. 1 (2015): 74-82.
- Erwin, Muhammad, and Endryansyah. "Pengaruh Penerapan Media Pembelajaran PhET (Physics Education Technology) Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X TITL pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik di SMKN 7 Surabaya." *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro* 4, no. 2 (2015): 407-414.
- Farid, A. M. Miftah, Andi Rafiqa Faradiyah, Aini Maghfira, Asrianti Putri Lestari, and Hidayat Tullah. "Pengaruh Media Simulasi PhET Menggunakan Model Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik." *Jurnal Nalar Pendidikan* 6, no. 2 (Desember 2018): 105-112.
- Fathurrohman, Muhammad. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2017.
- Fatoni, Abdurrahman. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. Jakarta: Rineka Cipta, 2011.
- Fauzan, Maaruf, Abdul Gani, and Muhammad Syukri. "Penerapan Model Problem Based Learning pada Pembelajaran Materi Sistem Tata Surya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa." *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 5, no. 1 (2017): 27-35.
- Firdian, Fadil, and Ilham Tri Maulana. "Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif pada Matakuliah Aplikasi

- Software." *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* 3, no. 6 (Juni 2018): 822-828.
- Fithriani, Syarifah Lely, A. Halim, and Ibnu Khaldun. "Penggunaan Media Simulasi PhET dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pokok Bahasan Kalor di SMA Negeri 12 Banda Aceh." *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 4, no. 2 (2016): 45-52.
- Fitri, Amella Dwi. "Penerapan Problem Based Learning (PBL) dalam Kurikulum Berbasis Kompetensi." *Jurnal JMJ* 4, no. 1 (Mei 2016): 95-100.
- Gokhale, Anu A. "Collaborative Learning and Critical Thinking." *Journal of Springer* 1, no. 9 (2017): 634-636.
- Gusniar and Rita Juliani. "Analisis Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan Media *PhET* di SMA Negeri 1 Cermin." *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan* 5, no. 1 (Januari 2019): 11.
- Hamdayana, Jumanta. *Model dan Metode Pembelajaran Kreatif dan Berkarakter*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2014.
- Handayaningrat, Soewarno. *Administrasi Pembangunan dalam Pembangunan Nasional*. Jakarta: Gunung Agung, 1984.
- Hartini, Sri, and Nani Ratnaningsih. "Implementasi Model Problem Based Learning Pengaruhnya Terhadap Kecemasan Peserta Didik, Kemampuan Pemecahan Masalah, dan Berpikir Kritis Matematis." *Prosiding Seminar Matematika*. Semarang, 2016. 161-169.
- Hasibuan, Syarifah Hanum, and Edy Surya. "Analysis of Critical Thinking Skills Class X SMK Patronage State North Sumatera Province Academic Year 2015/2016." *Jurnal Saung Guru* 8, no. 2 (April 2016): 174-185.
- Hastuti, Andriyani, Hairunnisyah Sahidu, and Gunawan. "Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Virtual Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika." *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi* 2, no. 3 (Juli 2016): 129-135.
- Hendriana, Heris, Euis Eti Rohaeti, and Utari Sumarmo. *Hard Skills and Soft Skills Matematik Siswa*. Bandung: PT Refika Aditama, 2017.
- Hodiyanto. "Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika." *Jurnal AdMathEdu* 7, no. 1 (Juni 2017): 9-18.
- Indonesia, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No.*

- 36 Tahun 2018. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018.
- Indonesia, Republik. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Isjoni, and Arif Ismail. *Model-Model Pembelajaran Mutakhir*. Yogyakarta: Pustaka Belajar, 2008.
- Iskandar. *Metode Penelitian dan Sosial (Kuantitatif dan Kualitatif)*. Jakarta: Gaung Persada Press, 2008.
- Isnaeny, Fatma Yuny, Sajidan, and Mohammad Masykuri. "Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi UMS pada Materi Sistem Gerak Manusia." *Jurnal Inkuiri* 7, no. 1 (2018): 111-120.
- Janah, Siti Riyadhhotul, Hardi Suyitno, and Isnaini Rosyida. "Pentingnya Literasi Matematika dan Berpikir Kritis Matematis dalam Menghadapi Abad ke-21." *Prosiding Seminar Nasional Matematika*. Semarang, 2019. 905-910.
- Jauhar, Mohammad. *Implementasi PAIKEM*. Jakarta: Prestasi Pustakarya, 2011.
- Jauhari, Tantawi, Hikmawati, and Wahyudi. "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Gunung Sari Tahun Pelajaran 2015/2016." *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi* 2, no. 1 (Januari 2016): 7-12.
- Johnson, Elaine B. *CTL (Contextual Teaching & Learning)*. California: Corwin Press, 2002.
- Jumaisyaroh, Tanti, E E Napitupulu, and Hasratuddin. "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa SMP Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah." *Jurnal AdMathEdu* 5, no. 1 (Juni 2015): 87-106.
- Kemendikbud. *Panduan Implementasi Kecakapan Abad 21 Kurikulum 2013 di Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA, 2017.
- Kusaeri, K., & Ridho, A. (2019). Learning Outcomes of Mathematics and Science: Features of Indonesian Madrasah Students. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 23 (1), 95-105.
- Kusaeri, K. (2019). Pedagogical Beliefs about Critical Thinking among Indonesian Mathematics Pre-Service Teachers. *International Journal of Instruction*, 12 (1), 573-590.

- Kusaeri, K., Hamdani, A. S., & Suprananto, S. (2019), Student Readiness and Challenge in Completing Higher Order Thinking Skills Test for Mathematics. *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 8 (1), 75-86.
- Kuswara, Wowo Sunaryo. *Taksonomi Berpikir*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2011.
- Lambertus. "Pentingnya Melatih Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika di SD." *Jurnal Forum Kependidikan* 28, no. 2 (Maret 2009): 136-142.
- Lestari, Dewi Endang, Nizaruddin, and Yanuar Hery Murtianto. "Efektivitas Model Pembelajaran PBL Berbantuan Media Kokami Ditinjau dari Gaya Belajar Terhadap Prestasi Belajar Matematika." *Jurnal Aksioma* 8, no. 2 (November 2017): 68-76.
- Lestari, Isnania, and Raja Juanda. "Komparasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Perangkat Keras Jaringan Internet Kelas IX SMP Negeri 5 Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya." *Jurnal Efektor* 6, no. 2 (2019): 127-135.
- Liberna, Hawa. "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Melalui Penggunaan Metode Improve pada Materi Sistem Persamaan Dua Variabel." *Jurnal Formatif* 2, no. 3 (2015): 190-197.
- Liu, Min. *Motivating Students Through Problem-Based Learning*. Austin: University of Texas, 2005.
- Manik, Delima Sari, and Sinuraya. "Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMAN 5 Medan." *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan* 5, no. 2 (April 2019): 40-44.
- Marlan. "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Animasi pada Mata Kuliah Metrologi Industri." *PEDIKA: Jurnal Pendidikan Vokasi* 1, no. 1 (2017): 17-31.
- Maryati, Iyam. "Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Pola Bilangan di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama." *Jurnal Mosharafa* 7, no. 1 (Januari 2018): 63-74.
- Masrinah, Enok Noni, Ipin Aripin, and Aden Arif Gaffar. "Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis." *Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA*. Majalengka, 2019. 924-932.

- Moleog, Lexy J. *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2007.
- Mulyono. "Keefektifan Metode Problem Based Learning dalam Pembelajaran Fiqih di Perguruan Tinggi." *Jurnal Studi Keislaman* 2, no. 2 (Desember 2016): 152-167.
- Munandar, Haris, Sutrio, and Muhammad Taufik. "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media Animasi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Fisika Siswa SMAN 5 Mataram Tahun Ajaran 2016/2017." *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi* 4, no. 1 (Juni 2018): 111-120.
- Nahdi, Dede Salim. "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Penalaran Matematis Siswa Melalui Model Brain Based Learning." *Jurnal Cakrawala Pendas* 1, no. 1 (Januari 2015): 13-22.
- Novianti, Nur Raina. "'Kontribusi Pengelolaan Laboratorium dan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Efektivitas Model Pembelajaran.'" *Jurnal Pendidikan IPA* 1 (2011): 160.
- Nugroho, Purna Bayu. "Scaffolding Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika." *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya* 2, no. 1 (Juni 2017): 15-21.
- Nur, Muhammad. *Model Pembelajaran Berbasis Masalah*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah Departemen Pendidikan Universitas Negeri Surabaya, 2008.
- Özelçi, Serap Yılmaz, and Gürbüz Çalışkan. "What is Critical Thinking? A Longitudinal Study with Teacher Candidates." *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)* 8, no. 3 (September 2019): 495-509.
- Palennari, Muhiddin. "Problem Based Learning (PBL) Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Pebelajar pada Pembelajaran Biologi." *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*. Makassar, 2018. 599-608.
- Pane, Aprida. "Belajar dan Pembelajaran." *Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman* 3, no. 2 (Desember 2017): 337.
- Prahmana, RCI. *Local Instruction Theory Penelitian Pendidikan Matematika untuk Menumbuhkan Keterampilan Mahasiswa Calon Guru dalam Melakukan Penelitian dan Menulis Karya Ilmiah*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2016.
- Pramanda, Fandi. "Pengaruh Penggunaan Media Simulasi PhET Terhadap Prestasi Belajar Materi Pokok Energi dalam Sistem

- Kehidupan Bagi Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 16 Surabaya." *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan* 7, no. 1 (2016): 1-10.
- Prihatiningsih, Siti Zubaidah, and Sentot Kusairi. "Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup." *Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Negeri Malang* 1 (2016): 1053-1062.
- Raharjo, Agung S.S. *Buku Kantong Sosiologi SMA IPS*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama, 2009.
- Rahayu, Putri, and Indra Jaya. "Upaya Meningkatkan Komunikasi Matematis Siswa pada Materi Bangun Datar Segitiga Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) di Kelas VII MTs Islamiyah." *Axiom: Jurnal Pendidikan dan Matematika* 6, no. 2 (2017): 1-10.
- Ramadhan, Farqiyatur, Susriyati Mahanal, and Siti Zubaidah. "Kemampuan Bertanya Siswa Kelas X SMA Swasta Kota Batu pada Pelajaran Biologi." *Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro* 8, no. 1 (Mei 2017): 11-15.
- Ramdani, Eliya Maryam, and Nana. "Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Virtual Lab PhET pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA: Literature Review." *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)* 8, no. 1 (April 2020): 89.
- Ramlawati, Siti Rahma Yunus, and Aunillah Insani. "Pengaruh Model PBL (Problem Based Learning) Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar IPA Peserta Didik." *Jurnal Sainsmat* 6, no. 1 (Maret 2017): 1-14.
- Rasyidah, Khofifatul, Supeno, and Maryani. "Pengaruh Guided Inquiry Berbantuan PhET Simulations Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi." *Jurnal Pembelajaran Fisika* 7, no. 2 (Juni 2018): 129-134.
- Rerung, Nensy, Iriwi L.S. Sinon, and Sri Wahyu Widyaningsih. "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMA pada Materi Usaha dan Energi." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 6, no. 1 (2017): 47-55.
- Rosy, Brilliant, and Triesninda Pahlevi. "Penerapan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Memecahkan Masalah." *Prosiding Seminar Nasional*. Surabaya, 2015. 160-175.

- Rusman. *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- . *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers, 2013.
- . *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesional Guru Edisi Kedua*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2014.
- Rusmono. *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning Itu Perlu*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2012.
- S, Isran Rasyid Karo-Karo, and Rohani. "Manfaat Media dalam Pembelajaran." *Jurnal AXIOM* 7, no. 1 (Juni 2018): 91-96.
- S, Isran Rasyid Karo-Karo, and Rohani. "Manfaat Media dalam Pembelajaran." *Jurnal AXIOM* 7, no. 1 (Juni 2018): 91-96.
- Sadikin, Rizal Laode, and Guntur Maulana Muhammad. "Improving Mathematical Critical Thinking Skills by Brain Based Learning Model for High School (Classroom Action Research)." *Journals of Mathematics Education* 1, no. 1 (April 2018): 15-28.
- Sam, Noer Chadijah L, Syahrul, and Hendra Jaya. "Efektivitas Penerapan Model Problem Based Learning Menggunakan Media Video untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Mata Pelajaran Jaringan Dasar." *Jurnal Media Komunikasi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* 5, no. 2 (Agustus 2018): 112-123.
- Sanjaya, Wina. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2007.
- Saregar, Antoni, Sri Latifah, and Meisita Sari. "Efektivitas Model Pembelajaran CUPs: Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Madrasah Aliyah Mathla'ul Anwar." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi* 5, no. 2 (2016): 233-243.
- shoimin, Aris. *68 Model Pembelajaran dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2014.
- Sianturi, Aprilia, Tetty Natalia Sipayung, and Frida Marta Argareta Simorangkir. "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMPN 5 Sumbul." *Jurnal Pendidikan Mtematika* 6, no. 1 (Maret 2018): 29-41.
- Sirait, Dina Meilinda Br. "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas VIII SMP." *Cartesius: Jurnal Pendidikan Matematika* 2, no. 1 (Juni 2019): 75-89.

- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- Suhita. "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis: Dampak Model Pembelajaran Problem Based Instruction." *Desimal: Jurnal Matematika* 2, no. 2 (2019): 189-195.
- Sulistiani, Eny, and Masrukan. "Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA." *Seminar Nasional Matematika Universitas Negeri Semarang*. Semarang, 2016. 605-612.
- . "Peran Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA." *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2016. 605-612.
- Sumargo, Eko, and Leny Yuanita. "Penerapan Media Laboratorium Virtual (PhET) pada Materi Laju Reaksi dengan Model Pengajaran Langsung." *UNESA Journal of Chemical Education* 3, no. 1 (2014): 119-133.
- Sumarmo, Utari, Wahyu Hidayat, Rafiq Zukarnaen, Hamidah, and Ratna Sariningsih. "Kemampuan dan Disposisi Berpikir Logis, Kritis, dan Kreatif Matematik." *Jurnal Pengajaran MIPA* 17, no. 1 (2016): 17-33.
- Sunbanu, Halani Felda, Mawardi, and Krisma Widi Wardani. "Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Two Stay Twostray di Sekolah Dasar." *Jurnal Basicedu* 3, no. 4 (November 2019): 2037-2041.
- Suryapusparini, Bertha Kurnia, Wardono, and Kartono. "Analisis Soal-Soal Matematika Tipe Higher Order Thinking Skill (HOTS) pada Kurikulum 2013 untuk Mendukung Kemampuan Literasi Siswa." *Prosiding Seminar Nasional Matematika*. Semarang, 2018. 876-884.
- Thoha. "PhET Application Program: Strategi Memperkuat Pemahaman Siswa pada Materi Listrik DC Melalui Pembelajaran Berbantu Lab Virtual." *Jurnal Pendidikan Madrasah* 4, no. 2 (November 2019): 157-169.
- Tilaar, H. A. R. *Pedagogik Kritis, Perkembangan, Substansi dan Perkembangannya di Indonesia*. Jakarta: Rineka Cipta, 2011.
- Trianto. *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka, 2007.
- Trianto. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana, 2009.
- Umar. "Media Pendidikan: Peran dan Fungsinya dalam Pembelajaran." *Jurnal Tarbiyah* 11, no. 1 (Juli 2014): 131-144.

- Wartono. *Strategi Belajar Mengajar*. Malang: Jurusan Pendidikan FPMIPA Universitas Negeri Malang, 2003.
- Widyaningtyas, Reviandari, Yaya S. Kusumah, Utari Sumarmo, and Jozua Subandar. "The Impact of Problem Based-Learning Approach Tosenior High School Students' Mathematics Critical Thinking Ability." *Journal of Mathematics Education* 6, no. 2 (2015): 30-38.
- Wulandari, Frisca. "Keterkaitan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dengan Model Problem Based Learning (PBL)." *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan*. Lampung, 2016. 72-75.
- Yuafi, Muhammad Erwin Dasa. "Pengaruh Penerpana Media Pembelajaran PhET (Physics Education Technology) Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X TITL pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik di SMKN 7 Surabaya." *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro* 4, no. 2 (2015): 407-414.
- Yulianti, Eka, and Indra Gunawan. "Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2, no. 3 (November 2019): 399-408.
- Zakiah, and Lestari. *Berpikir Kritis dalam Konteks Pembelajaran*. Bogor: Erzatama Karya Abadi, 2019.
- Zamroni, and Mahfudz. *Panduan Teknis Pembelajaran yang Mengembangkan Critical Thinking*. Jakarta: Depdiknas, 2009.
- Zanthy, Luvy Sylviana. "Pengaruh Motivasi Belajar Ditinjau dari Latar Belakang Pilihan Jurusan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa di STKIP Siliwangi Bandung." *Jurnal Teori dan Riset Matematika (TEOREMA)* 1, no. 1 (September 2016): 1-7.