

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR PEMBELAJARAN
MATEMATIKA DENGAN MODEL PjBL-STEM
(*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING,
MATHEMATIC*) BERBANTUAN MEDIA *PhET
SIMULATIONS* UNTUK MENINGKATKAN HASIL
BELAJAR PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

Oleh:
CHOFIFA IKKA YUNITA
NIM. D94219049



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

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
JURUSAN PMIPA
PRODI PENDIDIKAN MATEMATIKA
MEI 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chofifa Ikka Yunita
NIM : D94219049
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, 15 Mei 2023

Yang membuat pernyataan



Chofifa Ikka Yunita
NIM. D94219049

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Skripsi oleh:

Nama : Chofifa Ikka Yunita

NIM : D94219049

Judul : Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) Berbantuan Media *Phet Simulations* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik

ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 15 Mei 2023

Pembimbing 1,



Dr. Sutini, M.Si
NIP. 197701032009122001

Pembimbing 2,



Drs. Usman Yudi, M.Pd.I
NIP. 196501241991031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Chofifa Ikka Yunita ini telah dipertahankan di depan

Tim Penguji Skripsi

Surabaya, 29 Mei 2023

Mengesahkan, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya



Dekan,

H. Muhammad Thohir, M.Pd.

NIP. 197407251998031001

Tim Penguji

Penguji I,

Agus Prasetyo Kurnawan, M. Pd

NIP. 198308212011011009

Penguji II,

Yuni Arrifadah, M. Pd

NIP. 197306052007012048

Penguji III,

Dr. Sutini, M.Si

NIP. 197701032009122001

Penguji IV,

Drs. Usman Yudi, M.Pd.I

NIP. 196501241991031002

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@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 : Chofifa Ikka Yunita
NIM : D94219049
Fakultas/Jurusan : Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Matematika
E-mail address : Chofifaikka23@gmail.com

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

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) Berbantuan Media *PhET Simulations* untuk Meningkatkan Hasil

Belajar Peserta Didik

berserta 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, 29 Mei 2023

Penulis

(Chofifa Ikka Yunita)

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR PEMBELAJARAN MATEMATIKA
DENGAN MODEL PjBL-STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, MATHEMATIC) BERBANTUAN MEDIA PhET
SIMULATIONS UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR
PESERTA DIDIK**

Oleh : Chofifa Ikka Yunita

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar pembelajaran matematika dengan model *Project Based Learning* pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematic* (model PjBL-STEM) berbantuan media *PhET Simulations* supaya menjadi modul ajar pembelajaran matematika yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Komponen modul ajar tersebut mengacu pada kurikulum merdeka yang terdiri dari komponen umum, inti, dan lampiran.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* yang mengacu pada model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Penelitian ini diterapkan kepada peserta didik kelas X MAPK di MAN 1 Mojokerto. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu teknik *field note*, validasi, dan tes. Setelah data diperoleh, data tersebut dianalisis menggunakan analisis *field note*, kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan modul ajar pembelajaran matematika.

Penelitian ini memperoleh hasil yang terdiri dari: (1) Proses pengembangan produk pada tahap *analysis* memperoleh data tentang kendala kegiatan pembelajaran matematika, rendahnya hasil belajar peserta didik, kurikulum dan materi pokok yang digunakan di MAN 1 Mojokerto. Tahap *design*, kegiatan perancangan konseptual modul ajar pembelajaran matematika. Tahap *development*, kegiatan pengembangan modul ajar sesuai dengan rancangan konseptual pada tahap sebelumnya yang kemudian dilakukan proses validasi dan revisi sesuai dengan masukan para validator. Tahap *implementation*, kegiatan penerapan modul ajar kepada peserta didik kelas X MAPK di MAN 1 Mojokerto. Tahap *evaluation*, kegiatan evaluasi dan menilai keefektifan modul ajar yang telah dikembangkan. (2) Modul ajar pembelajaran matematika dinyatakan “**valid**” dengan rata-rata total kevalidan sebesar 4,29 yang termasuk pada kriteria “sangat valid”. (3) Modul ajar pembelajaran matematika dinyatakan “**praktis**” pada kriteria “A” dengan rata-rata total nilai kepraktisan sebesar 86,66 yang berarti “dapat digunakan tanpa revisi.” (4) Modul ajar pembelajaran matematika dinyatakan “**efektif**” untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dilihat dari ketuntasan hasil belajar secara klasikal sebesar 86% dan peningkatan rata-rata hasil belajar peserta didik sebesar 12,09.

Kata Kunci: Model PjBL-STEM, *PhET Simulations*, Hasil Belajar.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPEL DALAM.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	10
F. Asumsi dan Batasan Penelitian	11
G. Definisi Operasional Variabel	12

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, Mathematics</i> (STEM).....	14
1. Pengertian Pendekatan STEM	14
2. Empat Konten Dasar STEM	15
3. Kelebihan STEM	18
4. Tiga Pendekatan STEM	18
B. Model PjBL-STEM	21
1. Pengertian Model PjBL-STEM.....	21
2. Langkah-langkah Model PjBL-STEM.....	22
3. Kelebihan Model PjBL-STEM	27
C. Media <i>PhET Simulations</i>	27
1. Pengertian <i>PhET Simulations</i>	27

2. Penggunaan Media <i>PhET Simulations</i> dalam Pembelajaran.....	29
3. Manfaat dan Kelebihan <i>Media PhET Simulations</i>	32
D. Penelitian Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	33
1. Pengertian Penelitian Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	33
2. Modul Ajar Pembelajaran Matematika yang Dikembangkan	35
E. Kelayakan Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	39
1. Kevalidan Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	39
2. Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	41
3. Keefektifan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	42
F. Hasil Belajar Peserta didik	42
G. Keterkaitan Modul ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-STEM Berbantuan Media <i>PhET Simulations</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar	44

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Model Pengembangan.....	51
B. Tempat dan Waktu Penelitian	51
C. Prosedur Penelitian dan Pengembangan.....	51
1. Tahap <i>Analysis</i> (Analisis)	51
2. Tahap <i>Design</i> (Perancangan)	52
3. Tahap <i>Development</i> (Pengembangan)	52
4. Tahap <i>Implementation</i> (Penerapan)	53
5. Tahap <i>Evaluation</i> (Evaluasi).....	53
D. Uji Coba Produk.....	54
1. Desain Uji Coba.....	54
2. Subjek Uji Coba.....	54
3. Jenis Data.....	54
E. Teknik Pengumpulan Data	55
1. Teknik <i>Field Note</i> (Catatan Lapangan).....	55
2. Teknik Validasi	55
3. Teknik Tes	55
F. Instrumen Pengumpulan Data	56
1. Lembar <i>Field Note</i> (Catatan Lapangan).....	56
2. Lembar Validasi.....	56
3. Lembar Tes	56
G. Teknik Analisis Data	57
1. Analisis Data Proses Pengembangan Produk.....	57
2. Analisis Data Kevalidan Produk	57

3. Analisis Data Kepraktisan Produk	60
4. Analisis Data Keefektifan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	61

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi dan Analisis Data	65
1. Deskripsi dan Analisis Data Proses Pengembangan Produk.....	65
2. Deskripsi dan Analisis Data Kevalidan Produk	87
3. Deskripsi dan Analisis Data Kepraktisan Produk	99
4. Deskripsi dan Analisis Data Keefektifan Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	101
B. Revisi Produk	104
C. Kajian Produk Akhir	112

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	117
B. Saran.....	118

DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN.....	126



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Definisi Konten Dasar STEM	16
Tabel 2.2	Komponen STEM dalam Penelitian ini	17
Tabel 2.3	Sintaks Model PjBL-STEM	25
Tabel 2.4	Aspek Penilaian Kevalidan Modul Ajar.....	40
Tabel 2.5	Hubungan Modul Ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-STEM Berbantuan Media <i>PhET Simulations</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar.....	44
Tabel 3.1	<i>One Group Pretest-Posttest Design</i>	54
Tabel 3.2	Penyajian Data Proses Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	57
Tabel 3.3	Pengolahan Data Kevalidan Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	58
Tabel 3.4	Pengolahan Data Kevalidan Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> ...	58
Tabel 3.5	Kriteria Kevalidan.....	59
Tabel 3.6	Pengolahan Data Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	60
Tabel 3.7	Pengolahan Data Kepraktisan Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	60
Tabel 3.8	Kriteria Kepraktisan	61
Tabel 3.9	Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik	62
Tabel 4.1	Penyajian Data Proses Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	65
Tabel 4.2	Daftar Nilai Ulangan Matematika Peserta Didik Kelas X MAPK	69
Tabel 4.3	CP dan Tujuan Pembelajaran	71
Tabel 4.4	Uraian Singkat Kegiatan Pembelajaran dalam Modul Ajar..	73
Tabel 4.5	Komponen Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	79
Tabel 4.6	Daftar Nama-nama Validator	85
Tabel 4.7	Jadwal Kegiatan Pembelajaran	85
Tabel 4.8	Penyajian Data Hasil Validasi Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	87
Tabel 4.9	Penyajian Data Hasil Validasi Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	96
Tabel 4.10	Penyajian Data Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	99
Tabel 4.11	Penyajian Data Kepraktisan Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	100
Tabel 4.12	Penyajian Data Ketuntasan Hasil Belajar Peserta Didik ...	101
Tabel 4.13	Penyajian Revisi Modul Ajar Pembelajaran Matematika .	104
Tabel 4.14	Penyajian Revisi Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Pendekatan Silo	19
Gambar 2.2 Pola Pendekatan <i>Embedded</i> (Tertanam).....	20
Gambar 2.3 Pola Pendekatan <i>Integrated</i> (Terintegrasi).....	21
Gambar 2.4 Langkah-langkah Model PjBL-STEM	22
Gambar 2.5 Tampilan Awal <i>PhET Simulations</i>	30
Gambar 2.6 Tampilan Menu <i>PhET Simulations</i>	30
Gambar 2.7 Tampilan Menu <i>Math</i> dari <i>PhET Simulation</i>	31
Gambar 2.8 Tampilan Fitur <i>Graphing Quadratics</i>	31
Gambar 2.9 Tampilan Menu <i>Standard Form</i>	32
Gambar 4.1 Penggunaan Media <i>PhET Simulations</i>	73
Gambar 4.2 Pengembangan Modul Ajar dengan <i>Software Microsoft Word 2010</i>	83
Gambar 4.3 Pengembangan Desain Tampilan Produk dengan <i>Website Canva</i>	84
Gambar 4.4 Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Peserta Didik.....	103
Gambar 4.5 Hasil Uji-T Sampel Berpasangan Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Peserta Didik.....	103
Gambar 4.6 Hasil Akhir Modul Ajar Pembelajaran Matematika	113
Gambar 4.7 Hasil Akhir Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	116

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (INSTRUMEN PENELITIAN)	126
Lampiran A1 Modul Ajar Pembelajaran Matematika	127
Lampiran A2 Lembar Kisi-kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	167
Lampiran A3 Lembar Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	175
Lampiran A4 Lembar Validasi dan Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	177
Lampiran A5 Lembar Validasi dan Kepraktisan Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	181
LAMPIRAN B (HASIL PENELITIAN)	184
Lampiran B1 Hasil Validasi dan Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika	185
Lampiran B2 Hasil Validasi dan Kepraktisan Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	197
Lampiran B3 Contoh Hasil Pengerjaan LKPD pada Lampiran Modul Ajar Pembelajaran Matematika.....	206
Lampiran B4 Contoh Hasil Pengerjaan Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .	218
Lampiran B5 Dokumentasi Penelitian	221
LAMPIRAN C (LAIN-LAIN)	223
Lampiran C1 Surat Tugas	224
Lampiran C2 Surat Izin Penelitian	225
Lampiran C3 Surat Telah Melakukan Penelitian	226
Lampiran C4 Kartu Konsultasi Bimbingan.....	227
Lampiran C5 Biodata Penulis	229

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peserta didik Indonesia terus ditempa untuk dapat memiliki pendidikan yang berkualitas. Perbaikan kualitas pendidikan di Indonesia selalu diupayakan oleh pemerintah. Salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah adalah dengan mengembangkan kurikulum pendidikan Indonesia menjadi lebih baik. Saat ini, pemerintah Indonesia melalui Kemendikbud Ristek sudah mengeluarkan kurikulum baru yang diterapkan di beberapa sekolah yaitu kurikulum merdeka.¹ Kurikulum merdeka merupakan kurikulum yang dapat memberi ruang bebas pada pendidik untuk bisa mengajarkan konsep dari suatu materi secara lebih mendalam kepada peserta didik sehingga proses belajar peserta didik akan menjadi lebih baik dan bermakna. Dengan adanya perubahan kurikulum tersebut diharapkan hasil belajar peserta didik Indonesia akan menjadi lebih baik.

Hasil belajar peserta didik memiliki peran yang begitu penting dalam proses pembelajaran di sekolah. Hasil belajar merupakan *output* dari proses pembelajaran yang dapat diamati secara langsung.² Seringkali, hasil belajar menjadi pedoman pendidik dalam menentukan sejauh mana perubahan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran. Menurut Bloom dalam buku Psikologi Belajar, hasil belajar dapat dikelompokkan ke dalam tiga aspek, yaitu aspek kognitif, aspek afektif, dan aspek psikomotor.³ Oleh karena itu, indikator keberhasilan peserta didik dalam belajar dapat dilihat dari ranah kognitif (pengetahuan), afektif (sikap), dan psikomotorik (keterampilan) peserta didik dalam menguasai materi pembelajaran setelah proses pembelajaran berlangsung. Tentunya terdapat berbagai macam faktor yang bisa mempengaruhi tinggi

¹ Kemendikbud, "Kurikulum Merdeka Jadi Jawaban Untuk Atasi Krisis Pembelajaran," *Kemdikbud.go.id.*, 2022, diakses dari <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2022/02/kurikulum-merdeka-jadi-jawaban-untuk-atasi-krisis-pembelajaran>, pada tanggal 19 Oktober 2022.

² Hidayatullah, *Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam* (Ciputat: Tangerang: Thariqi Press Jakarta, 2012), 5.

³ Catharina Tri Anni, *Psikologi Belajar* (Semarang: Unnes Press, 2006), 6.

rendahnya hasil belajar peserta didik. Menurut Slameto, ada dua macam faktor yang dapat memengaruhi tinggi rendahnya hasil belajar peserta didik yakni faktor yang berasal dari dalam diri peserta didik dan faktor yang berasal dari luar diri peserta didik.⁴ Faktor yang berasal dari dalam diri peserta didik biasanya dipengaruhi oleh kondisi tubuh dan psikologi seperti intelegensi, perhatian, motivasi, minat, bakat, konsentrasi, motif, kepercayaan diri, kematangan, dan kesiapan. Sedangkan faktor yang berasal dari luar diri peserta didik biasanya dipengaruhi oleh lingkungan keluarga, perhatian orang tua, sarana prasarana, sosial-budaya, sekolah, dan masyarakat. Begitu juga menurut Kompri, salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar peserta didik adalah metode mengajar yang diterapkan pendidik saat pembelajaran di kelas.⁵ Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi hasil belajar peserta didik mulai faktor dari dalam diri sampai dengan lingkungan sekitar peserta didik tersebut. Dari kedua pendapat tersebut, salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan belajar peserta didik adalah lingkungan sekolah dan proses pembelajaran peserta didik selama di kelas. Faktor tersebut juga berlaku dalam proses pembelajaran mata pelajaran matematika.

Selama proses pembelajaran matematika, para pendidik terus berupaya semaksimal mungkin untuk mengajar mata pelajaran matematika kepada para peserta didiknya dan mereka diharapkan akan memperoleh hasil belajar yang tinggi juga. Akan tetapi, kenyataannya tidak sesuai dengan yang diharapkan. Kenyataan tersebut dapat ditunjukkan melalui hasil penelitian dari *Trends in International Mathematics Science Study* (TIMSS) pada 2015 yang juga diikuti oleh negara Indonesia. Hasil penelitian dari TIMSS dapat digunakan untuk membandingkan prestasi dan hasil belajar matematika peserta didik Indonesia dengan negara-negara lain. Berdasarkan hasil penelitian dari TIMSS pada 2015, Indonesia masih berada di peringkat 44 dari 49 negara dengan pencapaian skor 397 dan masih di bawah skor rata-rata internasional yaitu 500.⁶

⁴ Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya* (Jakarta: Rineka Cipta, 2003), 5.

⁵ Kompri, *Belajar ; Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya* (Yogyakarta: Media Akademi, 2017), 43.

⁶ Syamsul dan Novaliyosi, "TIMSS Indonesia (Trends in International Mathematics and Science Study)," in *Jurnal Ilmiah* (Tasikmalaya : Universitas Siliwangi, 2019), 563.

Selain itu, berdasarkan hasil studi *Programme for International Student Assessment* (PISA) pada tahun 2018, peringkat Indonesia mengalami penurunan dibanding peringkat Indonesia di PISA 2015. Studi tersebut membandingkan kemampuan anak dalam matematika, membaca, dan sains. Hasil PISA Indonesia pada tahun 2018 adalah skor rata-rata matematika dari negara Indonesia mencapai 379 dengan skor rata-rata OECD yaitu 487.⁷ Dari hasil penelitian TIMSS dan PISA, skor rata-rata matematika peserta didik Indonesia setiap tahunnya masih dalam kategori rendah.

Pernyataan rendahnya hasil belajar matematika peserta didik juga didukung dengan pernyataan beberapa penelitian sebelumnya. Permasalahan yang ditemukan dalam penelitian Utari, dkk adalah nilai rata-rata ujian nasional mata pelajaran matematika di SMK Negeri 1 Tonjong setiap tahunnya paling rendah dibanding mata pelajaran yang lain.⁸ Hal tersebut sejalan dengan temuan yang diperoleh oleh Azura, dkk yaitu banyak peserta didik yang masih merasa kesulitan dalam memahami materi pembelajaran walaupun sudah dijelaskan berulang kali, sehingga peserta didik tersebut memperoleh nilai rendah dalam mata pelajaran matematika kelas di kelas IV SD Negeri 147 Pekanbaru.⁹

Rendahnya hasil belajar peserta didik juga sejalan dengan temuan peneliti saat melakukan penelitian awal di MAN 1 Mojokerto. Rata-rata hasil belajar peserta didik dari salah satu kelas X di sekolah tersebut adalah 72,8. Kemudian, persentase nilai matematika peserta didik dari kelas tersebut yang sudah mencapai nilai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) adalah 45,8%. Sedangkan persentase peserta didik dari kelas tersebut yang nilai matematikanya di bawah KKM atau belum tuntas adalah 54,2%.¹⁰ Setelah peneliti melakukan wawancara dengan salah satu pendidik matematika di sekolah tersebut, terdapat beberapa hal yang bisa dianggap menjadi

⁷M Tohir, "Hasil PISA Indonesia Tahun 2018 Turun Dibanding Tahun 2015. Paper of Matematika, 2 (1), 1–2," December 2019 (2019): 10–12.

⁸Utari Oktaviani dkk, "Identifikasi Faktor Penyebab Rendahnya Hasil Belajar Matematika Peserta didik di SMK Negeri 1 Tonjong", *MATH LOCUS: Jurnal Riset dan Inovasi Pendidikan Matematika*, 1:1, (2020), 1–2.

⁹ Azura Arviana, Syahrilfuddin, and Zariul Antosa, "Analisis Penyebab Rendahnya Hasil Belajar Peserta didik Pada Mata Pelajaran Matematika Kelas IVB SD Negeri 147 Pekanbaru," in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Guru Sekolah Dasar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau Pekanbaru*, 2020, 29.

¹⁰Anis Fuji, *Daftar Nilai Peserta didik Kelas X*, (Mojokerto : MAN 1 Mojokerto, 2023)

alasan rendahnya hasil belajar. Peneliti menemukan bahwa peserta didik mengalami *learning loss* yang diakibatkan oleh pandemi Covid-19 selama di jenjang sekolah sebelumnya. Pada waktu itu, peserta didik cenderung mendapatkan pembelajaran dengan metode pembelajaran konvensional atau ceramah. Begitupun saat di MAN 1 Mojokerto, terdapat pembelajaran matematika yang masih menggunakan metode ceramah dan diskusi. Pemanfaatan media pembelajaran matematika interaktif yang dapat menarik perhatian peserta didik juga masih perlu ditingkatkan. Selain dari sisi pendidik, terdapat faktor yang berasal dari sisi peserta didik. Beberapa peserta didik masih merasa sulit berkonsentrasi dan kurang minat dalam mengikuti pembelajaran matematika. Kurangnya pemahaman konsep dasar matematika yang dipelajari peserta didik dari jenjang sebelumnya juga dapat mempengaruhi hasil belajar peserta didik. Beberapa hal yang bisa menjadi penyebab rendahnya hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran matematika adalah kurangnya minat serta pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran matematika, kurangnya pendidik dalam pemanfaatan modul ajar yang efektif yang disertai dengan model pembelajaran dan media yang inovatif.

Penggunaan modul ajar yang baik dapat mempengaruhi proses pembelajaran di kelas, khususnya selama penerapan kurikulum merdeka. Dalam kurikulum merdeka, perencanaan pembelajaran yang digunakan sebagai acuan selama mengajar di kelas disebut dengan modul ajar mata pelajaran. Modul ajar merupakan dokumen yang berisi tujuan, langkah-langkah, media pembelajaran, serta asesmen yang diperlukan dalam satu unit/topik berdasarkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang sudah ditentukan.¹¹ Tujuan dari penggunaan modul ajar adalah untuk mendukung pencapaian kompetensi dalam capaian pembelajaran dan profil pelajar pancasila di setiap tahap perkembangan pada suatu mata pelajaran. Untuk dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik, empat kriteria dalam modul ajar harus terpenuhi dan dipikirkan selama pembuatan modul ajar.

¹¹ Pusat Asesmen dan Pembelajaran Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi, *Panduan Pembelajaran dan Asesmen (Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah)* (Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2021), 23.

Pembuatan modul ajar merupakan kompetensi pedagogik yang harus ditingkatkan pendidik. Hal tersebut dilakukan agar teknik mengajar pendidik di dalam kelas lebih efektif, efisien, dan pembahasan tidak keluar dari tujuan pembelajaran. Sesuai dengan aturan, pendidik seharusnya perlu menyusun modul ajar dengan maksimal. Akan tetapi kenyataannya, banyak pendidik yang masih belum benar-benar paham mengenai teknik penyusunan dan pengembangan modul ajar, dalam hal ini adalah modul ajar kurikulum merdeka.¹² Proses pembelajaran yang tidak direncanakan dalam modul ajar dengan baik, maka penyampaian konten kepada peserta didik menjadi tidak sistematis, sehingga hubungan antara pendidik dan peserta didik selama pembelajaran menjadi terjadi tidak seimbang.¹³ Hal tersebut bisa mengakibatkan pendidik saja yang aktif atau hanya peserta didik saja yang aktif, sehingga pembelajaran yang dilaksanakan terkesan kurang menarik. Dari pernyataan tersebut, para pendidik Indonesia masih perlu beradaptasi dengan perubahan kurikulum yang ada dan para pendidik masih merasa kesulitan dalam membuat modul ajar, terutama dalam menggunakan pembelajaran menarik dan inovatif yang sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika.

Terdapat banyak pembelajaran menarik dan inovatif yang dapat diterapkan dalam pembelajaran di kelas sehingga hasil belajar peserta didik menjadi lebih baik.¹⁴ Oleh karena itu, pendidik diharapkan dapat menerapkan pembelajaran yang efektif dan menarik bagi peserta didik. Salah satu model dan pendekatan pembelajaran yang apabila diterapkan akan membuat peserta didik tertarik, aktif, inovatif, berpikir logis, merasa senang belajar, serta suasana belajarnya bermakna sehingga mampu membantu meningkatkan hasil belajar peserta didik adalah model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM).

Model PjBL adalah suatu model pembelajaran berbasis proyek yang mengaitkan antara suatu permasalahan dengan

¹²Utami Maulida, "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka," *Tarbawi*, 5: 2, (2022): 130–132.

¹³*Ibid.*

¹⁴M. Alisuf Sabri, *Psikologi Pendidikan*, (Jakarta: Pedoman Ilmu Jaya, 2010), 59-60.

kehidupan sehari-hari.¹⁵ Salah satu pendekatan yang sesuai dengan model PjBL adalah pendekatan STEM. Pendekatan STEM yaitu pendekatan yang menggabungkan empat disiplin ilmu sehingga mampu menghasilkan aktivitas berpikir peserta didik yang bermanfaat untuk membantu membentuk kemampuan memecahkan masalah, melakukan penyelidikan, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, dan mengevaluasi.¹⁶ Melalui pendekatan STEM, peserta didik diharapkan mengalami pembelajaran yang menyenangkan, aktif, bermakna, meningkatkan minat belajar, dan mampu memecahkan permasalahan sehingga hasil belajar matematika peserta didik menjadi lebih baik.

Model PjBL dengan pendekatan STEM (PjBL-STEM) merupakan pembelajaran yang sangat berpotensi dalam memberikan pembelajaran bermakna yang mampu melatih peserta didik untuk melakukan pemecahan masalah melalui sebuah proyek yang menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu *science, teknologi, engineering, dan mathematic*.¹⁷ Model PjBL-STEM memiliki lima langkah pembelajaran yaitu *reflection, research, discovery, application, dan communication*.¹⁸ Langkah pertama, *reflection* yaitu peserta didik merefleksikan materi yang pernah diperoleh sebelumnya dengan yang akan dipelajari. Kedua, *research* yaitu peserta didik mengumpulkan sumber informasi yang relevan untuk menunjang penelitian yang akan dibuat. Ketiga, *discovery* yaitu peserta didik mencari penemuan-penemuan yang dilanjutkan dalam penyusunan rencana proyek. Keempat, *application* yaitu peserta didik melakukan pengujian produk/solusi yang dihasilkan dalam memecahkan masalah. Tahap terakhir, *communication* yaitu peserta didik mengkomunikasikan produk atau solusi yang dihasilkan dengan melakukan presentasi. Dari lima langkah tersebut, peneliti dapat memberikan pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna dengan memberikan kesempatan pada peserta didik untuk

¹⁵Teguh Wijayanto, dkk, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning dengan Pendekatan STEM Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Sma," *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9: 3, (2020), 113.

¹⁶*Ibid.*

¹⁷Teguh Wijayanto, dkk, Loc. Cit.

¹⁸Diana Laboy-Rush, "Integrated STEM Education through Project Based Learning," *Learning.Com*, 2011, diakses dari [http://rondoutmar.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_719363/File/12-13/STEM/STEM-White-Paper 101207 final\[1\].pdf](http://rondoutmar.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_719363/File/12-13/STEM/STEM-White-Paper 101207 final[1].pdf), pada tanggal 2 Oktober 2022.

menyelesaikan permasalahan dalam bentuk proyek menggunakan konsep materi yang dipelajari. Selain itu, pembelajaran tersebut dapat menumbuhkan keaktifan, minat, dan semangat belajar peserta didik karena peserta didik dilatih mencari sendiri konsep yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Dengan menumbuhkannya faktor-faktor tersebut, hasil belajar peserta didik akan dapat meningkat setelah diterapkan model pembelajaran PjBL-STEM.

Pernyataan model PjBL-STEM dianggap dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dikuatkan oleh beberapa hasil penelitian sebelumnya. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Wijayanto, dkk (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan model PjBL-STEM dapat meningkatkan hasil belajar pada pokok bahasan vektor di kelas X IPA 1 SMA Muhammadiyah 3 Jember.¹⁹ Selain itu, penelitian Heriani (2021) juga menyatakan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran dimensi tiga berbasis STEM dalam pembelajaran PjBL di kelas XII SMA dapat meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik dengan rata-rata skor peningkatan hasil belajar matematika lebih besar dari 0,30 (kategori tinggi).²⁰ Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa model PjBL-STEM mempunyai potensi besar dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Perbedaan dengan penelitian ini terdapat pada modul ajar pembelajaran matematika model PjBL-STEM yang dikembangkan dan media pembelajaran yang digunakan.

Penggunaan media pembelajaran yang menarik bagi peserta didik dapat mendorong peserta didik untuk aktif mengikuti pembelajaran dan lebih memahami materi pelajaran sehingga hasil belajar peserta didik akan meningkat. Selain itu, Media pembelajaran yang menggunakan teknologi dapat membuat pembelajaran menjadi lebih aktif dan menyenangkan sehingga dapat menarik perhatian peserta didik. Salah satu media pembelajaran matematika berbasis komputer yang bisa digunakan adalah media *PhET Simulations*. Media *PhET Simulations* adalah media simulasi interaktif yang menyenangkan dan berbasis penyelidikan yang dapat

¹⁹Teguh Wijayanto, dkk, Loc. Cit.

²⁰Andi Heriani, Tesis, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dimensi Tiga Berbasis STEM dalam Pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) di Kelas XII SMA," (Makassar : Universitas Negeri Makassar, 2021).

membuat peserta didik aktif dan meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, sehingga mampu membuat peserta didik mendapatkan hasil belajar yang tinggi.²¹ Jadi, media *PhET Simulations* merupakan media yang mensimulasikan konsep abstrak menjadi lebih nyata dan dapat membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif. Selama pembelajaran, peserta didik akan lebih nyata dalam mempelajari fenomena-fenomena matematika dan diharapkan peserta didik menjadi lebih tertarik dan aktif belajar.

Penggunaan media *PhET Simulations* dapat meningkatkan hasil belajar sejalan dengan beberapa hasil penelitian. Hasil Penelitian dari Evendi (2022) menyatakan bahwa hasil belajar mahasiswa dalam pembelajaran matematika berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET dapat membuat mereka lebih aktif dan termotivasi dalam belajar.²² Begitu juga, hasil penelitian dari Stanescu (2022) menjelaskan bahwa penggunaan media *PhET Simulations* dalam pembelajaran PBL dengan pendekatan STEM dapat membuat peserta didik lebih termotivasi untuk belajar, lebih memahami materi yang diajarkan, dan aktif selama pembelajaran.²³ Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, penggunaan bantuan media *PhET Simulations* dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar. Perbedaan dengan penelitian ini adalah model pembelajaran yang digunakan dan modul ajar yang kembangkan.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penerapan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* dapat secara bersama-sama menumbuhkan keaktifan, ketertarikan, dan motivasi peserta didik serta pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Kemudian, modul ajar perlu dikembangkan sesuai dengan perkembangan kurikulum di Indonesia saat ini yaitu kurikulum merdeka. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan sebuah penelitian yang berjudul, **“Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-**

²¹Dyah Permata Sari, dkk, “Uji Coba Pembelajaran IPA dengan LKS Sebagai Penunjang Media Virtual PhET Pada Materi Hukum Archimedes,” *Jurnal Pendidikan Sains e-Pensa*, 1 : 2, (2013), 15–20.

²²Erpin Evendi, “Evaluasi Keterlibatan dan Hasil Belajar Matematika Mahapeserta didik dalam Pengajaran Berbasis E-Learning Berbantuan Simulasi PhET di Masa Transisi Pasca Pandemi Covid-19,” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7: 1, (2022), 242–248.

²³Mariana Mirela Stanescu, “Exploring Interactive Simulations as a Powerful Tool in STEM-PBL Approach in Physics,” *European Scientific Journal ESJ*, 16: 21, (2020), 1–8.

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Berbantuan Media *PhET Simulations* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik.”

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik ?
2. Bagaimana kevalidan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik?
3. Bagaimana kepraktisan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik ?
4. Bagaimana keefektifan penerapan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik ?

C. Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.
2. Untuk mendeskripsikan kevalidan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.
3. Untuk mendeskripsikan kepraktisan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.
4. Untuk mendeskripsikan keefektifan penerapan modul ajar pembelajaran matematika dengan PjBL-STEM berbantuan media

PhET Simulations dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Bagi pendidik, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi modul ajar untuk pembelajaran matematika di kelas sehingga dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.
2. Bagi peserta didik, penelitian ini dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan semangat dan hasil belajar.
3. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menambah pengalaman dalam menerapkan suatu modul ajar pembelajaran matematika.
4. Bagi peneliti lain, hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan referensi untuk melakukan penelitian lain yang sejenis serta sebagai bahan pembandingan atau untuk dikembangkan lebih lanjut.

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul ajar pembelajaran matematika yang mengacu pada kurikulum merdeka. Modul ajar pada kurikulum merdeka dikenal dengan RPP Plus. Komponen-komponen modul ajar yang dikembangkan terdiri dari informasi umum, kompetensi inti, dan lampiran. Dalam lampiran modul ajar yang dikembangkan, terdapat LKPD yang akan digunakan untuk memandu peserta didik selama model pembelajaran diterapkan. Model pembelajaran matematika yang digunakan adalah model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* pada materi fungsi kuadrat kelas X jenjang SMA/MA. Model PjBL-STEM terdiri dari tahap *reflection, research, discovery, application, communication*. Pada tahap *research*, media *PhET Simulations* digunakan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi fungsi kuadrat yang dipandu oleh LKPD. Pada tahap *application*, media *PhET Simulations* digunakan untuk membantu peserta didik dalam menguji solusi yang didapat setelah menyelesaikan produk dengan dipandu LKPD.

F. Asumsi dan Batasan Penelitian

1. Asumsi Penelitian

Asumsi Penelitian merupakan anggapan terhadap hal-hal yang diyakini kebenarannya oleh peneliti. Asumsi dalam penelitian ini adalah :

- a. Pembelajaran matematika dengan menggunakan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* pada materi fungsi kuadrat dapat membantu mengembangkan faktor-faktor hasil belajar seperti pemahaman materi, perhatian, motivasi, dan minat, sehingga secara tidak langsung mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik.
- b. Nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh peserta didik dianggap benar-benar menunjukkan kemampuan peserta didik sebelum dan setelah penerapan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*.
- c. Rentang waktu antara pelaksanaan *pretest* dan *posttest* cukup lama, konteks materi dalam soal *pretest-posttest* memiliki kesinambungan dengan kegiatan pembelajaran, penggunaan media *PhET Simulations*, dan isi dari LKPD yang digunakan, sehingga peningkatan hasil belajar peserta didik dapat disebabkan oleh adanya penerapan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*.

2. Batasan Penelitian

Agar fokus penelitian lebih terarah dan tetap berada dalam ruang lingkup pembahasan, maka peneliti perlu mencantumkan batasan penelitian. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah :

- a. Produk yang dikembangkan adalah modul ajar pembelajaran matematika yang komponennya sesuai dengan ketentuan dalam kurikulum merdeka.
- b. Materi ajar yang digunakan adalah fungsi kuadrat kelas X jenjang SMA/MA.
- c. Media *PhET Simulations* yang digunakan untuk proses pembelajaran sudah ada di *website* <http://phet.colorado.edu>., sehingga peneliti hanya bertindak sebagai pengguna. Pemilihan fitur *PhET Simulations* disesuaikan dengan materi ajar yaitu fitur *graphing quadratics*.
- d. Hasil belajar dalam penelitian ini dibatasi hanya pada ranah kognitif peserta didik setelah pembelajaran diterapkan karena

peneliti ingin mengetahui kemampuan berpikir peserta didik dalam memahami materi dan menyelesaikan masalah matematika dalam bentuk skor penilaian.

G. Definisi Operasional Variabel

Peneliti merasa perlu memberikan definisi tentang istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini agar tidak terjadi penafsiran yang berbeda dalam memahaminya. Adapun definisi dari istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan modul ajar pembelajaran matematika adalah rangkaian kegiatan mengembangkan suatu produk yang dilakukan untuk menghasilkan modul ajar pembelajaran matematika guna mendukung proses pembelajaran matematika selama di kelas dengan berdasarkan model pengembangan ADDIE.
2. Modul ajar pembelajaran matematika adalah dokumen yang berisi tujuan, langkah-langkah pembelajaran matematika, dan LKPD untuk mengajarkan materi fungsi kuadrat yang mengacu pada kurikulum merdeka serta menggunakan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang terdiri dari lima tahap yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.
3. Model *project based learning* dengan pendekatan *science*, *technology*, *engineering*, *mathematic* (PjBL-STEM) adalah suatu model pembelajaran yang membentuk peserta didik menjadi beberapa kelompok untuk mengerjakan suatu proyek dengan menggabungkan keempat disiplin ilmu dari STEM yaitu *science*, *technology*, *engineering*, *mathematic* dalam proses pembelajarannya dan matematika menjadi materi utama. Terdapat lima tahapan yang harus dilewati selama pembelajaran dengan menggunakan model PjBL-STEM, yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.
4. Media *PhET Simulations* adalah media pembelajaran berbasis *website* yang dimanfaatkan selama pembelajaran untuk membantu peserta didik memahami konsep materi fungsi kuadrat serta menguji hasil proyek peserta didik agar pembelajaran menjadi menyenangkan, menarik, interaktif, dan bermakna.
5. Model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* adalah suatu pembelajaran yang membentuk peserta didik ke dalam

beberapa kelompok untuk menyelesaikan proyek melalui lima tahap pembelajaran yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, *communication* dengan menyertakan konten dasar STEM dalam prosesnya dan menggunakan bantuan media *PhET Simulations* untuk memahami materi pada tahap *research* serta untuk menguji solusi dari proyek peserta didik pada tahap *application* agar pembelajaran menjadi menyenangkan, menarik, interaktif, dan bermakna.

6. Hasil belajar adalah kualitas keberhasilan peserta didik dalam mempelajari materi pelajaran yang diwujudkan dalam bentuk hasil yang diperoleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Hasil belajar dalam penelitian ini hanya dilihat dari ranah kognitif dengan melihat ketuntasan hasil belajar peserta didik secara individual serta nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik.
7. Modul ajar pembelajaran matematika dikatakan valid apabila rata-rata total hasil penilaian yang diperoleh dari validator termasuk dalam kriteria “valid” atau “sangat valid”.
8. Modul ajar pembelajaran matematika dikatakan praktis apabila hasil penilaian validator menyatakan bahwa modul ajar tersebut memenuhi kriteria dapat digunakan tanpa revisi atau sedikit revisi.
9. Modul ajar pembelajaran matematika dikatakan efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, apabila ketuntasan hasil belajar peserta didik secara klasikal $\geq 75\%$ dan terdapat peningkatan hasil tes kognitif (*pretest* dan *posttest*) peserta didik. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh adanya peningkatan yang signifikan (“nilai signifikansi $\leq 0,05$ ” atau “ H_0 ditolak dan H_a diterima”) saat proses analisis hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM)

1. Pengertian Pendekatan STEM

STEM merupakan kepanjangan dari *science, technology, engineering, and mathematics* atau secara bahasa Indonesia artinya sains, teknologi, teknik, dan matematika. Kata STEM dipublikasikan oleh *National Science Foundation* (NSF) Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai bagian dari gerakan reformasi pendidikan dengan menggunakan empat disiplin ilmu dan salah satunya untuk meningkatkan daya saing masyarakat di tingkat global dalam bidang IPTEK.¹ Dengan adanya STEM, NSF berharap kemampuan masyarakat akan IPTEK di tingkat global dapat menjadi lebih baik.

Menurut Tsupros dkk, STEM adalah pendekatan interdisiplin yang ada dalam suatu pembelajaran dengan menyertakan disiplin ilmu *science, technology, engineering, and mathematics* dalam permasalahan nyata yang dapat menghubungkan antar lingkungan sekolah, kerja, dan global guna meningkatkan literasi STEM yang memungkinkan peserta didik dapat bersaing di tingkat global.² Menurut Winarni dkk, STEM merupakan suatu pembelajaran yang memadukan sains, teknologi, teknik, dan matematika guna meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik melalui proses memecahkan permasalahan dalam dunia nyata.³ Selanjutnya, menurut Kelley dan Knowless, pendekatan STEM terpadu yaitu pendekatan dalam suatu pembelajaran dengan menerapkan dua atau lebih bidang STEM yang melibatkan praktik untuk dapat

¹Nur Asri, Skripsi : "*Penerapan Model Pembelajaran PjBL (Project Based Learning) Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Ditinjau dari Gaya Kognitif Peserta didik*". (Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan, 2020), 20.

²Tom Torlakson, *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education* (California: State Superintendent of Public Instruction, 2014), 8.

³Juniaty Winarni, dkk, "*STEM: Apa, Mengapa, dan Bagaimana*" (in Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM, Malang, 2016), 977.

meningkatkan kualitas pembelajaran peserta didik.⁴ STEM dapat juga dikatakan sebagai pendekatan pembelajaran yang menerapkan praktik dari ilmu pengetahuan, keterampilan, dan komponen-komponen STEM guna menyelesaikan suatu permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan beberapa penjelasan tentang STEM sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM adalah pendekatan pada suatu pembelajaran yang memadukan dua atau lebih disiplin ilmu dari STEM yaitu *science*, *technology*, *engineering*, *mathematics* guna mengembangkan keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata dan mampu bersaing secara global.

2. Empat Konten Dasar STEM

STEM meliputi empat konsep dasar yaitu *science* (sains), *technology* (teknologi), *engineering* (teknik), dan *mathematics* (matematika). Setiap konten dasar STEM memiliki penjelasan masing-masing. Hal itu dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. *Science* (Sains) merupakan ilmu pengetahuan tentang alam, hukum alam (fisika, kimia, dan biologi), serta penerapan konsep, prinsip, fakta, ataupun konvensi yang berkaitan dengan ilmu tersebut.⁵ Pembelajaran sains menggunakan materi yang begitu erat dengan kehidupan peserta didik sehingga pembelajaran tersebut dapat lebih bermakna dan mudah dipahami. Selain itu, kemampuan peserta didik dilatih untuk menganalisis segala hal yang berhubungan dengan alam menggunakan cara ilmiah.
- b. *Technology* (Teknologi) adalah keseluruhan sistem dari orang, organisasi, pengetahuan, proses, serta berbagai perangkat yang secara bersama-sama dapat menciptakan suatu benda dan menjalankannya guna memenuhi dan mempermudah kebutuhan manusia.⁶ Teknologi merupakan hasil inovasi yang diciptakan atau dimodifikasi oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan ataupun keinginan manusia agar kehidupannya menjadi lebih baik, mudah, dan berkembang. Kemajuan teknologi memudahkan pekerjaan manusia, seperti

⁴Todd R. Kelley and John Geoff Knowles, "A Conceptual Framework for Integrated STEM Education," *International Journal of STEM Education*, 3: 1, (2016), 2.

⁵Tom Torlakson, Op. Cit., 7.

⁶Juniaty Winarni, dkk, Loc.cit., 978.

perjalanan dapat ditempuh dengan cepat, perhitungan dapat dilakukan dengan mudah, komunikasi dapat dilakukan dengan orang berada di tempat jauh, dan lain sebagainya.

- c. *Engineering* (Teknik) adalah ilmu tentang mendesain, menciptakan produk, serta proses memecahkan suatu permasalahan dengan menerapkan konsep dari sains, matematika, dan alat-alat teknologi.⁷ *Engineering* merupakan pengaplikasian dari konten dasar sains, teknologi, dan matematika untuk merancang, mendesain, atau mengkonstruksi berbagai hal yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Dalam proses perencanaannya, tentunya terdapat kendala yang mempengaruhinya. Namun, adanya kendala tidak menghalangi manusia untuk terus merancang banyak hal yang bermanfaat bagi mereka.
- d. *Mathematics* (Matematika) adalah ilmu tentang pola dan hubungan antara besaran, bilangan, serta ruang.⁸ Dalam matematika, klaim disandarkan melalui argumen yang logis dan kuat berdasarkan asumsi dasar.⁹ Oleh karena itu, ilmu dalam matematika tidak dapat dibalik-balik kecuali asumsi dasarnya diubah. Ilmu matematika dapat digunakan dalam berbagai bidang termasuk dalam sains, teknik, dan teknologi.

Secara khusus, menurut Bybee yang dikutip oleh Priatna dkk menjelaskan tentang definisi konten dasar STEM pada tabel berikut.¹⁰

Tabel 2. 1
Definisi Konten Dasar STEM

Konten STEM	Definisi
<i>Science</i>	Kemampuan menganalisis segala sesuatu yang berhubungan dengan alam dalam bidang kimia, fisika, biologi, geografi, dan sebagainya dengan cara ilmiah.
<i>Technology</i>	Hasil pemikiran individu dalam memanfaatkan berbagai sumber daya alam

⁷Tom Torlakson, Op. Cit, 7.

⁸Ibid.

⁹Ibid.

¹⁰Nanang Priatna, dkk, *Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek Dengan Pendekatan STEM*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2021), 13.

	guna memenuhi kebutuhan hidup yang lebih praktis.
<i>Engineering</i>	Keterampilan atau kemampuan untuk menerapkan segala bentuk pengetahuan, matematika, dan teknologi untuk menciptakan suatu benda dan sebuah proses untuk memecahkan suatu permasalahan.
<i>Mathematics</i>	Kemampuan menganalisis, menalar, serta mengkomunikasikan dari sudut pandang matematika dengan menggunakan pola-pola, simbol, angka, grafik, atau gambar untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

Penjelasan mengenai konten dasar STEM yang digunakan dalam penelitian ini dapat disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. 2
Komponen STEM dalam Penelitian ini

<p>Science (Sains)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengaitkan materi fisika yaitu materi gerak pada tahap <i>reflection</i>. • Mengaitkan materi biologi yaitu materi lingkungan (tentang sampah) pada tahap <i>application</i>. 	<p>Technology (Teknologi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memanfaatkan aplikasi <i>PhET Simulations</i> untuk memahami materi pada tahap <i>research</i> dan menguji hasil pada tahap <i>application</i>. • Memanfaatkan <i>handphone</i> atau laptop dan internet untuk mencari materi pada tahap <i>research</i>.
<p>Engineering (Teknik)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendesain dan membuat prototype pagar masjid • Penggunaan fitur-fitur <i>PhET Simulations</i> khususnya fitur <i>graphing quadratics</i> untuk memahami materi dan menguji hasil 	<p>Mathematics (Matematika)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempelajari materi karakteristik dari fungsi kuadrat dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan fungsi kuadrat seperti mencari luas maksimum dengan menggunakan konsep fungsi kuadrat.

3. Kelebihan STEM

Adapun kelebihan dari STEM selama pembelajaran di kelas adalah sebagai berikut :¹¹

- a. Pemahaman peserta didik tentang keterkaitan antara prinsip, konsep dan penguasaan terhadap disiplin tertentu dapat meningkat,
- b. Rasa keingintahuan, berpikir kreatif, dan berpikir kritis peserta didik dapat berkembang,
- c. Peserta didik dapat memahami dan merasakan proses penyelidikan ilmiah,
- d. Peserta didik dapat lebih mengembangkan rasa bekerja kelompok dalam memecahkan suatu permasalahan,
- e. Peserta didik dapat memperluas pengetahuan matematika dan sains,
- f. Peserta didik dapat menumbuhkan pengetahuan dan ingatan melalui pembelajaran yang mandiri,
- g. Peserta didik dapat menumbuhkan keterkaitan antara berpikir, bertindak, dan belajar,
- h. Minat belajar, kehadiran, dan keaktifan peserta didik selama pembelajaran dapat meningkat,
- i. Kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan yang dimiliki dapat berkembang.

4. Tiga Pendekatan STEM

Penerapan STEM diharapkan dapat membantu peserta didik untuk lebih mahir dalam bidang STEM. Namun, dalam pelaksanaannya sulit untuk menyatukan semua subjek STEM menjadi satu kesatuan di dalam satu pembelajaran yang dinamis.

¹² Menurut Robert dan Cantu, terdapat tiga macam pendekatan dalam pembelajaran STEM yang bisa diimplementasikan oleh pendidik yaitu pendekatan silo, pendekatan *embedded* (tertanam), dan pendekatan *integrated* (terintegrasi).¹³

a. Pendekatan Silo

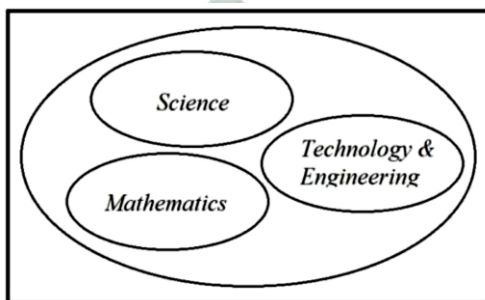
Pendekatan silo adalah pendekatan STEM yang mengacu pada pembelajaran dengan konten dasar STEM yang terpisah-pisah. Dalam pendekatan silo, pembelajarannya lebih mengutamakan pada hasil kemampuan pengetahuan

¹¹ Nur Asri, Loc. Cit., 23-24.

¹² Nanang Priatna, dkk, Op. Cit., 18.

¹³ Juniaty Winarni, dkk, Loc. Cit., 980-982 .

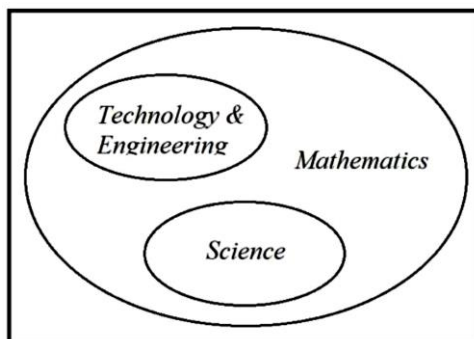
daripada dengan kemampuan keterampilan. Pembelajaran yang banyak dalam setiap konten dasarnya dapat memberikan peluang kepada peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih dalam. Karakteristik dari pendekatan silo yaitu pendidik lebih bertindak pada saat pembelajaran sedangkan peserta didik kurang diberi kesempatan dalam mengeksplorasi diri di kelas. Pendekatan silo memiliki tujuan untuk mengembangkan pengetahuan sehingga menghasilkan penilaian. Berikut contoh gambar pola pendekatan silo.



Gambar 2. 1
Pola Pendekatan Silo
 Setiap lingkaran mewakili masing – masing
 konten dasar STEM yang diajarkan secara terpisah

b. Pendekatan *Embedded* (Tertanam)

Pendekatan *embedded* (tertanam) adalah pendekatan STEM yang mengacu ke pembelajaran dengan salah satu konten dasar lebih ditekankan atau diutamakan agar bisa mempertahankan karakter dari konten dasar tersebut, sedangkan konten dasar STEM yang lain sebagai pendukung. Dalam pendekatan *embedded*, pengetahuan didapat melalui proses pembelajaran yang lebih mengutamakan pada kondisi kehidupan sehari-hari serta teknik memecahkan masalah. Berikut contoh gambar pola pendekatan *embedded* untuk pembelajaran matematika.

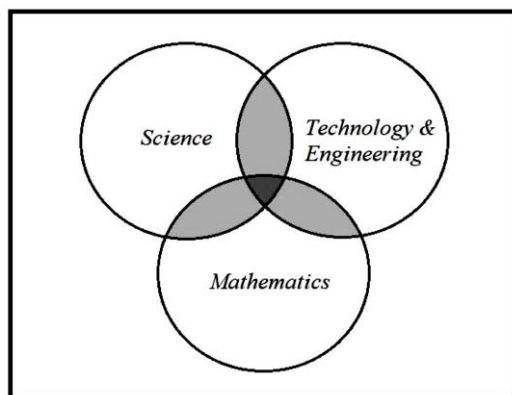


Gambar 2. 2
Pola Pendekatan *Embedded* (Tertanam)
Konten dasar teknologi, teknik, sains tertanam
dalam konten dasar matematika

Pendekatan tertanam akan mampu meningkatkan kegiatan pembelajaran ketika penyampaian konten dasar utama dihubungkan dengan konten dasar STEM yang tertanam. Konten dasar STEM yg tertanam tersebut dirancang untuk tidak dinilai. Selain itu, pendekatan ini memiliki kelemahan. Kelemahan dari pendekatan ini adalah peserta didik hanya akan mendapat sebagian manfaat dari keseluruhan pelajaran apabila peserta didik tidak bisa menghubungkan konten dasar tertanam dengan konten dasar utama. Selain itu, pendidik harus memastikan bahwa konten dasar tertanam telah dipelajari peserta didik sehingga tidak mengganggu proses pembelajaran konten dasar utama.

c. Pendekatan *Integrated* (Terintegrasi)

Pendekatan *integrated* (terintegrasi) adalah pendekatan STEM yang menghilangkan batas antar konten dasar STEM dan pembelajaran sebagai satu subjek. Pendekatan ini mengaitkan materi dari berbagai konten dasar STEM yang diajarkan di kelas yang berbeda dan pada waktu yang berbeda pula. Konten dasar STEM diintegrasikan dalam satu pembelajaran. Pendekatan ini akan cocok apabila diterapkan pada tingkat SD yang bersifat tematik. Pola pendekatan *integrated* dapat ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 2. 3
Pola Pendekatan *Integrated* (Terintegrasi).
Konten dasar STEM diajarkan seolah-olah
mereka menjadi satu subjek

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan *embedded* (tertanam). Pendekatan tertanam mengutamakan salah satu materi maka materi yang diutamakan adalah materi matematika sedangkan materi lainnya tidak diutamakan atau tidak dinilai. Selain itu, tujuan dari pendekatan tertanam yaitu untuk meningkatkan pelajaran melalui pemahaman dan penerapan. Oleh karena itu, untuk menghindari terjadinya kesalahan pada saat uji coba, kelemahan dari pendekatan ini harus diperhatikan saat mengembangkan produk. Peneliti akan memastikan materi yang tidak diutamakan (sains) sudah dipelajari sebelumnya oleh peserta didik dengan memilih materi sains yang pernah diajarkan di tingkat kelas sebelumnya seperti materi gerak dan lingkungan (pencemaran lingkungan).

B. Model PjBL-STEM

1. Pengertian Model PjBL-STEM

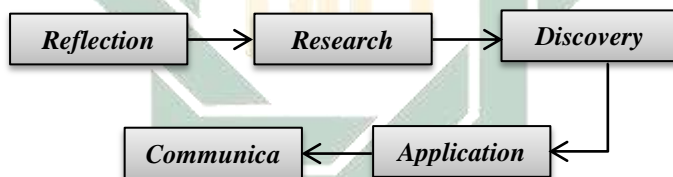
Model PjBL merupakan salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum merdeka, sedangkan STEM lebih pada sebuah pendekatan yang dapat berdampak besar pada kemampuan peserta didik. Pembelajaran dengan menggunakan model PjBL pendekatan STEM lebih menitikberatkan pada

proses mendesain atau merancang.¹⁴ Model PjBL-STEM merupakan pembelajaran berbasis proyek dengan menggabungkan dua atau lebih konten dasar STEM untuk memberikan suatu pengalaman, pengetahuan, keterampilan, dan pembentukan sikap agar dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan dengan menekankan pada proses mendesain.

Model PjBL-STEM memberikan pengalaman dan semangat peserta didik dalam melatih kemampuan berpikir kritis, berpikir analitis, berpikir kreatif, dan literasi sains. Model PjBL-STEM merupakan pembelajaran yang menarik untuk mempelajari matematika, sains, dan teknologi serta dapat menjadi pembelajaran alternatif bagi pendidik untuk menggunakan teknologi dan teknologi saat di kelas.

2. Langkah-langkah Model PjBL-STEM

Model PjBL-STEM terdiri dari lima langkah dan setiap langkah bertujuan untuk mencapai proses secara jelas. Menurut Laboy-Rush, langkah-langkah pembelajaran model PjBL-STEM adalah sebagai berikut:¹⁵



Gambar 2. 4
Langkah-langkah Model PjBL-STEM

a. *Reflection*

Tahap pertama yaitu refleksi. Tahap ini bertujuan untuk mengantarkan peserta didik ke dalam konteks permasalahan dan menginspirasi peserta didik supaya peserta didik bisa segera memulai penyelidikan dan mengaitkan apa yang telah diketahui peserta didik dengan apa yang harus dipelajari. Pada tahap ini, peserta didik dapat diberikan video

¹⁴ Farah Robi'atul Jauhariyah, dkk, "Science, Technology, Engineering And Mathematics Project Based Learning (STEM-PBL) Pada Pembelajaran Sains," *Jurnal Keguruan IPA Pascasarjana UM*, 7, (2017), 433.

¹⁵ Diana Laboy-Rush, "Integrated STEM Education through Project Based Learning,"..... 5.

dan bacaan dengan konten dasar “sains” sebelum melakukan kegiatan proyek.

b. *Research*

Tahap kedua yaitu bentuk penyelidikan peserta didik. Pendidik membantu peserta didik dalam mengumpulkan sumber informasi yang berkaitan melalui pemberian materi pembelajaran “matematika”, memilih bacaan, atau dengan metode lain. Proses belajar akan lebih banyak terjadi dalam tahap ini. Kemampuan peserta didik dalam mengkonkritkan pemahaman abstrak dari permasalahan akan dapat berkembang. Selama tahap *research*, pendidik akan sering membimbing diskusi peserta didik untuk mengamati kemampuan peserta didik dalam mengembangkan pemahaman konseptual yang relevan dengan proyek. Peserta didik dapat menggunakan “teknologi” berupa aplikasi, media, *website*, ataupun bacaan lainnya. Contoh penggunaan *website* adalah media *PhET Simulations*.

c. *Discovery*

Tahap ketiga yaitu penemuan. Tahap ini menghubungkan informasi yang sudah didapatkan peserta didik dengan tindakan yang perlu mereka kerjakan selama proses pelaksanaannya. Dalam prosesnya, peserta didik sudah menemukan model ataupun rencana yang sesuai. Terdapat beberapa model PjBL-STEM yang membagi peserta didik dalam satu kelas menjadi beberapa kelompok. Kemudian kelompok tersebut menyajikan produk/solusi yang mungkin untuk sebuah masalah dan menumbuhkan kerja sama dalam satu kelompok. Selain itu, ada yang menggunakan tahap ini guna membangun *habit of mind* peserta didik selama proses merancang. Pada tahap ini peserta didik mulai merancang metode yang sudah mereka temukan pada tahap sebelumnya. Oleh karena itu, konten dasar STEM yaitu “*engineering*” dilakukan saat peserta didik mulai merancang proyek serta proses sesudah peserta didik membuat rancangan.

d. *Application*

Tahap keempat yaitu tahap aplikasi. Tahap ini bertujuan untuk memeriksa produk atau solusi pemecahan masalah. Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan

dengan mengaplikasikan rencana yang sudah mereka didesain sebelumnya. Peserta didik menguji produk yang telah dibuat dengan ketentuan yang ditetapkan sebelumnya, dalam beberapa kasus hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya. Pada tahap ini, peserta didik mulai memecahkan sebuah masalah menggunakan metode yang sudah mereka buat. Dalam prosesnya, penggunaan konten “Matematika” dibutuhkan. Setelah mendapatkan data, mereka mengelolanya dengan proses “matematika” untuk menyelesaikan sebuah masalah. Selain itu, mereka dapat menguji kebenaran solusi pemecahan masalah mereka dengan menggunakan “teknologi”.

e. *Communication*

Tahap kelima yaitu tahap komunikasi. Pada tahap ini, setiap kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil kerja kelompoknya baik berupa produk atau solusi di depan teman-temannya mulai dari rancangan, proses, sampai hasilnya. Presentasi dilakukan guna menumbuhkan kemampuan komunikasi, kolaborasi, menerima, dan menerapkan masukan yang membangun. Selain itu, proses penilaian juga dilakukan dengan tujuan untuk membenahi hasil proyek agar menjadi lebih baik.

Pembelajaran dengan menggunakan model PjBL-STEM akan menuntut peserta didik untuk melakukan kegiatan diskusi kelompok dan menyelesaikan tugas proyek. Kegiatan tersebut sangat cocok untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika. Selama pembelajaran, peserta didik diupayakan tidak hanya menjadi pendengar saja, tetapi peserta didik juga harus turut aktif dalam setiap kegiatan agar dapat memperdalam pengetahuan serta pengalaman belajar diskusi dan menyelesaikan tugas proyek bersama kelompoknya. Model PjBL-STEM memiliki sintaks pembelajaran yang dapat disajikan dalam bentuk tabel berikut ini.

Tabel 2. 3
Sintaks Model PjBL-STEM

Tahapan Model PjBL-STEM	Deskripsi Kegiatan		Komponen STEM
	Pendidik	Peserta Didik	
Tahap 1 : Reflection	Pendidik mengantarkan peserta didik dalam konteks masalah dengan menayangkan video, bacaan, atau pertanyaan <i>ill-define problem</i> .	Peserta didik mengamati, mendengarkan penjelasan, dan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh pendidik.	Science (Terdapat dalam tayangan video, bacaan, ataupun pertanyaan <i>ill-define problem</i> dari pendidik)
Tahap 2 : Research	Pendidik meminta peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan materi pembelajaran dengan berbagai cara dan dari sumber manapun. Pendidik juga membimbing diskusi peserta didik.	Peserta didik mengumpulkan informasi yang berkaitan materi pembelajaran dengan berbagai cara dan dari sumber manapun. Peserta didik melakukan diskusi bersama kelompoknya.	Technology (Penggunaan alat atau media untuk mencari informasi dan memahami materi) Mathematics (Materi pembelajaran) Engineering (Penggunaan fitur-fitur dari media)
Tahap 3 : Discovery	Pendidik mengarahkan peserta didik untuk mulai merancang proyek yang akan dilakukan. Pendidik membimbing peserta didik selama kegiatan diskusi proyek.	Peserta didik mulai mendiskusikan dan membuat rancangan proyek yang akan dilakukan.	Engineering (Merancang proyek yang akan dilakukan serta mendesain produk yang akan dibuat)

<p>Tahap 4 : Application</p>	<p>Pendidik meminta setiap kelompok untuk menyelesaikan proyeknya sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat. Pendidik meminta peserta didik untuk melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan, serta menganalisis hasil produknya. Pendidik membimbing dan memberikan bantuan kepada kelompok yang membutuhkan bantuan.</p>	<p>Peserta didik bersama kelompoknya menyelesaikan proyek yang belum selesai. Peserta didik bersama kelompoknya melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan, serta menganalisis hasil produknya</p>	<p>Engineering (Membuat produk yang sudah dirancang dan penggunaan fitur-fitur dari media) Science (Penggunaan ilmu sains dalam proyek) Mathematics (Perhitungan dengan menggunakan konsep materi pembelajaran) Technology (Penggunaan media/alat untuk menguji kebenaran hasil)</p>
<p>Tahap 5 : Communication</p>	<p>Pendidik meminta setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil kerjanya di depan teman-teman. Pendidik memberikan tanggapan mengenai hasil proyek yang sudah dilakukan.</p>	<p>Peserta didik bersama kelompoknya mempresentasikan hasil kerja proyek. Peserta didik memberikan tanggapan kepada kelompok yang sedang presentasi.</p>	<p>-</p>

3. Kelebihan Model PjBL-STEM

Kelebihan dari model PjBL-STEM, yaitu:

- a. Model PjBL-STEM dapat meningkatkan minat belajar peserta didik, pembelajaran lebih bermakna, membantu peserta didik dalam memecahkan masalah dalam kehidupan dunia nyata dan menunjang karir masa depan.¹⁶
- b. Model PjBL-STEM memberikan tantangan kepada peserta didik karena melatih peserta didik berpikir kritis, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.¹⁷
- c. Model PjBL-STEM dapat membantu meningkatkan nilai matematika dan sains peserta didik. Beberapa penelitian telah menunjukkan adanya pengaruh penerapan model PjBL-STEM terhadap prestasi peserta didik.¹⁸
- d. Model PjBL-STEM dapat mendorong imajinasi dan keingintahuan siswa, sehingga motivasi belajar peserta didik turut meningkat.¹⁹

C. Media *PhET Simulations*

1. Pengertian *PhET Simulations*

PhET Simulations merupakan sebuah proyek yang dibuat oleh komunitas *PhET Project* dari *University of Colorado* dengan berbagai simulasi pembelajaran di dalamnya untuk kepentingan belajar baik secara individu ataupun bersama-sama saat di kelas.²⁰ Proyek *PhET Simulations* mulai dikerjakan pada tahun 2002 oleh peraih Nobel Carl Wieman.²¹ *PhET Simulations* dibuat dengan bahasa pemrograman *Java* dan *Flash* serta bisa dimainkan dengan menggunakan *web browser* secara gratis melalui situs <http://PhET.colorado.edu>. Komunitas *PhET Project* terus merancang, mengembangkan, dan menghasilkan kurang

¹⁶ Kou-HungTseng, et al, "Attitudes Toward Science, Technology, Engineering And Mathematics (STEM) In A Project-Based Learning (PjBL) Environment," *International Journal of Technology and Design Education*, Vol. 3 2013, 87

¹⁷ Capraro, Op.Cit, 2

¹⁸ Laboy-Rush, Op.Cit, 8

¹⁹ *Ibid.*

²⁰ Khofifatul Rasyidah, dkk, "Pengaruh Guided Inquiry Berbantuan PhET Simulations Terhadap Hasil Belajar Peserta didik SMA Pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi," *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7: 2, (2018), 130.

²¹ Carl Wieman, "About PhET," *phet.colorado.edu.*, diakses dari <http://phet.colorado.edu.>, pada tanggal 28 November 2022.

lebih 125 simulasi interaktif untuk digunakan dalam pembelajaran matematika, geografi, fisika, kimia, dan biologi. Berbagai simulasi tersebut dapat dijalankan bebas dengan memakai internet dan diubah ke lebih dari 44 bahasa yang berbeda, salah satunya adalah bahasa Indonesia. Selain itu, *website PhET Simulations* sudah diakses oleh lebih dari 25 juta pengguna pada tahun 2011.²² Jadi sampai sekarang, *website PhET Simulations* dengan bidang ilmu matematika, geografi, fisika, kimia, dan biologi di dalamnya sudah digunakan oleh banyak orang dari berbagai negara.

Pembuatan *PhET Simulations* memiliki tujuan sejak awal yaitu untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran di seluruh dunia terutama dalam ilmu sains dan matematika melalui simulasi yang interaktif. *PhET Simulations* dibuat dengan begitu menarik, interaktif, dan terbuka dengan berbagai macam lingkungan belajar.²³ Apabila dijalankan, *website tersebut* bisa dimanfaatkan untuk memperjelas berbagai macam fenomena atau konsep dari materi pembelajaran yang hendak dipelajari. Selain itu, *website* tersebut juga memiliki petunjuk bagi pendidik mengenai penggunaannya selama di kelas dengan tetap menyesuaikan keadaan kelas masing-masing.²⁴ Jadi para perancang *PhET Simulations* dari *University of Colorado* memiliki keinginan agar sains, matematika, dan geografi dapat dipelajari dengan cara menarik dan lebih baik.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, *PhET Simulations* adalah sebuah *website* simulasi interaktif yang sengaja diciptakan oleh kelompok dari *University of Colorado* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Flash* dan *Java* guna mendukung kegiatan pembelajaran matematika, sains, dan geografi menjadi lebih baik dan menarik.

²² Don David Guttenplan, "Web Tutors Become Stars Far From Classroom," *nytimes.com*., diakses dari <https://www.nytimes.com/2011/12/12/world/americas/12iht-educLede12.html>., pada tanggal 25 Desember 2022.

²³ Carl Wieman, Loc. Cit.

²⁴ Don David Guttenplan, Loc. Cit.

2. Penggunaan Media *PhET Simulations* dalam Pembelajaran

Penggunaan media yang tepat selama di kelas bisa membantu memaksimalkan proses pembelajaran.²⁵ Selain itu, penggunaan media selama pembelajaran akan membuat peserta didik lebih aktif dan tertarik dengan materi yang diajarkan.²⁶ Oleh sebab itu, pembelajaran yang menggunakan suatu media pembelajaran akan mampu memaksimalkan hasil belajar dan target dari tujuan pembelajaran tersebut.

Media pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *website PhET Simulations*. Tujuan awal pembuatan *PhET Simulations* adalah untuk meningkatkan keaktifan peserta didik, ketertarikan peserta didik, dan meningkatkan pembelajaran. Oleh karena itu, semua pengoperasian fitur yang terdapat dalam *PhET Simulations* bersifat intuitif dan sederhana, seperti *sliders*, *radio buttons*, dan *click-and-drag manipulation*.²⁷ Kemudahan dalam penggunaan *PhET Simulations* dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami materi matematika yang bersifat abstrak dan sulit dibayangkan wujud serta pengaplikasiannya. Dengan adanya media tersebut, peserta didik tidak perlu lagi menebak-nebak visualisasi dari materi yang sedang mereka pelajari. Minat belajar peserta didik juga dapat meningkat dikarenakan mereka dapat merasakan pengalaman belajar yang berbeda dan menyenangkan dengan menggunakan media virtual seperti *PhET Simulations*. *PhET Simulations* dapat menjadi media yang mendukung proses pembelajaran peserta didik dengan seiring berkembangnya zaman dan semakin dekatnya peserta didik dengan teknologi.

Media *PhET Simulations* dalam penelitian ini dapat dijalankan dengan mulai mengakses *website* <http://phet.colorado.edu>. Kemudian, tampilan awal yang muncul di layar akan seperti gambar berikut.

²⁵ Isran Rasyid Karo-Karo dan Rohani-rohani, "Manfaat Media Dalam Pembelajaran," *Jurnal AXIOM*, 7:1, (2018), 91.

²⁶ Muhammad Erwin dan Endryansyah, "Pengaruh Penerapan Media Pembelajaran PhET (Physics Education Technology) Simulation terhadap Hasil Belajar Peserta didik Kelas X TITL pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik Di SMKN 7 Surabaya," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4:2, (2015), 407.

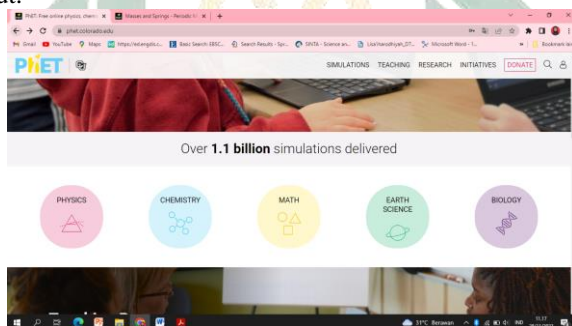
²⁷ Katherine Perkins, dkk., "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics," *The Physics Teacher*, 44, (2006), 3.



Gambar 2.5

Tampilan Awal PhET Simulations

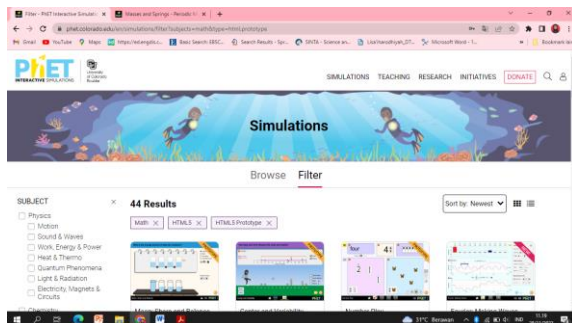
Pada tampilan tersebut, terdapat menu *explore our sims*, *simulations*, *teaching*, *research*, *initiatives*, *donate*, icon pencarian, dan icon *sign in*. Apabila tampilan tersebut ditarik ke bawah, ada beberapa menu mata pelajaran seperti gambar berikut.



Gambar 2.6

Tampilan Menu PhET Simulations

Dalam tampilan tersebut, terdapat pilihan menu mata pelajaran yang berbentuk lingkaran dengan icon dan warna yang berbeda-beda. Terdapat mata pelajaran *physics* yang berwarna merah, mata pelajaran *chemistry* yang berwarna biru, mata pelajaran *math* yang berwarna kuning, mata pelajaran *earth science* yang berwarna hijau, dan mata pelajaran *biology* yang berwarna ungu. Kemudian pada penelitian ini, pilihan mata pelajaran *math* akan diklik dan akan muncul berbagai pilihan materi yang berkaitan dengan matematika seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.7

Tampilan Menu *Math* dari *PhET Simulations*

Dalam menu *math*, terdapat beragam pilihan simulasi yang bisa digunakan dalam pembelajaran matematika. Selain itu, terdapat fitur-fitur lain-lain yaitu *subject* untuk memilih mata pelajaran beserta materinya, angka *44 Results* yang menunjukkan bahwa terdapat 44 pilihan simulasi dalam mata pelajaran *math*, dan *sort by* untuk mengurutkan pilihan simulasi sesuai dengan keinginan kita baik dari yang terbaru maupun sesuai abjad. Dalam tampilan berbagai simulasi *math*, terdapat fitur simulasi *math* yang cocok dan bisa digunakan dalam penelitian ini yaitu fitur *graphing quadratics* untuk materi fungsi kuadrat. Kemudian cari fitur tersebut dan klik simulasi tersebut, maka akan muncul tampilan seperti gambar berikut.

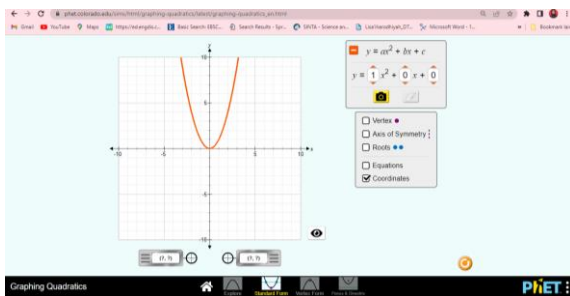


Gambar 2.8

Tampilan Fitur *Graphing Quadratics*

Dalam simulasi *graphing quadratics*, terdapat empat menu utama yaitu *explore*, *standard form*, *vertex form*, dan *focus* dan *directrix*. Kemudian, peserta didik akan diarahkan pada menu

standard form untuk mulai mencari tahu. Pada menu *standard form*, terdapat tampilan seperti gambar berikut.



Gambar 2.9
Tampilan Menu Standard Form

Dalam tampilan menu *standard form*, terdapat bidang koordinat kartesius, bentuk umum fungsi kuadrat yang lengkap, bentuk umum fungsi kuadrat yang koefisiennya bisa diubah-ubah, keterangan *vertex* dengan tanda lingkaran berwarna ungu, keterangan *axis of symmetry* dengan tanda garis putus-putus, keterangan *roots* dengan tanda dua lingkaran berwarna biru, keterangan *equations*, keterangan *coordinates*, tanda mata untuk menampilkan grafik, dua alat pencari tahu dengan titik koordinat yang masih bertanda tanya untuk mengidentifikasi titik koordinat pada grafik, dan tanda lingkaran dengan panah melingkar untuk mengembalikan grafik seperti keadaan semula.

3. Manfaat dan Kelebihan *Media PhET Simulations*

Berdasarkan hasil uji, media *PhET Simulations* memiliki manfaat sebagai berikut:²⁸

- Dapat menjadi strategi yang membutuhkan keaktifan dan berinteraksi dengan peserta didik,
- Dapat memberikan *feedback* yang bersifat dinamis,
- Dapat mengajarkan peserta didik untuk mempunyai pola pikir konstruktivisme,
- Dapat membuat proses pembelajaran menjadi menarik dikarenakan peserta didik bisa belajar sambil bermain dengan menggunakan simulasi tersebut,

²⁸ Evin Andriani, dkk, "Remedi Miskonsepsi Beberapa Konsep Listrik Dinamis pada Peserta didik SMA melalui Simulasi PhET disertai LKS," *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3: 4, (2015), 363.

- e. Dapat meningkatkan motivasi serta minat belajar peserta didik.

Menurut Madlazim, salah satu kelebihan dari *PhET Simulations* adalah dapat digunakan untuk melakukan percobaan yang sulit dilakukan menggunakan alat sesungguhnya secara langsung.²⁹ *PhET Simulations* juga didesain secara khusus untuk membantu pendidik dalam menjalankan simulasi dengan menggunakan komputer sesuai dengan bidang ilmu yang diajarkan. Selain itu, kelebihan dari media *PhET Simulations* adalah sebagai berikut :³⁰

- a. Batasan waktu yang ada dalam mengajari peserta didik selama di laboratorium dapat dikurangi,
- b. Rintangan geografis dapat dikurangi bagi peserta didik yang mempunyai lokasi jauh dari pusat pembelajaran,
- c. Ekonomis yaitu tidak memerlukan bangunan laboratorium serta berbagai alat dan bahan laboratorium pada umumnya,
- d. Kualitas eksperimen dapat ditingkatkan dengan mengulang percobaan untuk memperjelas keraguan dalam percobaan di laboratorium,
- e. Efektivitas pembelajaran dapat ditingkatkan dengan aktivitas peserta didik di dalam laboratorium virtual tersebut,
- f. Keamanan dan keselamatan peserta didik terhadap alat dan bahan laboratorium virtual dapat lebih terjaga.

D. Penelitian Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

1. Pengertian Penelitian Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Menurut Seals dan Richey, penelitian dan pengembangan merupakan tahapan dalam menelaah desain, pengembangan, serta evaluasi program, proses, dan hasil hasil secara runtut dengan

²⁹ M. Abdurrahman Sunni, dkk, “Pengaruh Pembelajaran Problem Solving Berbantuan *PhET* Terhadap Penguasaan Konsep Fisika dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik SMA,” (in *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2014*, 2014), 103–107.

³⁰ Lisa Mariya, Skripsi : “Pengaruh Media *PhET Simulation* Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Pembiasan Cahaya Kelas X di MAN Model Banda Aceh” (Aceh : UIN Ar-Raniry, 2016), 17.

kriteria validitas, praktis, dan efektif harus terpenuhi.³¹ Menurut Sugiyono, penelitian pengembangan adalah penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan suatu produk serta menguji keefektifannya.³² Menurut Borg dan Gall, penelitian pengembangan adalah suatu tahapan yang digunakan untuk mengembangkan produk baru, mengembangkan dan memvalidasi produk yang sudah ada, dan menemukan pengetahuan atau menjawab suatu permasalahan.³³ Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, penelitian pengembangan adalah sebuah tahapan dalam mengembangkan dan memvalidasi suatu produk dengan pengkajian yang sistematis untuk mendapatkan produk yang valid, praktis dan efektif. Dalam penelitian ini, produk yang akan dikembangkan adalah modul ajar pembelajaran matematika.

Modul ajar merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang harus ada dalam penerapan kurikulum merdeka dan dipakai sebagai acuan selama pembelajaran di kelas. Dalam buku saku, Kemendikbud menjelaskan bahwa modul ajar merupakan sebuah dokumen yang memuat tujuan, langkah, media pembelajaran, serta asesmen yang diperlukan dalam satu unit/topik dengan berdasarkan alur tujuan pembelajaran yang sudah dibuat.³⁴ Modul ajar berperan penting dalam menopang rancangan pembelajaran pendidik.³⁵ Tujuan dari pengembangan modul ajar adalah untuk memperbanyak perangkat pembelajaran yang bisa menuntun pendidik dalam melaksanakan pembelajaran di kelas tertutup ataupun terbuka.³⁶ Modul ajar dapat diartikan

³¹ Barbara B. Seels and Rita C. Richey, *Teknologi Pembelajaran: Definisi Dan Kawasannya*. Penerjemah Dedwi S. Prawiradilaga dkk. (Jakarta: kerjasama IPTIPI LPTK UNJ, 1994).

³² Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2013).

³³ Borg and Gall, *Educational Research, An Introduction* (New York and London: Longman Inc, 2007).

³⁴ Kemendikbud, "Buku Saku Tanya Jawab Kurikulum Merdeka," *Repositori.Kemdikbud*, 2021, diakses dari <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/24917>, pada 24 November 2022,.

³⁵ Fabiana Dini Prawingga Nesri and Yosep Dwi Kristanto, "Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi Untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Peserta didik," *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9: 3, (2020), 480–492.

³⁶ Utami Maulida, "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka." 130-132.

sebagai dokumen pembelajaran yang berisi komponen tujuan, langkah-langkah, media pembelajaran dan asesmen guna memandu pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran di kelas. Modul ajar juga digunakan dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian pengembangan modul ajar pembelajaran matematika adalah suatu proses yang dikerjakan dengan tujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan modul ajar pembelajaran matematika yang valid, praktis, dan efektif.

2. Modul Ajar Pembelajaran Matematika yang Dikembangkan

Produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul ajar pembelajaran matematika. Modul ajar memiliki sebutan lain yaitu RPP plus. Komponen utama dalam modul ajar adalah tujuan dan langkah-langkah pembelajaran, serta asesmen yang digunakan dalam satu topik pembelajaran. Dalam penerapannya, pendidik dapat memanfaatkan modul ajar yang telah disediakan oleh pemerintah ataupun mengembangkannya sendiri sesuai dengan kebutuhan peserta didik di sekolah.³⁷ Pendidik perlu mengetahui dua syarat minimal dalam mengembangkan modul ajar, diantaranya adalah kriteria yang telah ditetapkan terpenuhi dan kegiatan pembelajaran dalam modul ajar disesuaikan dengan prinsip dan asesmen pembelajaran.³⁸ Kriteria modul ajar yang sudah ditentukan terdiri dari empat prinsip, yaitu sebagai berikut :³⁹

- a. Esensial, artinya pemahaman konsep dari setiap mata pelajaran melalui pengalaman belajar dan lintas disiplin,
- b. Menarik, bermakna, dan menantang, artinya pendidik bisa meningkatkan minat belajar peserta didik dan melibatkan keaktifan peserta didik selama proses pembelajaran dengan mengaitkan kemampuan kognitif dan pengalaman yang dimilikinya sehingga pembelajaran tidak terlalu kompleks sekaligus mudah bagi seusianya,

³⁷ Kemendikbud, Op. Cit.

³⁸ Utami Maulida, Loc. Cit.

³⁹ Pusat Asesmen dan Pembelajaran Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi, "Panduan Pembelajaran dan Asesmen (Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah),"..... 23

- c. Relevan dan kontekstual, artinya mengaitkan pembelajaran dengan kemampuan kognitif, pengalaman yang sudah dimiliki sebelumnya, kondisi waktu, dan lingkungan sekitar peserta didik,
- d. Berkesinambungan, artinya proses pembelajaran harus saling berhubungan dengan fase belajar peserta didik.

Untuk mengembangkan modul ajar, terdapat komponen-komponen yang disertakan dalam modul ajar. Adapun komponen-komponen dari modul ajar sebagai berikut :⁴⁰

a. Informasi Umum

1) Identitas penulis modul

Bagian identitas penulis modul terdiri dari nama penyusun, nama sekolah, tahun disusunnya modul ajar, jenjang sekolah, fase/kelas, elemen/topik, alokasi waktu, jumlah pertemuan, dan kata kunci.

2) Kompetensi awal

Kompetensi awal merupakan pengetahuan ataupun keterampilan awal yang perlu dimiliki peserta didik sebelum menerima pengetahuan mengenai topik tertentu.

3) Profil Pelajar Pancasila

Profil pelajar pancasila merupakan cerminan dari dalam konten atau metode pembelajaran. Terdapat enam dimensi dalam profil pelajar pancasila yaitu beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia, mandiri, bergotong-royong, berkebinekaan global, bernalar kritis, serta berpikir kreatif. Dimensi profil pelajar Pancasila tidak harus dicantumkan semua namun menyesuaikan dengan kegiatan pembelajaran dalam modul ajar.

4) Sarana dan prasarana

Sarana dan prasarana berisi berbagai peralatan yang dibutuhkan selama pembelajaran. Sarana berupa alat dan bahan, sedangkan prasarana merujuk pada materi ajar dan bahan ajar. Sarana dan prasarana yang bisa digunakan pendidik selama pembelajaran adalah teknologi.

⁴⁰ Ibid.

5) Target peserta didik

Peserta didik yang dapat menjadi target kegiatan pembelajaran adalah sebagai berikut :

- a) Peserta didik reguler yaitu peserta didik tidak mengalami kesulitan dalam menerima dan memahami materi pembelajaran,
- b) Peserta didik kesulitan belajar yaitu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam belajar seperti kesulitan dalam berkonsentrasi, memahami materi, dan lain sebagainya,
- c) Peserta didik pencapaian tinggi yaitu peserta didik yang mampu menerima dan memahami materi pembelajaran dengan cepat sehingga dapat memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan keterampilan memimpin yang baik.

6) Model pembelajaran yang digunakan

Model pembelajaran merupakan kerangka dari pelaksanaan pembelajaran.

b. Kompetensi Inti

1) Tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajaran merupakan suatu hal penting yang ada dalam pembelajaran dan bisa diuji dengan berbagai macam asesmen untuk melihat pemahaman peserta didik.

2) Asesmen

Bentuk asesmen yang bisa digunakan adalah asesmen diagnostik, asesmen formatif, dan asesmen sumatif. Asesmen diagnostik diterapkan sebelum kegiatan pembelajaran dimulai yang mengkategorikan keadaan peserta didik dari kognitif dan segi psikologi. Asesmen formatif diterapkan selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Sedangkan asesmen sumatif diterapkan sesudah kegiatan pembelajaran dilaksanakan.

3) Pemahaman bermakna

Pemahaman bermakna bertujuan untuk menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menerapkan pengetahuan yang diperoleh peserta didik ke dalam kehidupan sehari-hari dapat membentuk pemahaman konsep yang baik.

4) Pertanyaan pemantik

Pertanyaan pemantik merupakan pertanyaan yang dirancang pendidik guna menumbuhkan kemampuan berbicara, keingintahuan, memulai diskusi, serta pengamatan peserta didik agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Pertanyaan dapat dibuat dengan menggunakan kata tanya apa, bagaimana, dan mengapa.

5) Kegiatan pembelajaran

Kegiatan pembelajaran merupakan tahapan pembelajaran selama di dalam ataupun di luar kelas. Langkah-langkah dalam kegiatan pembelajaran ditulis secara runtut dari pendahuluan, inti, dan penutup.

6) Refleksi peserta didik dan pendidik

Refleksi peserta didik dan pendidik merupakan suatu perenungan renungan bagi peserta didik dan pendidik mengenai kegiatan pembelajaran yang sudah dilaksanakan

c. Lampiran

1) LKPD

Lembar kerja peserta didik diperuntukkan pada peserta didik. LKPD sebagai bahan ajar menjadi strategi yang bisa dimanfaatkan pendidik untuk menunjang keaktifan peserta didik dan membantu mengurangi permasalahan peserta didik dalam memahami pelajaran.⁴¹ komponen-komponen yang termuat dalam LKPD adalah sebagai berikut:⁴²

- a) *Cover*, memuat judul, identitas peserta didik, tujuan pembelajaran, petunjuk, dan ilustrasi gambar yang berkaitan dengan isi materi,
- b) Pertanyaan yang harus diisi,
- c) Ruang untuk menuliskan jawaban.

⁴¹ Lia Hariski Rahmawati dan Siti Sri Wulandari, "Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta didik (LKPD) Berbasis Scientific Approach pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Semester Genap Kelas X OTKP di SMK Negeri 1 Jombang," *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 8:3, (2020), 505.

⁴² Ericha Rizqi Alifiah, Skripsi : "*Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe Market Place Activity Berbantuan Aplikasi Wordwall Untuk Meningkatkan Minat Belajar Matematika Peserta Didik*" (Surabaya : UIN Sunan Ampel Surabaya, 2022), 54.

2) Pengayaan dan remedial

Pengayaan dapat diberikan kepada peserta didik yang memiliki pencapaian tinggi dalam proses pembelajaran. Sedangkan remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang masih memerlukan bimbingan dalam memahami materi pembelajaran.

3) Bahan bacaan pendidik dan peserta didik

Bahan bacaan pendidik dan peserta didik merupakan buku yang menjadi bahan bacaan pendidik dan peserta didik untuk memahami materi lebih dalam saat pembelajaran ataupun di akhir pembelajaran.

4) Glosarium

Berisi kumpulan istilah-istilah yang dilengkapi dengan definisi dan artinya.

5) Daftar pustaka

Daftar pustaka berisi referensi yang digunakan selama kegiatan pembelajaran, misalkan buku, situs internet, dan lain sebagainya.

E. Kelayakan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Suatu perangkat pembelajaran dapat dianggap berkualitas apabila perangkat tersebut memenuhi tiga aspek yaitu kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.⁴³ Aspek tersebut juga berlaku terhadap modul ajar pembelajaran matematika, dikarenakan modul ajar merupakan bagian dari perangkat pembelajaran dalam kurikulum merdeka.

1. Kevalidan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Kevalidan modul ajar pembelajaran matematika dapat ditentukan dari hasil pengisian lembar validasi oleh para validator. Kevalidan produk dikatakan terpenuhi apabila modul ajar pembelajaran matematika yang dikembangkan termasuk dalam kategori “valid” atau “sangat valid” berdasarkan pendapat para validator. Pedoman penilaian untuk memvalidasi modul ajar yang dimodifikasi dari penelitian Ericha disajikan pada tabel berikut :⁴⁴

⁴³ Hobri, *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)* (Jember: Pena Salsabila, 2010), 31.

⁴⁴ Ericha Rizqi Alifiah, Loc. Cit.

Tabel 2. 4
Aspek Penilaian Kevalidan Modul Ajar

No	Aspek Penilaian	Indikator
1.	Komponen Modul Ajar	Nama sekolah tercantum dengan tepat
		Tahun pembuatan tercantum dengan tepat
		Jenjang sekolah tercantum dengan tepat
		Materi Pembelajaran Tercantum dengan tepat
		Fase/kelas tercantum dengan tepat
		Alokasi waktu tercantum dengan tepat
		Kompetensi awal tercantum dengan tepat
		Profil pelajar pancasila tercantum dengan tepat
		Sarana dan prasarana tercantum dengan tepat
		Target peserta didik tercantum dengan tepat
		Model pembelajaran tercantum dengan tepat
		Tujuan pembelajaran tercantum dengan tepat
		Judul LKPD tercantum dengan jelas
		Petunjuk penggunaan LKPD tercantum dengan jelas
Tujuan pembelajaran dalam LKPD tercantum dengan jelas		
Identitas peserta didik tercantum dengan jelas		
2.	Isi Modul Ajar	Kesesuaian pemahaman bermakna dengan materi pembelajaran
		Kesesuaian pertanyaan pemantik dengan materi pembelajaran
		Kesesuaian sintaks model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i> di langkah-langkah pembelajaran
		Penerapan sintaks model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i> di langkah-langkah pembelajaran sudah terlihat
		Kesesuaian materi dengan langkah model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i>
		Kesesuaian asesmen yang akan dilakukan dengan langkah-langkah pembelajaran
		Bentuk pengayaan dan remedial untuk peserta didik sudah terlihat
		Bentuk refleksi peserta didik dan pendidik sudah terlihat

		Kesesuaian isi LKPD sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran
		Masalah yang disajikan dalam LKPD bersifat kontekstual
		LKPD memuat tahapan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i>
		Peranan LKPD dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik
		LKPD mudah untuk dipahami dan diselesaikan oleh peserta didik
		Instrumen penilaian/asesmen sudah terlihat
3.	Tampilan	Tulisan dalam modul ajar tersusun dengan jelas dan rapi
		Gambar dan tulisan dalam LKPD tersusun dengan jelas dan rapi
		Tampilan LKPD menarik
4.	Waktu	Adanya pembagian waktu di setiap langkah pembelajaran secara jelas
5	Bahasa	Kaidah bahasa indonesia yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami

2. Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Kepraktisan suatu produk dapat diketahui dari hasil tanggapan dan penilaian para ahli yang menganggap bahwa penerapan produk tersebut mudah.⁴⁵ Oleh karena itu, modul ajar pembelajaran matematika dapat dikategorikan praktis apabila sudah mendapatkan penilaian dari para ahli (validator). Kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika dalam penelitian ini dilihat dari penilaian para ahli melalui pengisian lembar validasi modul ajar pembelajaran matematika. Hasil penilaian tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut :⁴⁶

- a. Dapat digunakan tanpa revisi,
- b. Dapat digunakan dengan sedikit revisi,
- c. Dapat digunakan dengan banyak revisi,
- d. Tidak dapat digunakan.

⁴⁵ Tjeerd Plomp, *Educational Design Research: An Introduction* (Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development, 2007).

⁴⁶ Ericha Rizqi Alifiah, Loc. Cit.

Modul ajar pembelajaran matematika dalam penelitian ini dapat dianggap praktis apabila para ahli menyebut modul ajar tersebut “dapat digunakan tanpa revisi” atau “dapat digunakan dengan sedikit revisi.”

3. Keefektifan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Keefektifan modul ajar pembelajaran matematika dapat ditandai dari keberhasilan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran atau target hasil belajar yang ditentukan pendidik. Keefektifan modul ajar pembelajaran matematika dalam penelitian ini dapat dilihat dari ketercapaian hasil belajar peserta didik sesuai dengan tujuan pembelajaran dan terjadi peningkatan nilai *pretest* dan *posttest*. Keefektifan modul ajar didefinisikan dari hasil belajar peserta didik yang meliputi ketuntasan hasil belajar peserta didik dan terdapat peningkatan hasil tes kognitif yaitu hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik yang signifikan (“nilai signifikansi $< 0,05$ ” atau “ H_0 ditolak dan H_a diterima”) saat proses analisis data.

F. Hasil Belajar Peserta didik

Menurut Hamalik, hasil belajar adalah perubahan perilaku seseorang yang bisa dilihat dan dinilai bentuk pengetahuan, sikap dan keterampilannya.⁴⁷ Menurut Sudjana, hasil belajar adalah berbagai kemampuan yang dipunya peserta didik sesudah mendapatkan pengalaman belajar. Hasil belajar yang diperoleh peserta didik selama di sekolah adalah tujuan dari proses pembelajaran.⁴⁸ Menurut Susanto, hasil belajar merupakan tingkat keberhasilan peserta didik dalam mempelajari materi pelajaran di sekolah yang dinyatakan dalam skor yang diperoleh dari hasil tes mengenai sejumlah materi pelajaran tertentu.⁴⁹ Dari beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar adalah tingkat kesuksesan peserta didik dalam mempelajari materi pelajaran yang diwujudkan dalam bentuk hasil yang diperoleh peserta didik baik berupa pengetahuan, sikap, dan keterampilan setelah pembelajaran dilakukan.

⁴⁷ Omear Hamalik, *Proses Belajar Mengajar* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), 30.

⁴⁸ Sudjana, *Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar* (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2013), 22.

⁴⁹ Ahmad Susanto, *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar* (Jakarta: Prenada media Grup, 2013), 5.

Hasil belajar meliputi kemampuan kognitif, afektif dan psikomotorik.⁵⁰ Taksonomi bloom mengalami revisi dan dipublikasikan pada tahun 2001. Revisi tersebut terletak pada ranah kognitif yang menggunakan kata kerja.⁵¹ Dari pernyataan tersebut, Taksonomi bloom sudah mengalami revisi, tetapi aspek yang direvisi hanya aspek kognitif saja. Hasil belajar kognitif merupakan perubahan perilaku dalam aspek pengetahuan. Dalam penelitian ini, hasil belajar peserta didik hanya dilihat dari aspek kognitif saja. Hasil belajar peserta didik dinyatakan dalam bentuk skor atau nilai dari tes tulis.

Menurut Hosnan, taksonomi bloom revisi ranah kognitif terdiri dari enam tingkatan yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta.⁵² Penjelasan dari masing-masing tingkatan hasil belajar ranah kognitif tersebut sebagai berikut :⁵³

1. Mengingat (C1)

Mengingat merupakan menerima pengetahuan dari ingatan jangka panjang, termasuk dalam mengenali dan menuliskan/menyebutkan.

2. Memahami (C2)

Memahami merupakan menyusun makna atau pengertian dari pengetahuan yang sudah dimiliki, menghubungkan informasi yang baru diperoleh dengan pengetahuan yang sudah dimiliki. Beberapa proses kognitif yang termasuk dalam tingkatan ini adalah mencontohkan, mengklasifikasi, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan.

3. Menerapkan (C3)

Menerapkan merupakan menggunakan menggunakan prosedur untuk memecahkan masalah yang berhubungan erat dengan pengetahuan prosedural. Proses kognitif yang termasuk dalam tingkatan ini adalah mengeksekusi dan mengimplementasikan.

⁵⁰ Anni, *Psikologi Belajar*.... 6.

⁵¹ Anderson dan Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (New York: Addison Wesley Longman, Inc, 2001).

⁵² Hosnan, *Pendekatan Saintifik Dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21* (Bogor: Ghalia Indonesia, 2014).

⁵³ Ramlan Effendi, "Konsep Revisi Taksonomi Bloom Dan Implementasinya Pada Pelajaran Matematika SMP," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2:1, (2017).

4. Menganalisis (C4)

Menganalisis merupakan menguraikan suatu permasalahan atau objek ke unsur-unsur penyusunnya dan mencari hubungan antar unsur-unsur penyusun tersebut dengan struktur besarnya. Proses kognitif yang termasuk dalam tingkatan ini adalah membedakan, mengorganisasian, dan menghubungkan.

2. Mengevaluasi (C5)

Mengevaluasi merupakan membuat suatu pertimbangan atau penilaian berdasarkan kriteria dan standar yang ada. Kriteria yang sering dipakai adalah kualitas, efektifitas, efisiensi dan konsistensi. Proses kognitif yang termasuk dalam tingkatan ini adalah memeriksa dan mengkritisi.

3. Mencipta (C6)

Mencipta merupakan menempatkan elemen bersama-sama untuk membentuk satu kesatuan yang utuh atau fungsional atau menyusun kembali unsur-unsur ke dalam struktur yang baru. Proses kognitif yang termasuk dalam tingkatan ini adalah menghipotesiskan, merencanakan, dan menghasilkan.

G. Keterkaitan Modul ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-STEM Berbantuan Media *PhET Simulations* untuk Meningkatkan Hasil Belajar

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, suatu tabel hubungan antara modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar dapat disusun seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. 5

Hubungan Modul Ajar Pembelajaran Matematika dengan Model PjBL-STEM Berbantuan Media *PhET Simulations* untuk Meningkatkan Hasil Belajar

Modul Ajar	Tahapan Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Komponen STEM
		Pendidik	Peserta Didik	
Fase/Kelas E/X (Sepuluh) Target Peserta Didik Reguler	Tahap 1 : <i>Reflection</i>	Pendidik menayangkan video kegiatan melempar bola dan menyiram tanaman serta gambar desain	Peserta didik mengamati video dan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh	<i>Science</i> Terjadi gerak parabola saat melempar bola. Lintasan bola berbentuk

<p>Kompetensi Awal Peserta didik dapat menjelaskan tentang fungsi, grafik fungsi, persamaan kuadrat, sistem koordinat kartesius, menyelesaikan persamaan kuadrat dengan berbagai cara, dan menggambar grafik berdasarkan informasi fungsi yang tersedia.</p> <p>Profil Pelajar Pancasila Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Berakhlak Mulia, Gotong royong, Mandiri, Bernalar kritis, Berpikir kreatif</p> <p>Model Pembelajaran Model PjBL-STEM</p>		<p>pagar masjid. Kemudian pendidik memberikan pertanyaan <i>ill-define problem</i> seperti :</p> <p>- Berdasarkan tayangan video kegiatan melempar bola dan menyiram tanaman, lintasan dari gerak bola dan air berbentuk apa ? Dalam ilmu sains, lintasan dari gerak benda yang berbentuk seperti itu termasuk dalam jenis gerak apa ?</p> <p>- Kemudian dari gambar yang ditampilkan, apakah kalian dapat menentukan luas maksimum dari area masjid yang dipagari jika diketahui keliling maksimum nya ?</p> <p>- Adakah</p>	<p>pendidik sesuai dengan pengetahuan mereka.</p>	<p>parabola. Bentuk parabola merupakan bentuk grafik fungsi kuadrat. Pengetahuan tentang gerak juga tercantum di dalam LKPD tahap <i>reflection</i>.</p>
---	--	---	---	--

<p>Tujuan Pembelajaran Dengan menggunakan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i>, peserta didik diharapkan dapat menginterpretasikan karakteristik utama dari fungsi kuadrat serta menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dengan benar.</p> <p>Pemahaman Bermakna Peserta didik diberikan pengantar bahwa terdapat banyak penerapan dari fungsi kuadrat seperti bentuk lintasan bola ketika seseorang melempar bola basket ke ring dan</p>		<p>keterkaitan antara kemungkinan besar lintasan bola dengan materi fungsi kuadrat ? Serta adakah keterkaitan antara menentukan luas maksimum suatu area dengan materi fungsi kuadrat ?</p>		
		<p>Pendidik meminta peserta didik untuk membaca bacaan dan menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>Peserta didik mengikuti arahan pendidik untuk membaca dan menjawab pertanyaan tahap <i>reflection</i> yang terdapat dalam LKPD.</p>	
	<p>Tahap 2 : Research</p>	<p>Pendidik memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mencari informasi yang relevan tentang materi yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dari buku, kuadrat dari buku, <i>handphone</i>,</p>	<p>Peserta didik mencari informasi yang relevan tentang materi yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dari buku, <i>handphone</i>, ataupun laptop serta menjawab</p>	<p>Technology Penggunaan internet, <i>handphone</i>, laptop, dan media <i>PhET Simulations</i> untuk mencari informasi, memahami materi, serta menjawab</p>

<p>menentukan nilai maksimum atau minimum dari suatu permasalahan sehari-hari. Fungsi kuadrat adalah suatu fungsi polinom (suku banyak) yang memiliki variabel bebas dengan pangkat tertinggi dua. Bentuk fungsi kuadrat dalam grafik adalah parabola. Setiap karakteristik dari fungsi kuadrat dapat memengaruhi bentuk grafik fungsi kuadrat.</p> <p>Pertanyaan Pemantik</p> <ul style="list-style-type: none"> •Dapatkan kalian menyebutkan contoh-contoh penerapan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari ? •Apakah fungsi kuadrat dapat memiliki 	<p>ataupun laptop serta menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>pertanyaan tahap <i>research</i> yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>pertanyaan yang ada di LKPD. Mathematics Mencari informasi</p>
	<p>Pendidik membimbing peserta didik untuk menemukan karakteristik dari fungsi kuadrat dengan bantuan media <i>PhET Simulations</i> berdasarkan instruksi yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>Peserta didik melakukan setiap instruksi yang terdapat dalam LKPD dan menggunakan media <i>PhET Simulations</i> untuk melengkapi tabel karakteristik fungsi kuadrat yang terdapat dalam LKPD tahap <i>research</i>.</p>	<p>dan memahami materi tentang fungsi kuadrat. Engineering Penggunaan fitur-fitur <i>PhET Simulations</i></p>
	<p>Pendidik membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan dari berbagai informasi yang diperoleh pada tahap <i>research</i> dengan panduan yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>Peserta didik membuat kesimpulan dari berbagai informasi yang diperoleh pada tahap <i>research</i>.</p>	
<p>Tahap 3 : Discovery</p>	<p>Pendidik mengarahkan kepada peserta didik untuk</p>	<p>Setelah melakukan <i>research</i>, peserta didik</p>	<p>Engineering Merencanakan proyek yang akan</p>

<p>keterkaitan dengan ilmu lain seperti sains ?</p> <ul style="list-style-type: none"> •Apakah kalian dapat menentukan posisi grafik fungsi kuadrat tanpa menggambar grafiknya terlebih dahulu ? •Bagaimana caranya ? •Bagaimana cara kalian menggunakan fungsi kuadrat untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari ? •Apabila kalian mendapatkan permasalahan yang berkaitan dengan mencari nilai maksimum atau nilai minimum, apakah kalian selalu dapat menyelesaikannya dengan menggunakan konsep fungsi 	<p>mulai mendiskusikan tugas proyek yang akan dilakukan sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD.</p>	<p>mulai mendiskusikan tugas proyek yang akan dilakukan beserta konsepnya sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD tahap <i>discovery</i>.</p>	<p>dilakukan serta mendesain produk yang akan dibuat.</p>	
	<p>Pendidik membimbing peserta didik selama kegiatan diskusi proyek serta membuat proposal mini sesuai dengan panduan yang ada di LKPD bagian tahap <i>discovery</i>.</p>	<p>Peserta didik dapat bertanya kepada pendidik apabila mengalami kesulitan selama tahap <i>discovery</i>.</p>		
	<p>Tahap 4 : Application</p>	<p>Pendidik meminta setiap kelompok untuk menyelesaikan tugas proyeknya sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i>.</p>	<p>Peserta didik bersama kelompoknya menyelesaikan tugas proyek yang belum selesai sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i>.</p>	<p>Engineering Membuat produk yang sudah direncanakan pada tahap <i>discovery</i>. Penggunaan fitur-fitur media <i>PhET Simulations Science</i></p>
		<p>Pendidik meminta peserta didik mendiskusikan pertanyaan-</p>	<p>Peserta didik bersama kelompoknya mendiskusikan</p>	<p>Penggunaan barang bekas dalam pembuatan produk untuk</p>

<p>kuadrat ?</p> <p>Asesmen</p> <ul style="list-style-type: none"> •Asesmen individu dilakukan secara observasi berdasarkan sikap dan secara tertulis berupa soal uraian. Asesmen diberikan pada akhir pembelajaran modul. •Asesmen kelompok dilakukan secara observasi berdasarkan performa kelompok dalam mengerjakan proyek dan LKPD. <p>Refleksi Peserta Didik dan Pendidik</p> <p>Pendidik mengevaluasi pembelajaran yang telah dilakukan baik</p>	<p>pertanyaan yang terdapat dalam LKPD berdasarkan produk yang sudah dibuat.</p>	<p>pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam LKPD berdasarkan produk yang sudah dibuat.</p>	<p>mengurangi pencemaran lingkungan</p> <p>Mathematics</p> <p>Melakukan perhitungan dengan</p>
	<p>Pendidik meminta peserta didik untuk melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan dengan menggunakan media <i>PhET Simulations</i>, serta menganalisis hasil produknya berdasarkan instruksi yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>Setelah melakukan kerja proyek, peserta didik bersama kelompok nya melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan dengan menggunakan media <i>PhET Simulations</i>, serta menganalisis hasil produknya berdasarkan instruksi yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>menggunakan konsep fungsi kuadrat.</p> <p>Technology</p> <p>Penggunaan media <i>PhET Simulations</i> untuk menguji hasil perhitungan</p>
	<p>Pendidik membimbing dan memberikan bantuan kepada kelompok yang membutuhkan bantuan.</p>	<p>Peserta didik bertanya kepada pendidik jika terdapat kesulitan dalam melaksanakan kerja proyek.</p>	

berupa tahapan pembelajaran, alokasi waktu, instruksi yang diberikan kepada peserta didik, respon peserta didik, dan penguasaan peserta didik terhadap materi. Sedangkan refleksi terhadap peserta didik dilakukan pendidik diakhir pembelajaran berupa pemahaman instruksi, pemahaman media pembelajaran, pemahaman materi, manfaat yang diperoleh peserta didik, dan kesulitan yang dialami peserta didik. Pengayaan dan Remedial Mengulang mengerjakan tes tertulis secara mandiri		Pendidik meminta peserta didik untuk menyiapkan presentasi hasil proyek yang dilakukan	Peserta didik bersama kelompoknya menyiapkan presentasi hasil proyeknya di depan kelas.	
	Tahap 5 : Communication	Pendidik menyampaikan aturan presentasi.	Peserta didik mendengarkan aturan presentasi yang disampaikan pendidik.	-
		Pendidik memonitor jalannya presentasi kelompok hasil proyek yang telah dilakukan.	Peserta didik bersama kelompoknya mempresentasikan hasil kerja proyek.	
		Pendidik memberikan kesempatan bertanya dan berpendapat pada kelompok lain yang tidak presentasi.	Peserta didik bertanya kepada kelompok yang sedang presentasi dan kelompok yang sedang presentasi menanggapi nya.	
		Pendidik memberikan tanggapan mengenai hasil proyek yang sudah dilakukan.	Peserta didik menyimak tanggapan pendidik mengenai hasil proyek.	

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Model Pengembangan

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pengembangan, kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan dari modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik pada materi fungsi kuadrat. Proses uji coba hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika terhadap subjek penelitian telah dilakukan oleh peneliti. Berdasarkan tujuan penelitian, jenis dari penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)*.

Penelitian ini mengembangkan produk berupa modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*. Dalam proses pengembangannya, penelitian ini mengacu pada model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan, yaitu tahap *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*.¹ Berdasarkan tahapan tersebut, penelitian ini mengembangkan modul ajar pembelajaran matematika yang valid dan praktis terlebih dahulu. Setelah itu, peneliti melakukan uji coba hasil pengembangan kepada subjek yang sudah ditetapkan sehingga modul ajar tersebut dapat dikatakan efektif.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kelas X MAPK MAN 1 Mojokerto pada semester genap tahun ajaran 2022/2023.

C. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini merujuk pada model pengembangan ADDIE. Adapun tahap-tahap dari model pengembangan ADDIE yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap pertama yaitu tahap *analysis* (analisis). Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan awal dalam

¹Robert Maribe Branch, *Instructional Design : The ADDIE Approach* (New York: Springer, 2009), 2-3.

mengembangkan suatu produk. Oleh karena itu, peneliti mengidentifikasi permasalahan yang terkait dengan penggunaan modul ajar pembelajaran matematika di MAN 1 Mojokerto. Hal tersebut dapat diperoleh dengan melakukan wawancara ke pendidik mata pelajaran matematika di MAN 1 Mojokerto serta melakukan observasi terkait sekolah tersebut. Terdapat dua aspek yang dianalisis dalam penelitian ini, diantaranya adalah :

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menganalisis keadaan peserta didik serta ketersediaan modul ajar pembelajaran matematika di MAN 1 Mojokerto. Tujuan dari kegiatan tersebut adalah agar dapat menentukan modul ajar pembelajaran matematika yang tepat untuk dikembangkan dan memenuhi kebutuhan sekolah. Dalam tahap ini, peneliti memperoleh informasi mengenai hasil belajar matematika peserta didik.

b. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan untuk menelaah karakteristik kurikulum yang diterapkan di MAN 1 Mojokerto. Kemudian, peneliti menentukan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh peserta didik berdasarkan kurikulum sekolah. Dengan adanya tujuan pembelajaran tersebut, hasil belajar peserta didik setelah penerapan modul ajar pembelajaran matematika dapat terlihat. Hasil analisis pada tahap ini menjadi acuan dalam merancang modul ajar pembelajaran matematika pada tahap selanjutnya.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap kedua yaitu tahap *design* (perancangan). Pada tahap ini, peneliti merancang konsep modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya. Selain itu, peneliti juga menyusun instrumen penilaian kelayakan modul ajar pembelajaran matematika yang meliputi kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan untuk menilai kualitas produk yang dikembangkan.

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahap ketiga yaitu adalah tahap *development* (pengembangan). Tahap pengembangan mulai dilakukan untuk

mengembangkan produk yang sudah dirancang pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, peneliti mengembangkan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang mengacu pada kurikulum merdeka. Modul ajar pembelajaran matematika yang disusun memuat tiga komponen yaitu informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Setelah modul ajar pembelajaran matematika selesai dibuat, modul ajar tersebut divalidasi oleh dosen serta pendidik matematika SMA/MA. Selanjutnya, modul ajar pembelajaran matematika tersebut direvisi oleh peneliti berdasarkan saran dan masukan dari para ahli validasi (validator) agar modul ajar pembelajaran matematika termasuk juga LKPD di dalamnya layak untuk diimplementasikan saat kegiatan pembelajaran di kelas.

4. Tahap *Implementation* (Penerapan)

Tahap keempat yaitu tahap *implementation* (penerapan). Setelah modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dilakukan beberapa revisi serta dinyatakan valid dan praktis oleh validator, peneliti mengimplementasikan modul ajar tersebut di MAN 1 Mojokerto dengan peserta didik dari kelas X MAPK sebagai subjek uji cobanya. Sebelum modul ajar tersebut diterapkan, peserta didik diberikan tes awal (*pretest*). Sedangkan, peserta didik diberikan tes akhir (*posttest*) setelah modul ajar tersebut diterapkan. Hal tersebut dilakukan agar peneliti dapat mengetahui keefektifan penerapan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar.

5. Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap kelima yaitu tahap *evaluation* (evaluasi). Modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang telah diuji cobakan dievaluasi secara keseluruhan berdasarkan hasil dari penilaian validator, konsultasi dengan dosen pembimbing, dan hasil belajar yang diperoleh peserta didik pada tahap penerapan.

D. Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* diuji coba selama tahap penerapan dengan menggunakan *one group pretest-posttest design*. Desain uji coba tersebut akan dilakukan dengan cara memberikan tes sebelum (*pretest*) dan tes setelah (*posttest*) diterapkan pembelajaran. Hal itu akan dilakukan agar peneliti dapat mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik setelah model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* diterapkan. Menurut Sugiyono, desain penelitian *one group pretest-posttest design* dapat dirumuskan sebagai berikut.²

Tabel 3. 1
One Group Pretest-Posttest Design

<i>Pretest</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Posttest</i>
O₁	X	O₂

Keterangan :

O : Pemberian tes sebelum diberikan perlakuan (*pretest*)

X : Pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*

O₂ : Pemberian tes setelah diberikan perlakuan (*posttest*)

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik dari kelas X MAPK di MAN 1 Mojokerto. Alasan peneliti memilih kelas tersebut karena pelaksanaan kurikulum merdeka di MAN 1 Mojokerto baru diterapkan di kelas X dan modul ajar termasuk dokumen pembelajaran yang harus ada dalam kurikulum merdeka. Salah satu kelas X di MAN 1 Mojokerto dipilih secara *random* agar peneliti dapat melihat peningkatan hasil belajar yang signifikan.

3. Jenis Data

Jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif dalam penelitian ini berupa data proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulation* yang mengacu pada model pengembangan ADDIE. Sedangkan, data kuantitatif dalam penelitian ini

²Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2013), 75.

berupa data kevalidan dan kepraktisan diperoleh dari penilaian validator, serta keefektifan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik diperoleh dari hasil *pretest-posttest* peserta didik .

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Teknik *Field Note* (Catatan Lapangan)

Teknik catatan lapangan dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data terkait proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Teknik ini dilakukan dengan cara merangkum keseluruhan proses pengembangan berdasarkan tahap-tahap model pengembangan ADDIE. Selanjutnya data yang sudah diperoleh tersebut dianalisis.

2. Teknik Validasi

Teknik validasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data kevalidan dan kepraktisan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*. Proses validasi dalam penelitian ini dilakukan oleh dosen pendidikan matematika dan pendidik matematika SMA/MA dengan cara menilai modul ajar pembelajaran matematika yang didalamnya juga terdapat LKPD, lembar *pretest*, dan lembar *posttest* berdasarkan indikator kelayakan yang sudah ditentukan. Hasil dari validasi tersebut digunakan oleh peneliti sebagai bahan pertimbangan dalam memperbaiki modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*.

3. Teknik Tes

Teknik tes dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui keefektifan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Pada teknik tes, data yang diperoleh berupa hasil tes kemampuan kognitif peserta didik sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diterapkannya pembelajaran. Berdasarkan data

tersebut, peneliti dapat melihat data ketuntasan hasil belajar peserta didik secara individu dan peningkatan hasil belajar peserta didik .

F. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lembar *Field Note* (Catatan Lapangan)

Lembar catatan lapangan dalam penelitian ini digunakan untuk menjabarkan proses pengumpulan informasi, pengembangan produk, sampai dengan uji coba modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Lembar tersebut akan berisi tentang tahap pengembangan, nama kegiatan, waktu pelaksanaan, dan hasil. Lembar tersebut juga ditulis oleh peneliti secara jelas dan bebas.

2. Lembar Validasi

Lembar validasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data kevalidan dan kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang akan diisi oleh validator. Struktur dari lembar validasi ini meliputi: identitas validator, tanggal penilaian, petunjuk penilaian, keterangan skala penilaian, aspek penilaian, indikator penilaian, penilaian umum modul ajar pembelajaran matematika, kolom komentar dan saran, serta bagian pengesahan. Pada lembar validasi, Skala pengisian memiliki lima tingkatan yaitu 1 (tidak baik), 2 (kurang baik), 3 (cukup baik), 4 (baik), dan 5 (sangat baik).

3. Lembar Tes

Lembar tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar tes tulis berupa soal uraian berjumlah 5 butir soal mengenai materi pokok fungsi kuadrat kelas X SMA/MA. Peneliti membuat soal tes sendiri yang selanjutnya dikonsultasikan kepada dosen pembimbing dan para validator. Soal tersebut diberikan kepada peserta didik sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diterapkannya pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*. Struktur dari lembar tes tersebut meliputi: identitas peserta didik,

nama mata pelajaran, tanggal pelaksanaan, petunjuk pengerjaan, soal, dan kolom penilaian.

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis Data Proses Pengembangan Produk

Analisis data proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mencatat dan mengumpulkan data proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika yang dikerjakan oleh peneliti sendiri. Selanjutnya, data tersebut dianalisis serta diubah ke dalam bentuk deskripsi guna memaparkan setiap proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika. Berikut adalah tabel penyajian data proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika.

Tabel 3. 2
Penyajian Data Proses Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Tahap Pengembangan	Waktu Pelaksanaan	Nama Kegiatan	Hasil
<i>Analysis</i> (Analisis)			
<i>Design</i> (Perancangan)			
<i>Development</i> (Pengembangan)			
<i>Implementation</i> (Penerapan)			
<i>Evaluation</i> (Evaluasi)			

2. Analisis Data Kevalidan Produk

Analisis data kevalidan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dilakukan dengan tujuan agar peneliti dapat mengetahui kategori kevalidan dari modul ajar tersebut setelah penilaian dilakukan oleh para validator. Terdapat langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti untuk menganalisis data

kevalidan modul ajar pembelajaran matematika beserta lembar *pretest* dan *posttest* dari validator adalah sebagai berikut :³

- a. Merekap data penilaian kevalidan modul ajar pembelajaran matematika yang juga memuat LKPD ke dalam tabel 3.3 serta lembar *pretest* dan *posttest* ke dalam tabel 3.4 berdasarkan modifikasi dari penelitian Musthafa sebagai berikut:

Tabel 3. 3
Pengolahan Data Kevalidan Modul Ajar
Pembelajaran Matematika

Aspek Penilaian	Indikator	Validator ke-			Rata-rata Setiap Indikator (RI_i)	Rata-rata Setiap Aspek (RA_i)
		1	2	3		
Rata-rata Total Validasi (RTV) Modul Ajar						

Tabel 3. 4
Pengolahan Data Kevalidan Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Aspek Penilaian	Indikator	Validator ke-			Rata-rata Setiap Indikator (RI_i)	Rata-rata Setiap Aspek (RA_i)
		1	2	3		
Rata-rata Total Validasi (RTV) Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>						

- b. Menghitung rata-rata tiap indikator dari semua validator

Rumus :

$$RI_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n}$$

Keterangan:

RI_i : Rata-rata indikator ke-i

V_{ji} : Skor hasil penilaian validator ke-j untuk

³Ali Musthafa, Skripsi : “*Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Menggunakan Model Kooperatif Tipe STAD (Student Teams Achievement Division) Berbantuan Aplikasi Live Worksheet Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik*” (Surabaya : UIN Sunan Ampel Surabaya, 2022), 47-50.

indikator ke- i

n : Banyaknya validator

- c. Menghitung rata-rata setiap aspek dari semua validator

Rumus :

$$RA_i = \frac{\sum_{j=1}^n RI_{ji}}{n}$$

Keterangan:

RA_i : Rata-rata nilai aspek ke- i

RI_{ji} : Rata-rata indikator ke- j untuk aspek ke- i

n : Banyaknya indikator dalam aspek ke- i

- d. Menghitung rata-rata total validasi modul ajar pembelajaran matematika serta lembar *pretest* dan *posttest*

Rumus :

$$RTV = \frac{\sum_{i=1}^n RA_i}{n}$$

Keterangan:

RTV : Rata-rata total validasi

RA_i : Rata-rata nilai aspek ke- i

n : Banyaknya indikator dalam aspek ke- i

- e. Mengkategorikan nilai rata-rata total validasi modul ajar pembelajaran matematika serta lembar *pretest* dan *posttest* terhadap interval tingkat kevalidan sebagai berikut:

Tabel 3. 5
Kriteria Kevalidan

Interval Skor	Kriteria Kevalidan
$4 \leq RTV \leq 5$	Sangat valid
$3 \leq RTV < 4$	Valid
$2 \leq RTV < 3$	Kurang valid
$1 \leq RTV < 2$	Tidak valid

Hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dapat dikatakan valid apabila rata-rata total validasi termasuk dalam kriteria “valid” atau “sangat valid”.

3. Analisis Data Kepraktisan Produk

Analisis data kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* beserta lembar *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut :⁴

- a. Merekap data penelitian kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika beserta lembar *pretest* dan *posttest* ke dalam tabel berikut.

Tabel 3. 6
Pengolahan Data Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Modul Ajar Pembelajaran Matematika				
Validator ke-	Nilai Kepraktisan	Rata-rata Nilai Kepraktisan	Kriteria	Ket
1				
2				
3				

Tabel 3. 7
Pengolahan Data Kepraktisan Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>				
Validator ke-	Nilai Kepraktisan	Rata-rata Nilai Kepraktisan	Kriteria	Ket
1				
2				
3				

- b. Menghitung nilai kepraktisan dari setiap validator

Rumus:

$$N_p = \frac{\text{total nilai yang diperoleh}}{\text{total nilai maksimal}} \times 100$$

Keterangan:

N_p : Nilai kepraktisan

- c. Menghitung rata-rata nilai kepraktisan dari modul ajar pembelajaran matematika beserta lembar *pretest* dan *posttest*
- Rumus:

$$RP = \frac{\sum N_p}{n}$$

⁴ *Ibid*, 50-51.

Keterangan:

- RP : Rata-rata nilai kepraktisan
 $\sum N_p$: Jumlah nilai kepraktisan dari semua validator
 n : Banyaknya validator

- d. Rata-rata nilai akhir kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika beserta lembar *pretest* dan *posttest* dapat dikategorikan berdasarkan interval tingkat kepraktisan berikut :

Tabel 3. 8
Kriteria Kepraktisan

Kriteria	Interval Skor	Kriteria Kepraktisan
A	$85 \leq \text{Nilai Akhir} \leq 100$	Dapat digunakan tanpa revisi
B	$70 \leq \text{Nilai Akhir} < 85$	Dapat digunakan sedikit revisi
C	$55 \leq \text{Nilai Akhir} < 70$	Dapat digunakan banyak revisi
D	Nilai Akhir < 55	Tidak dapat digunakan

Hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dapat dikategorikan praktis apabila para validator menyatakan bahwa modul ajar tersebut dalam kriteria A (dapat digunakan tanpa revisi) atau B (dapat digunakan dengan sedikit revisi).

4. Analisis Data Keefektifan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Analisis data hasil belajar dilakukan dengan tujuan agar peneliti dapat mengetahui keefektifan pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas X MAPK MAN 1 Mojokerto. Terdapat langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti untuk menganalisis data hasil belajar peserta didik setelah mengerjakan lembar *pretest* dan *posttest*, yaitu sebagai berikut.

a. Analisis Data Ketuntasan Hasil Belajar

Hasil belajar peserta didik didapatkan setelah mengerjakan lembar soal *pretest* dan *posttest* yang diberikan pendidik sebelum dan sesudah penerapan modul ajar. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mengetahui data nilai hasil belajar peserta didik adalah sebagai berikut.

- 1) Menghitung dan mencatat nilai hasil belajar peserta didik.

Tabel 3. 9
Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik

No	Nama Peserta Didik	Pretest		Posttest	
		Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan

- 2) Menentukan kategori ketuntasan atau ketidaktuntasan hasil belajar peserta didik.

Peserta didik dapat dikategorikan tuntas apabila mendapatkan nilai ≥ 75 (KKM di MAN 1 Mojokerto). Sedangkan peserta didik dapat dikategorikan tidak tuntas apabila nilai yang diperoleh < 75 . Apabila peserta didik memperoleh nilai ≥ 75 , peserta didik tersebut dapat dikatakan mampu mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Penilaian hasil belajar peserta didik bisa diperoleh dari jumlah skor hasil *pretest* dan *posttest*.

- 3) Menghitung persentase ketuntasan hasil belajar peserta didik

Ketuntasan hasil belajar bisa diukur dari sejumlah peserta didik yang telah mencapai nilai lebih dari atau sama dengan nilai KKM. Sebuah kelas dinyatakan tuntas apabila sekurang-kurangnya 75% dari jumlah peserta didik di kelas telah mencapai nilai KKM. Berikut rumus persentase ketuntasan hasil belajar:⁵

Persentase Ketuntasan

$$= \frac{\sum \text{Siswa yang tuntas}}{\sum \text{Siswa dalam kelas}} \times 100\%$$

- b. Uji Normalitas Data Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Uji normalitas data dalam penelitian ini akan digunakan untuk menguji sampel data berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas juga merupakan uji prasyarat dari uji-t sampel berpasangan. Penelitian ini menggunakan uji Kolmogorov-smirnov dengan bantuan *software Statistical Package for the Social Sciences*

⁵ Ana Sudjono, *Pengantar Evaluasi Pendidikan* (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 1996), 318.

(SPSS) dalam perhitungannya. Adapun kriteria kenormalan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:⁶

- 1) Taraf signifikansi (α) yaitu 0.05
- 2) Jika nilai signifikansi $> \alpha$, data berdistribusi normal
- 3) Jika nilai signifikansi $< \alpha$, data tidak berdistribusi normal

c. Analisis Data Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Analisis data hasil *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini menggunakan analisis uji-t sampel berpasangan. Penggunaan analisis uji-t sampel berpasangan bertujuan untuk menguji apakah terdapat peningkatan yang signifikan antara hasil *pretest* dan hasil *posttest*. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan, maka hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dapat dikatakan efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Adapun rumus dari uji-t sampel berpasangan adalah sebagai berikut:⁷

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}}$$

Keterangan:

\bar{x}_1 : nilai rata-rata sampel sebelum diberikan perlakuan

\bar{x}_2 : nilai rata-rata sampel setelah diberikan perlakuan

s_1 : simpangan baku sebelum diberikan perlakuan

s_2 : simpangan baku setelah diberikan perlakuan

n_1 : banyaknya sampel sebelum diberikan perlakuan

n_2 : banyaknya sampel setelah diberikan perlakuan

r : korelasi antar dua sampel

Penelitian ini melakukan uji-t sampel berpasangan menggunakan *software* SPSS apabila data nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik berdistribusi normal. Namun apabila data nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik tidak berdistribusi normal, peneliti menggunakan uji *wilcoxon* dengan bantuan

⁶ Juliansyah, *Analisis Data Penelitian Ekonomi Dan Manajemen* (Jakarta: Gramedia, 2014), 47.

⁷ Sugiyono, *Statistika untuk Penelitian* (Bandung: Alfabeta, 2017), 179.

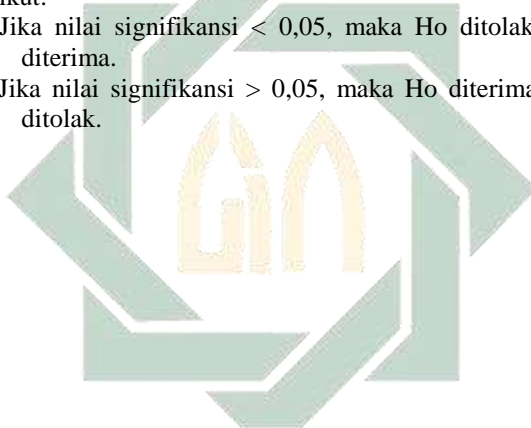
software SPSS. Selanjutnya peneliti dapat menyusun hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat peningkatan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkan pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*.

H_a : Terdapat peningkatan yang signifikan antara sebelum dan sesudah pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*.

Setelah melakukan perhitungan dan mendapatkan hasil, peneliti melakukan perbandingan dengan menggunakan acuan berikut:

- 1) Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.
- 2) Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi dan Analisis Data

1. Deskripsi dan Analisis Data Proses Pengembangan Produk

Data proses pengembangan produk dalam penelitian ini yaitu modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) berbantuan media *PhET Simulations* serta lembar *pretest* dan *posttest* didasarkan pada model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan. Lima tahapan tersebut adalah *analysis* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (penerapan), dan *evaluation* (evaluasi). Deskripsi mengenai tahap pengembangan, waktu pelaksanaan, nama kegiatan dan hasil yang diperoleh peneliti dalam penelitian ini dapat disajikan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1
Penyajian Data Proses Pengembangan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Tahap Pengembangan	Waktu Pelaksanaan	Nama Kegiatan	Hasil
<i>Analysis</i> (Analisis)	5 - 6 Januari 2023	Analisis kebutuhan	Data tentang kendala serta kebutuhan kegiatan pembelajaran matematika yang telah diterapkan pendidik matematika selama ini, rendahnya hasil belajar peserta didik, dan materi pokok yang digunakan yaitu materi fungsi kuadrat.
	5 - 6 Januari 2023	Analisis kurikulum	Data kurikulum yang digunakan oleh MAN 1 Mojokerto yaitu kurikulum merdeka dan kurikulum 2013.
<i>Design</i> (Perancangan)	21 - 26 Januari 2023	Perancangan konseptual modul ajar	Rancangan modul ajar pembelajaran matematika model

		pembelajaran matematika	PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> yang dikembangkan dengan menyesuaikan tujuan yang ingin dicapai.
	27 - 28 Januari 2023	Perancangan konseptual lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Rancangan lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran.
	28 - 29 Januari 2023	Perancangan konseptual lembar validasi instrumen	Rancangan lembar validasi instrumen yang mencakup lembar penilaian kevalidan dan kepraktisan produk yaitu modul ajar pembelajaran matematika serta lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .
<i>Development</i> (Pengembangan)	29 Januari 2023 – 18 Februari 2023	Pembuatan modul ajar pembelajaran matematika serta lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> serta lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> yang sudah dikembangkan.
	20 – 28 Februari 2023	Validasi modul ajar pembelajaran matematika serta lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Hasil validasi modul ajar pembelajaran matematika serta lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> berupa penilaian, saran perbaikan, dan masukan dari para validator terhadap modul ajar pembelajaran matematika serta lembar <i>pretest</i> dan

			<i>posttest</i> yang telah dikembangkan.
	27 Februari 2023 – 1 Maret 2023	Revisi modul ajar pembelajaran matematika dan lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Modul ajar pembelajaran matematika serta lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> yang telah diperbaiki berdasarkan saran perbaikan dan masukan dari para validator.
<i>Implementation</i> (Penerapan)	2 Maret 2023	Pemberian lembar <i>pretest</i>	Data nilai <i>pretest</i> peserta didik sebelum pembelajaran dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> diterapkan.
	9 dan 16 Maret 2023	Penerapan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i>	Penerapan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> yang dilakukan dalam tiga pertemuan.
	16 Maret 2023	Pemberian lembar <i>posttest</i>	Data nilai <i>posttest</i> peserta didik setelah pembelajaran dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> diterapkan.
<i>Evaluation</i> (Evaluasi)	17 – 24 Maret 2023	Penilaian modul ajar pembelajaran matematika dan lembar <i>pretest-posttest</i> serta hasil belajar peserta didik	Kesimpulan dari pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

a. Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap *Analysis* (Analisis) dalam penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tentang kendala dan kebutuhan pembelajaran matematika serta kurikulum yang digunakan MAN 1 Mojokerto. Data mengenai hal-hal tersebut diperoleh dengan melakukan wawancara ke salah satu pendidik matematika MAN 1 Mojokerto serta mengobservasi sekolah tersebut. Data kendala dan kebutuhan pembelajaran matematika di MAN 1 Mojokerto menjadi salah satu alasan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dikembangkan. Sedangkan data kurikulum sekolah tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan modul ajar pembelajaran matematika. Adapun uraian mengenai tahap analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menganalisis kendala dan kebutuhan pembelajaran matematika serta ketersediaan modul ajar pembelajaran matematika di MAN 1 Mojokerto khususnya pada kelas X MAPK. Kelas tersebut dipilih karena kemampuan peserta didik yang heterogen berdasarkan saran dari salah satu pendidik matematika di sekolah tersebut. Informasi didapatkan dari data nilai peserta didik kelas X MAPK yang peneliti peroleh dan wawancara dengan salah satu pendidik matematika di sekolah tersebut.

Berdasarkan hasil belajar peserta didik di kelas X MAPK, terdapat beberapa peserta didik yang mendapatkan nilai di bawah KKM atau dalam kategori rendah. Sebagai data pendukung, peneliti menyajikan daftar nilai ulangan mata pelajaran matematika peserta didik kelas X MAPK semester ganjil tahun pelajaran 2022/2023 yang diperoleh dari pendidik matematika MAN 1 Mojokerto.

Tabel 4. 2
Daftar Nilai Ulangan Matematika Peserta Didik Kelas X MAPK

No	Nama Peserta Didik	Nilai Ulangan Matematika
1	ADAA	55
2	ADDA	88
3	AKLP	48
4	APP	90
5	AAA	98
6	CAP	98
7	DRA	53
8	EPR	55
9	ES	65
10	FAIH	85
11	FPC	60
12	HSAZ	83
13	JFN	60
14	KSM	80
15	LRD	87
16	LW	92
17	MH	90
18	NANS	50
19	NR	60
20	NM	95
21	NAA	50
22	PAA	70
23	SA	63
24	UBAR	73

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pendidik matematika, pendidik terkadang menggunakan model pembelajaran yang berpusat pada pendidik sehingga peserta didik menjadi kurang aktif. Pada saat pendidik menjelaskan, beberapa peserta didik tidak terlalu fokus pada penjelasannya. Peserta didik kelas tersebut lebih menyukai pembelajaran yang saling berinteraksi dan bekerja sama antara pendidik dengan peserta didik atau antara peserta didik dengan peserta didik yang lainnya, dan diskusi kelompok untuk saling bertukar pikiran.

Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran matematika terutama fungsi kuadrat. Padahal seharusnya, pengetahuan dasar dari

materi fungsi kuadrat sudah diajarkan dan dipahami saat peserta didik masih di jenjang sekolah sebelumnya. Salah satu faktor penyebab peserta didik masih kesulitan dalam memahami materi matematika saat di MAN 1 Mojokerto adalah adanya *learning loss* yang dialami peserta didik selama di jenjang sekolah sebelumnya akibat pandemi Covid-19. Pada saat itu, peserta didik cenderung mendapatkan pembelajaran dengan metode pembelajaran konvensional atau ceramah. Hal tersebut tentu dapat mempengaruhi hasil belajar peserta didik pada pelajaran matematika dengan materi pokok fungsi kuadrat di MAN 1 Mojokerto.

2) Analisis Kurikulum

Dari hasil wawancara dengan salah satu pendidik matematika di MAN 1 Mojokerto, kurikulum yang digunakan MAN 1 Mojokerto adalah kurikulum merdeka dan kurikulum 2013. Kurikulum 2013 sudah diterapkan ke kelas 11 dan 12 sejak lama. Sedangkan kurikulum merdeka baru diterapkan ke kelas 10 mulai tahun 2022. Dikarenakan penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar pembelajaran, segala bentuk modul ajar pembelajaran matematika mengacu pada kurikulum merdeka. Jadi, unsur-unsur modul ajar pembelajaran matematika seperti capaian pembelajaran, materi pokok, tujuan pembelajaran, dan profil pelajar pancasila yang dikembangkan berdasarkan kurikulum merdeka.

b. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap kedua yaitu tahap *design* atau perancangan. Proses perancangan konsep modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* serta lembar *pretest* dan *posttest* berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya mulai dilakukan. Proses perancangan tersebut dilakukan pada tanggal 21 Januari – 29 Januari 2023. Ide yang digunakan dalam perancangan konsep produk diperoleh dari berbagai referensi atau sumber-sumber yang relevan dengan produk yang akan dikembangkan. Selain itu, peneliti juga menyusun instrumen penilaian kelayakan modul ajar pembelajaran

matematika yang meliputi kevalidan dan kepraktisan untuk menilai kualitas produk yang dikembangkan.

Modul ajar pembelajaran matematika digunakan untuk tiga pertemuan dengan total alokasi waktu 5 x 45 menit. Pemberian *pretest* dan *posttest* dilakukan sebelum serta sesudah pembelajaran model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* dilakukan. Sebelum merancang modul ajar, peneliti menentukan CP dan tujuan pembelajaran yang digunakan sebagai acuan kemampuan serta hasil belajar yang harus dicapai peserta didik setelah pembelajaran. Adapun CP dan tujuan pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 3
CP dan Tujuan Pembelajaran

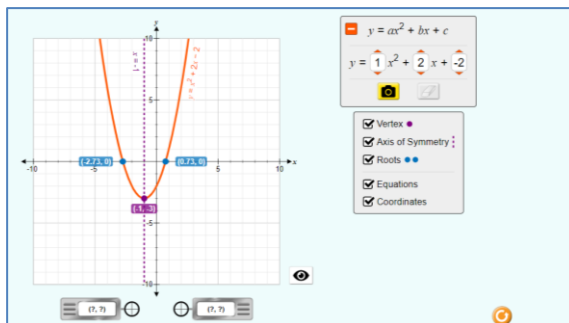
Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Di akhir fase E, peserta didik dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear tiga variabel dan sistem pertidaksamaan linear dua variabel. Mereka dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan persamaan dan fungsi kuadrat (termasuk akar imajiner), dan persamaan eksponensial (berbasis sama) dan fungsi eksponensial.	Dengan menggunakan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> , peserta didik diharapkan dapat : <ul style="list-style-type: none"> • Menginterpretasikan karakteristik dari fungsi kuadrat • Menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan fungsi kuadrat dengan benar.

Materi pokok yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi fungsi kuadrat kelas X MAN 1 Mojokerto pada sub materi karakteristik fungsi kuadrat dan menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan fungsi kuadrat. Proses kegiatan pembelajaran dilakukan berdasarkan pada model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations*. Kegiatan pembelajaran dilakukan dalam tiga kali pertemuan dengan kegiatan inti pada pertemuan pertama yaitu tahap *reflection* dan *research*, pertemuan kedua yaitu tahap *discovery*, pertemuan ketiga yaitu tahap *application* dan *communication*.

Pada tahap *research* dan tahap *application*, terdapat tugas yang pengerjaannya menggunakan bantuan media *PhET*

Simulations. Media *PhET Simulations* tersebut dapat diakses melalui *link* <http://phet.colorado.edu> terlebih dahulu atau langsung melalui *link* https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_en.html. Saat pembelajaran tahap *research*, media tersebut digunakan untuk melengkapi tabel konsep materi karakteristik fungsi kuadrat yang ada dalam LKPD bagian tahap *research*. Peserta didik dapat secara bebas menentukan nilai a , b , dan c dalam bentuk umum fungsi kuadrat dengan ketentuan $a \neq 0$. Dari penentuan nilai tersebut, peserta didik dapat secara langsung mengetahui bentuk dan posisi grafik dari fungsi kuadrat yang dibuat. Selain itu, peserta didik juga dapat mengetahui *vertex* (titik puncak), *axis of symmetry* (sumbu simetri) beserta persamaannya, dan *roots* (Titik potong grafik dengan sumbu X) secara langsung dengan memberikan tanda centang (✓) di fitur-fitur media *PhET Simulations*.

Pada tahap *application*, peserta didik menggunakan media *PhET Simulations* untuk menjawab beberapa pertanyaan mengenai hasil proyek dan proses perhitungan yang ada pada LKPD bagian tahap *application*. Setelah itu, peserta didik diminta menguji kebenaran hasil perhitungannya dengan menggunakan bantuan media *PhET Simulations*. Penggunaan media *PhET Simulations* pada tahap *application* hampir sama saat tahap *research*. Peserta didik mengubah sendiri nilai a , b , dan c di media *PhET Simulations* dengan menyesuaikan bentuk fungsi kuadrat yang berkaitan dengan hasil proyeknya. Adapun contoh penggunaan media *PhET Simulations* untuk dapat melengkapi tabel serta melakukan pengujian hasil proyek adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 1

Penggunaan Media *PhET Simulations*

Sebelum pembelajaran dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* diterapkan, peserta didik melakukan *pretest* terlebih dahulu. Setelah semua tahapan pembelajaran dilakukan, peserta didik melakukan *posttest*. Adapun uraian singkat mengenai kegiatan pembelajaran model PjBL-STEM berbantuan media *PhET simulations* sebagai berikut.

Tabel 4. 4

Uraian Singkat Kegiatan Pembelajaran dalam Modul Ajar

Tahapan Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Komponen STEM
	Pendidik	Peserta Didik	
Kegiatan Pendahuluan			
Refleksi	Pendidik membuka pembelajaran dengan cara mengucapkan salam, berdoa, memotivasi, mengecek kehadiran peserta didik, melakukan apersepsi, menyampaikan tujuan pembelajaran, langkah-langkah	Peserta didik menjawab salam, berdoa, mengangkat tangan saat absensi, menyiapkan peralatan belajar, menjawab pertanyaan yang diajukan pendidik, berkumpul dengan kelompoknya,	-

	pembelajaran, teknik penilaian, membentuk kelompok, membagikan LKPD, dan menjelaskan cara penggunaan LKPD.	dan memperhatikan penjelasan pendidik.	
Kegiatan Inti			
Tahap 1 : Reflection	Pendidik menayangkan video kegiatan melempar bola dan menyiram tanaman serta gambar desain pagar masjid. Kemudian pendidik memberikan pertanyaan <i>ill-define problem</i> .	Peserta didik mengamati video dan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh pendidik sesuai dengan pengetahuan mereka.	Science Terjadi gerak parabola saat melempar bola. Lintasan bola berbentuk parabola. Bentuk parabola merupakan bentuk grafik fungsi kuadrat.
	Pendidik meminta peserta didik untuk membaca bacaan dan menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD.	Peserta didik mengikuti arahan pendidik untuk membaca dan menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD.	Pengetahuan tentang gerak juga tercantum di dalam LKPD tahap <i>reflection</i> .
Tahap 2 : Research	Pendidik memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mencari informasi yang relevan tentang materi yang berkaitan dengan fungsi	Peserta didik mencari informasi yang relevan tentang materi yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dari buku, <i>handphone</i> , ataupun laptop	Technology Penggunaan internet, <i>handphone</i> , laptop, dan media <i>PhET Simulations</i> untuk mencari informasi, memahami

	kuadrat dari buku, <i>handphone</i> , ataupun laptop serta menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD.	serta menjawab pertanyaan tahap <i>research</i> yang terdapat dalam LKPD.	materi, serta menjawab pertanyaan yang ada di LKPD. Mathematics Mencari informasi dan memahami materi tentang fungsi kuadrat.
	Pendidik membimbing peserta didik untuk menemukan karakteristik dari fungsi kuadrat dengan bantuan media <i>PhET Simulations</i> berdasarkan instruksi yang terdapat dalam LKPD.	Peserta didik melakukan setiap instruksi yang terdapat dalam LKPD dan menggunakan media <i>PhET Simulations</i> untuk melengkapi tabel karakteristik fungsi kuadrat yang terdapat dalam LKPD tahap <i>research</i> .	Engineering Penggunaan fitur-fitur <i>PhET Simulations</i>
	Pendidik membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan dari berbagai informasi yang diperoleh pada tahap <i>research</i> dengan panduan yang terdapat dalam LKPD.	Peserta didik membuat kesimpulan dari berbagai informasi yang diperoleh pada tahap <i>research</i> .	
Tahap 3 : Discovery	Pendidik mengarahkan peserta didik untuk mulai mendiskusikan tugas proyek	Setelah melakukan <i>research</i> , peserta didik mulai mendiskusikan tugas proyek	Engineering Merencanakan proyek yang akan dilakukan serta

	yang akan dilakukan sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD.	yang akan dilakukan beserta konsepnya sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD tahap <i>discovery</i> .	mendesain produk yang akan dibuat.
	Pendidik membimbing peserta didik selama kegiatan diskusi rencana proyek serta membuat proposal mini sesuai dengan panduan yang ada di LKPD bagian tahap <i>discovery</i> .	Peserta didik dapat bertanya kepada pendidik apabila mengalami kesulitan selama tahap <i>discovery</i> .	
Tahap 4 : Application	Pendidik meminta setiap kelompok untuk menyelesaikan tugas proyeknya sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i> .	Peserta didik bersama kelompoknya menyelesaikan tugas proyek yang belum selesai sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i> .	Engineering Membuat produk yang sudah direncanakan pada tahap <i>discovery</i> . Penggunaan fitur-fitur media <i>PhET Simulations</i>
	Pendidik meminta peserta didik mendiskusikan pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam LKPD berdasarkan produk yang sudah dibuat.	Peserta didik bersama kelompoknya mendiskusikan pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam LKPD berdasarkan produk yang sudah dibuat.	Science Penggunaan barang bekas dalam pembuatan produk untuk mengurangi pencemaran lingkungan Mathematics Melakukan

	<p>Pendidik meminta peserta didik untuk melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan dengan menggunakan media <i>PhET Simulations</i>, serta menganalisis hasil produknya berdasarkan instruksi yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>Setelah melakukan kerja proyek, peserta didik bersama kelompoknya melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan dengan menggunakan media <i>PhET Simulations</i>, serta menganalisis hasil produknya berdasarkan instruksi yang terdapat dalam LKPD.</p>	<p>perhitungan dengan menggunakan konsep fungsi kuadrat. Technology Penggunaan media <i>PhET Simulations</i> untuk menguji hasil perhitungan</p>
	<p>Pendidik membimbing dan memberikan bantuan kepada kelompok yang membutuhkan bantuan.</p>	<p>Peserta didik bertanya kepada pendidik jika terdapat kesulitan dalam melaksanakan kerja proyek.</p>	
	<p>Pendidik meminta peserta didik untuk menyiapkan presentasi hasil proyek yang dilakukan</p>	<p>Peserta didik bersama kelompoknya menyiapkan presentasi hasil proyeknya di depan kelas.</p>	
<p>Tahap 5 : Communication</p>	<p>Pendidik menyampaikan aturan presentasi.</p>	<p>Peserta didik mendengarkan aturan presentasi yang disampaikan pendidik.</p>	-

	Pendidik memonitor jalannya presentasi kelompok hasil proyek yang telah dilakukan.	Peserta didik bersama kelompoknya mempresentasikan hasil kerja proyek.	
	Pendidik memberikan kesempatan bertanya dan berpendapat pada kelompok lain yang tidak presentasi.	Peserta didik bertanya kepada kelompok yang sedang presentasi dan kelompok yang sedang presentasi menanggapi pertanyaan yang diberikan.	
	Pendidik memberikan tanggapan mengenai hasil proyek yang sudah dilakukan.	Peserta didik menyimak tanggapan pendidik mengenai hasil proyeknya.	
Kegiatan Penutup			
Penutup	Pendidik membimbing peserta didik untuk mengumpulkan LKPD, menyimpulkan pembelajaran, dan merefleksikan pembelajaran, serta menyampaikan pembelajaran yang akan dilakukan, memberi semangat,	Peserta didik mengumpulkan LKPD, menyimpulkan pembelajaran, menjawab pertanyaan pendidik, memperhatikan penjelasan pendidik, berdoa bersama, dan menjawab salam.	-

	mengajak berdoa, memberi salam.		
--	---------------------------------	--	--

Komponen modul ajar pembelajaran matematika yang dikembangkan terdiri dari informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Adapun komponen-komponen tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 5
Komponen Modul Ajar Pembelajaran Matematika

No	Komponen Modul Ajar	Uraian
1	Informasi umum	
	a. Identitas modul	Nama penyusun modul ajar, nama institusi/sekolah, tahun penyusunan modul ajar, jenjang sekolah, fase/kelas, elemen/materi pokok, alokasi waktu.
	b. Kompetensi awal	Pengetahuan atau keterampilan peserta didik yang harus dimiliki sebelum mempelajari materi fungsi kuadrat adalah menjelaskan tentang fungsi, grafik fungsi, persamaan kuadrat, sistem koordinat kartesius, menyelesaikan persamaan kuadrat dengan berbagai cara, dan menggambar grafik berdasarkan informasi fungsi yang tersedia.
	c. Profil Pelajar Pancasila	Profil pelajar pancasila yang digunakan adalah beriman; bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia; gotong royong; mandiri; dan berpikir kreatif.
	d. Sarana dan prasarana	Sarana dan prasarana yang digunakan selama proses pembelajaran adalah laptop; <i>smartphone</i> ; papan tulis; LCD proyektor; spidol papan tulis; alat-alat tulis; LKPD; lembar asesmen; buku teks pelajaran; <i>website PhET Simulations</i> ; alat dan bahan proyek.
	e. Target peserta didik	Peserta didik yang menjadi target pada pembelajaran ini adalah peserta didik reguler.
	f. Model	Model pembelajaran yang digunakan

	pembelajaran yang digunakan	adalah model PjBL-STEM (Model <i>Project Based Learning</i> dengan Pendekatan STEM) dengan moda pembelajaran tatap muka.
2	Komponen inti	
	a. Tujuan pembelajaran	Tujuan pembelajaran yang digunakan dalam modul ajar ini adalah dengan menggunakan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> , peserta didik diharapkan dapat menginterpretasikan karakteristik dari fungsi kuadrat dan menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan fungsi kuadrat dengan benar.
	b. Pemahaman bermakna	Manfaat yang peserta didik dapatkan setelah mengikuti pembelajaran materi fungsi kuadrat sub materi karakteristik fungsi kuadrat dan menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan fungsi kuadrat.
	c. Pertanyaan pemantik	Pertanyaan-pertanyaan yang dapat mendorong rasa ingin tahu peserta didik mengenai tujuan pembelajaran.
	d. Kegiatan pembelajaran	Kegiatan pembelajaran dalam modul ajar ini berisi langkah-langkah pembelajaran yang berpedoman pada model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> beserta alokasi waktunya.
	e. Asesmen	Asesmen pada modul ajar ini berupa asesmen individu dan kelompok. Asesmen individu dilakukan secara observasi berdasarkan sikap peserta didik dan secara tertulis berupa soal uraian. Asesmen kelompok dilakukan secara observasi berdasarkan performa kelompok dalam mengerjakan proyek dan LKPD.
	f. Refleksi peserta didik dan pendidik	Renungan untuk peserta didik dan pendidik setelah melakukan kegiatan pembelajaran.

3	Lampiran	
	a. LKPD	<p>LKPD dalam modul ajar ini terdiri dari bagian <i>cover</i> dan isi.</p> <p>Pada bagian <i>cover</i>, terdapat judul, ilustrasi gambar, tempat identitas peserta didik, tujuan pembelajaran, dan petunjuk penggunaan LKPD. Judul dari LKPD adalah LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) materi fungsi kuadrat matematika kelas X (fase E).</p> <p>Pada bagian isi, terdapat tahap-tahap pembelajaran yang sesuai dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i>, pertanyaan-pertanyaan, beserta kolom jawabannya. Tahapan pembelajaran yang ada di dalam LKPD adalah tahap <i>reflection</i>, <i>research</i>, <i>discovery</i>, <i>application</i>, dan <i>communication</i>.</p> <p>Pada bagian tahap <i>reflection</i>, terdapat suatu bacaan, permasalahan, pertanyaan, beserta kolom jawabannya.</p> <p>Pada bagian tahap <i>research</i>, terdapat pertanyaan, kolom jawaban, petunjuk penggunaan media <i>PhET Simulations</i>, dan tabel konsep materi karakteristik fungsi kuadrat yang harus dilengkapi oleh peserta didik. Untuk melengkapinya, peserta didik dapat menggunakan bantuan internet dan media <i>PhET Simulations</i>.</p> <p>Pada bagian tahap <i>discovery</i>, terdapat petunjuk proyek dan bentuk proposal mini yang digunakan sebagai panduan untuk membuat rencana proyek.</p> <p>Pada bagian tahap <i>application</i>, terdapat pertanyaan, kolom jawaban, dan langkah-langkah perhitungan, pengujian dengan menggunakan media <i>PhET Simulations</i>, serta analisis kesimpulan hasil proyek.</p> <p>Pada bagian tahap <i>communication</i>, terdapat kolom tanggapan dari kelompok lain dan pendidik.</p>

	b. Pengayaan dan remedial	Pengayaan dalam modul ajar ini adalah diberikan soal latihan berkelanjutan (soal-soal HOTS) tentang materi fungsi kuadrat. Remedial dalam modul ajar ini adalah diberikan bimbingan perorangan/ kelompok mengenai materi yang belum dipahami dan mengerjakan ulang tes tertulis.
	c. Bahan Bacaan Pendidik dan Peserta Didik	Bahan bacaan pendidik dan peserta didik dalam modul ajar ini yang digunakan untuk memperdalam materi terdiri dari buku paket matematika, <i>website PhET Simulations</i> , dan situs internet.
	d. Glosarium	Kumpulan istilah-istilah dan definisi terkait materi fungsi kuadrat.
	e. Daftar pustaka	Sumber referensi yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

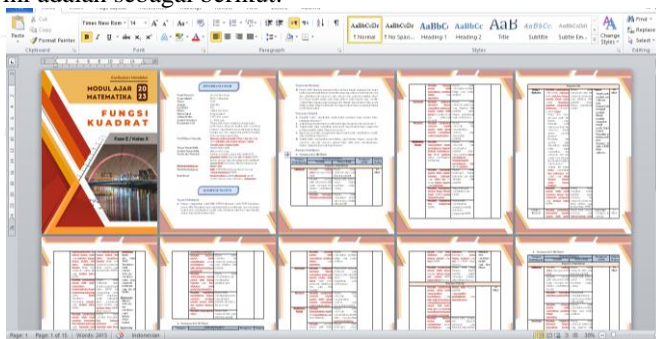
Cara untuk mengetahui keefektifan modul ajar pembelajaran matematika untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas X MAPK MAN 1 Mojokerto adalah dengan menggunakan lembar *pretest* dan *posttest*. Materi pada lembar tersebut mengacu pada tujuan pembelajaran yang ingin dicapai yaitu karakteristik dari fungsi kuadrat dan penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan fungsi kuadrat. Lembar *pretest* dan *posttest* terdiri dari 5 soal uraian dengan lama waktu pengerjaannya 60 menit. Kemudian, hasil pengerjaan tersebut dinilai secara manual dengan berpedoman pada rubrik penilaian soal *pretest* dan *posttest* yang sudah dibuat.

Lembar validasi ahli dirancang dengan tujuan untuk menilai dan memberikan saran dan masukan terhadap modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*. Terdapat dua macam lembar validasi yang telah dibuat dalam penelitian ini, yaitu lembar validasi modul ajar pembelajaran matematika serta lembar validasi lembar *pretest* dan *posttest*. Lembar validasi menggunakan media manual yaitu dalam bentuk kertas dengan angket *skala Likert* sebagai sistem penilaiannya. Kriteria penilaian setiap indikator dan aspek penilaian terdiri

dari lima kriteria, yaitu (1) Tidak Valid (2) Kurang Valid, (3) Cukup Valid, (4) Valid, dan (5) Sangat Valid. Para validator juga dapat menuliskan saran dan komentar perbaikan pada kolom yang telah disediakan di kertas demi terbentuknya modul ajar pembelajaran matematika yang valid, praktis, dan efektif.

c. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahap ketiga yaitu tahap *development* atau pengembangan. Pada tahap pengembangan, proses pembuatan atau pengembangan produk yaitu modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* serta lembar *pretest* dan *posttest*-nya berdasarkan rancangan pada tahap perancangan mulai dilakukan. Modul ajar pembelajaran matematika yang disusun memuat tiga komponen yaitu informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Peneliti membuat produk nyata yang siap untuk diterapkan kepada peserta didik. Pembuatan modul ajar pembelajaran matematika serta lembar *pretest* dan *posttest*-nya menggunakan bantuan fitur-fitur yang ada di *software microsoft word 2010*. Fitur-fitur tersebut digunakan untuk memberi warna pada tulisan, merapikan tulisan, membuat gambar sederhana, menambahkan gambar, membuat tabel, merapikan tabel, dan memberi warna pada tabel. Adapun tampilan sekilas proses pengembangan produk menggunakan *software microsoft word 2010* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 2
Pengembangan Modul Ajar dengan *Software Microsoft Word 2010*

Penelitian ini menggunakan bantuan fitur-fitur yang ada di *website canva* untuk proses pengembangan produk yang berkaitan dengan desain tampilan. *Website* tersebut digunakan untuk mempermudah proses pembuatan dan membuat tampilan modul ajar yang dikembangkan menjadi lebih menarik. Fitur-fitur di *canva* seperti fitur *template*, *text customization*, serta *elemen* berupa ilustrasi dan *icon* digunakan untuk memberi posisi dasar dari setiap elemen, menambahkan gambar, mengedit gambar, merapikan gambar, menambahkan tulisan, mengedit tulisan, dan merapikan tulisan sesuai dengan keinginan. Adapun tampilan sekilas proses pengembangan desain tampilan produk menggunakan *website canva* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 4.3
Pengembangan Desain Tampilan Produk dengan *Website Canva*

Produk yang sudah dikembangkan akan dikonsultasikan kepada dosen pembimbing agar produk tersebut menjadi produk yang lebih baik sebelum dilakukan proses validasi. Apabila produk tersebut sudah direvisi dan mendapat persetujuan dari dosen pembimbing untuk melakukan validasi, proses validasi kepada para validator bisa dilaksanakan. Proses validasi dilakukan pada tanggal 20 Februari – 28 Februari 2023. Proses validasi modul ajar pembelajaran matematika serta lembar *pretest* dan *posttest* dilakukan oleh tiga validator. Adapun nama-nama validator tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 6
Daftar Nama-nama Validator

No	Nama Validator	Keterangan
1	Lisanul Uswah Sadieda, M.Pd	Dosen Pendidikan Matematika
2	Dr. Suparto, M. Pd.I	Dosen Pendidikan Matematika
3	Anis Fuji Qurillah, S. Pd	Pendidik Matematika

Selanjutnya, produk tersebut direvisi berdasarkan saran dan masukan dari para validator agar produk layak untuk diimplementasikan.

d. Tahap *Implementation* (Penerapan)

Tahap keempat yaitu tahap *implementation* atau penerapan. Tahap penerapan dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang sudah revisi serta dikatakan valid dan praktis terhadap 22 peserta didik kelas X MAPK MAN 1 Mojokerto pada tanggal 2 Maret – 16 Maret 2023. Sebelum modul ajar diterapkan, peserta didik diberi tes awal (*pretest*). Peserta didik juga diberikan tes akhir (*posttest*) setelah modul ajar tersebut diterapkan. Hal itu dilakukan agar mengetahui keefektifan penerapan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar. Modul ajar pembelajaran matematika tersebut digunakan untuk tiga pertemuan. Adapun rincian kegiatan pembelajaran yang mengacu pada modul ajar pembelajaran matematika tersebut, sebagai berikut.

Tabel 4. 7
Jadwal Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan ke-	Tanggal	Kegiatan Pembelajaran
1	9 Maret 2023	a) Melalui diskusi kelompok menggunakan LKPD, peserta didik memahami permasalahan yang disajikan dan menjawab pertanyaan pada tahap <i>reflection</i> . b) Melalui diskusi kelompok menggunakan LKPD, peserta didik

		<p>mencari informasi yang ditanyakan pada tahap <i>research</i> dengan menggunakan internet dan bantuan media <i>PhET Simulations</i>.</p> <p>c) Melalui diskusi kelompok menggunakan LKPD, peserta didik menyimpulkan karakteristik fungsi kuadrat berdasarkan informasi-informasi yang sudah dicari.</p>
2	9 Maret 2023	Melalui diskusi kelompok menggunakan LKPD, peserta didik memahami petunjuk proyek dan membuat rencana tugas proyek dalam bentuk proposal mini seperti contoh pada tahap <i>discovery</i> .
3	16 Maret 2023	<p>a) Melalui diskusi kelompok menggunakan LKPD, peserta didik menyelesaikan tugas proyek sesuai dengan rencana, menjawab pertanyaan - pertanyaan, melakukan perhitungan, menguji hasil perhitungan dengan media <i>PhET Simulations</i>, dan menganalisis hasil proyeknya berdasarkan instruksi pada tahap <i>application</i>.</p> <p>b) Peserta didik mempersiapkan presentasi hasil proyek</p> <p>c) Peserta didik mempresentasikan hasil proyeknya.</p>

e. Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap terakhir dari proses pengembangan pada penelitian ini yaitu tahap *evaluation* atau evaluasi. Pada tahap ini, peneliti menilai seberapa besar keefektifan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik MAN 1 Mojokerto. Peneliti melakukan tahap evaluasi setelah pembelajaran diterapkan dan mendapatkan data hasil belajar berupa nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Hal tersebut dilakukan pada tanggal 17 – 24 Maret 2023. Berdasarkan data yang sudah diperoleh, peneliti menganalisis ketuntasan hasil belajar dan seberapa

besar peningkatan hasil belajar antara nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Setelah mengetahui hasilnya, peneliti membuat kesimpulan pada hasil pengembangannya.

2. Deskripsi dan Analisis Data Kevalidan Produk

a. Deskripsi dan Analisis Data Kevalidan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Penilaian kevalidan oleh validator terhadap hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* mencakup beberapa aspek yaitu aspek komponen, isi, tampilan, waktu, dan bahasa. Adapun hasil penilaian validator terhadap modul ajar pembelajaran matematika yang telah dikembangkan dapat disajikan pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 8

Penyajian Data Hasil Validasi Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Aspek Penilaian	Indikator	Validator ke -			Rata-rata Setiap Indikator (RI _i)	Rata-rata Setiap Aspek (RA _j)
		1	2	3		
Komponen Modul Ajar	Nama sekolah tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	4,40
	Tahun pembuatan tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Jenjang sekolah tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Materi Pembelajaran Tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Fase/kelas tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Alokasi waktu tercantum dengan tepat	4	4	4	4,00	
	Kompetensi awal tercantum dengan tepat	4	4	5	4,33	

	Profil pelajar pancasila tercantum dengan tepat	4	4	4	4,00	
	Sarana dan prasarana tercantum dengan tepat	4	4	5	4,33	
	Target peserta didik tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Model pembelajaran tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Tujuan pembelajaran tercantum dengan tepat	3	4	5	4,00	
	Judul LKPD tercantum dengan jelas	5	4	5	4,67	
	Petunjuk penggunaan LKPD tercantum dengan jelas	4	4	4	4,00	
	Tujuan pembelajaran dalam LKPD tercantum dengan jelas	3	4	5	4,00	
	Identitas peserta didik tercantum dengan jelas	5	4	4	4,33	
Isi Modul Ajar	Kesesuaian pemahaman bermakna dengan materi pembelajaran	4	4	4	4,00	4,26
	Kesesuaian pertanyaan pemantik dengan materi pembelajaran	4	4	5	4,33	
	Kesesuaian sintaks model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i> di langkah-langkah	3	4	5	4,00	

pembelajaran				
Penerapan sintaks model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i> di langkah-langkah pembelajaran sudah terlihat	4	4	5	4,33
Kesesuaian materi dengan langkah model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i>	4	4	5	4,33
Kesesuaian asesmen yang akan dilakukan dengan langkah-langkah pembelajaran	4	4	5	4,33
Bentuk pengayaan dan remedial untuk peserta didik sudah terlihat	4	4	4	4,00
Bentuk refleksi peserta didik dan pendidik sudah terlihat	4	4	4	4,00
Kesesuaian isi LKPD sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran	4	4	5	4,33
Masalah yang disajikan dalam LKPD bersifat kontekstual	5	4	5	4,67
LKPD memuat tahapan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulation</i>	4	4	5	4,33
Peranan LKPD dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik	4	4	5	4,33

	LKPD mudah untuk dipahami dan diselesaikan oleh peserta didik	3	4	5	4,00	
	Instrumen penilaian/asesmen sudah terlihat	5	4	5	4,67	
Tampilan	Tulisan dalam modul ajar tersusun dengan jelas dan rapi	4	4	5	4,33	4,44
	Gambar dan tulisan dalam LKPD tersusun dengan jelas dan rapi	4	4	5	4,33	
	Tampilan LKPD menarik	5	4	5	4,67	
Waktu	Adanya pembagian waktu di setiap langkah pembelajaran secara jelas	3	4	5	4,00	4,00
Bahasa	Kaidah bahasa indonesia yang digunakan dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)	4	4	5	4,33	4,33
	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	4	4	5	4,33	
Rata-rata Total Validasi (RTV) Modul Ajar Pembelajaran Matematika						4,29

Berdasarkan hasil validasi pada tabel di atas, aspek penilaian yang pertama yaitu aspek komponen modul ajar yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,40. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek komponen modul ajar berada pada kriteria sangat valid. Namun, apabila dilihat dari hasil validasi untuk setiap indikatornya, terdapat beberapa indikator yang mendapatkan

nilai kevalidan rendah yaitu indikator alokasi waktu, indikator profil pelajar pancasila, indikator tujuan pembelajaran, indikator petunjuk penggunaan LKPD, dan indikator tujuan pembelajaran pada LKPD. Indikator-indikator tersebut memperoleh nilai kevalidan 4,00.

Pada indikator alokasi waktu, indikator profil pelajar pancasila, dan indikator petunjuk penggunaan LKPD, ketiga validator memberikan nilai empat yang artinya setiap indikator tersebut sudah tercantum dengan baik di modul ajar pembelajaran matematika yang sudah dikembangkan. Meskipun ketiga indikator tersebut termasuk indikator yang mendapatkan nilai rendah dalam aspek komponen, namun validator pertama dan kedua berpendapat bahwa alokasi, profil pelajar pancasila, dan petunjuk penggunaan LKPD yang terdapat dalam modul ajar pembelajaran matematika sudah tepat sehingga tidak perlu melakukan proses revisi pada bagian tersebut. Tetapi, validator ketiga menambahkan bahwa profil pelajar pancasila yang dicantumkan dalam modul ajar pembelajaran matematika terlalu banyak sehingga perlu adanya proses revisi. Profil pelajar pancasila yang seharusnya dicantumkan hanya profil beriman; bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia; gotong royong; mandiri; dan berpikir kreatif saja. Hal tersebut dilakukan agar pendidik tidak mengalami kesulitan dalam melakukan penilaian profil pelajar pancasila selama pembelajaran berlangsung.

Penilaian pada ketiga indikator berbeda dengan penilaian pada indikator tujuan pembelajaran dan indikator tujuan pembelajaran pada LKPD. Untuk kedua indikator tersebut, validator pertama memberikan nilai tiga yang artinya cukup baik, validator kedua memberikan nilai empat yang artinya baik, dan validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya sangat baik. Pada indikator tujuan pembelajaran, tujuan pembelajaran yang tercantum kurang spesifik. Seharusnya tujuan pembelajaran yang dipilih lebih dispesifikkan lagi agar tujuan yang ingin dicapai selama pembelajaran lebih terfokus. Tetapi para validator menyatakan tidak perlu melakukan revisi pada bagian tersebut karena masih bisa ditoleransi. Pada indikator tujuan

pembelajaran dalam LKPD, validator pertama menyatakan bahwa tujuan tersebut tidak menyertakan *degree*-nya sehingga tujuan pembelajaran dalam LKPD tersebut harus direvisi dengan menyertakan *degree* yang sudah ada di komponen modul ajar yang tujuan pembelajaran.

Aspek penilaian yang kedua yaitu aspek isi modul ajar yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,26. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek isi modul ajar berada pada kriteria sangat valid. Namun, apabila dilihat dari hasil validasi untuk setiap indikatornya, terdapat beberapa indikator yang mendapatkan nilai kevalidan rendah yaitu indikator kesesuaian pemahaman bermakna dengan materi pembelajaran, kesesuaian sintaks model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulation* di langkah-langkah pembelajaran, bentuk pengayaan dan remedial untuk peserta didik, bentuk refleksi peserta didik dan pendidik, dan kemudahan peserta didik dalam memahami LKPD. Indikator-indikator tersebut memperoleh nilai kevalidan 4,00.

Pada indikator kesesuaian pemahaman bermakna dengan materi pembelajaran, indikator bentuk pengayaan dan remedial untuk peserta didik, dan indikator bentuk refleksi peserta didik dan pendidik, ketiga validator memberikan nilai empat yang artinya setiap indikator tersebut sudah tercantum dengan baik di modul ajar pembelajaran matematika yang sudah dikembangkan. Meskipun ketiga indikator tersebut termasuk indikator yang mendapatkan nilai rendah dalam aspek isi, namun validator kedua dan ketiga berpendapat bahwa pemahaman bermakna, bentuk pengayaan dan remedial untuk peserta didik, serta bentuk refleksi peserta didik dan pendidik yang terdapat dalam modul ajar pembelajaran matematika sudah sesuai dan tepat sehingga tidak perlu melakukan proses revisi pada bagian tersebut. Validator pertama menambahkan bahwa terdapat sedikit salah penulisan pada bagian refleksi peserta didik dan pendidik yaitu “fungsi kuadrat” yang harus diperbaiki menjadi “fungsi kuadrat.”

Penilaian pada ketiga indikator berbeda dengan penilaian pada indikator kesesuaian sintaks model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulation* di langkah-

langkah pembelajaran dan indikator LKPD mudah untuk dipahami dan diselesaikan oleh peserta didik. Untuk kedua indikator tersebut, validator pertama memberikan nilai tiga yang artinya cukup baik, validator kedua memberikan nilai empat yang artinya baik, dan validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya sangat baik. Pada indikator kesesuaian sintaks model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* di langkah-langkah pembelajaran, validator kedua dan ketiga menyatakan bahwa sintaks atau tahapan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang ada di bagian kegiatan pembelajaran modul ajar sudah tepat dan sesuai. Namun pernyataan dari validator pertama sedikit berbeda dari pernyataan kedua validator tersebut sehingga validator pertama memberikan nilai validasi tiga.

Validator pertama menyatakan bahwa masih terdapat sintaks model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang kurang tepat di kegiatan pembelajaran seperti penggunaan kalimat pertanyaan pada tahap *reflection*, kalimat motivasi pendidik pada pertemuan kedua, kalimat pada tahap *discovery*, dan kalimat pada tahap *application* yang kurang tepat sehingga perlu adanya proses revisi pada bagian tersebut. Selanjutnya pada indikator kemudahan peserta didik dalam memahami LKPD, validator pertama menyatakan bahwa terdapat bagian LKPD yaitu permasalahan proyek yang masih terlihat sedikit sulit untuk dipahami peserta didik sehingga permasalahan proyek dalam LKPD perlu dilakukan revisi dan dikonsultasikan kembali kepada validator agar permasalahan proyek menjadi lebih nyata serta mudah dipahami oleh peserta didik.

Aspek penilaian yang ketiga yaitu aspek tampilan yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,44. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek tampilan modul ajar berada pada kriteria sangat valid. Untuk setiap indikatornya, terdapat beberapa indikator yang mendapatkan nilai kevalidan yang rendah yaitu indikator susunan tulisan dalam modul ajar dan indikator susunan gambar serta tulisan dalam LKPD. Indikator-indikator tersebut memperoleh nilai kevalidan 4,33. Untuk kedua indikator pada aspek kelima tersebut, validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya

sangat baik, validator pertama dan kedua memberikan nilai empat yang artinya baik. Hal tersebut menjelaskan bahwa tampilan pada modul ajar yang dikembangkan baik tulisan atau gambarnya sudah tersusun dengan rapi, jelas, dan menarik sehingga tidak ada bagian dari modul ajar yang tampilannya perlu direvisi.

Aspek penilaian yang keempat yaitu aspek pembagian waktu yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,00. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek waktu pada modul ajar berada pada kriteria sangat valid. Perolehan nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan nilai antar validator yang terlihat signifikan. Validator pertama memberikan nilai tiga yang artinya cukup baik, validator kedua memberikan nilai empat yang artinya baik, dan validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya sangat baik. Validator ketiga menyatakan bahwa pembagian waktu di setiap langkah pembelajaran sudah terlihat dengan jelas dan tepat. Namun pernyataan dari validator pertama sedikit berbeda dari validator ketiga sehingga validator pertama memberikan nilai validasi tiga.

Validator pertama menyatakan bahwa masih terdapat kegiatan inti pembelajaran pada pertemuan kedua dan pertemuan ketiga yang kegiatannya kurang jelas. Tentunya, hal tersebut akan dapat mempengaruhi pembagian waktu saat modul ajar pembelajaran matematika diterapkan kepada peserta didik. Kegiatan pembelajaran di pertemuan kedua yang dapat menimbulkan pertanyaan yakni kalimat “Pendidik mengarahkan kepada peserta didik untuk mulai mendiskusikan tugas proyek yang akan dilakukan sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD” dengan alokasi waktu 25 menit. Pertanyaan yang dapat muncul dari langkah tersebut adalah “apakah pada pertemuan kedua masih belum ada tugas proyeknya ?” Meskipun menimbulkan pertanyaan, para validator memberi tanggapan bahwa alokasi waktu pada langkah tersebut tidak perlu untuk direvisi, hanya saja perlu untuk sedikit merevisi kalimat pada langkah pembelajarannya agar lebih jelas. Hal yang hampir sama juga terjadi pada kegiatan pembelajaran inti di pertemuan ketiga. Pembagian

waktu pada kegiatan inti adalah 50 menit untuk tahap *application* dan 20 menit untuk tahap *communication*.

Jadi, validator pertama berpendapat bahwa apabila tahap *communication* hanya waktu 20 menit untuk lima kelompok, peserta didik akan kurang leluasa dalam memahami penyampaian kelompok lain dan saling memberikan pendapatnya. Oleh karena itu, alokasi waktu pada tahap *communication* direvisi menjadi 30 menit dan tahap *application* direvisi menjadi 40 menit. Jadi pada tahap *application*, setiap kelompok diberikan waktu selama 10 menit untuk menyempurnakan hasil proyeknya, baru kemudian setiap kelompok melakukan pengujian, menganalisis, dan menyimpulkan hasil selama 30 menit.

Aspek penilaian yang kelima yaitu aspek bahasa yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,33. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek bahasa pada modul ajar berada pada kriteria sangat valid. Untuk setiap indikator pada aspek kelima, validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya sangat baik, validator pertama dan kedua memberikan nilai empat yang artinya baik. Hal tersebut menjelaskan bahwa modul ajar yang dikembangkan menggunakan bahasa yang sesuai dengan PUEBI dan mudah dipahami sehingga hanya sedikit bagian dari modul ajar yang tata bahasanya perlu direvisi.

Berdasarkan penjelasan dari kelima aspek penilaian kevalidan modul ajar, modul ajar pembelajaran matematika yang sudah dikembangkan memperoleh nilai rata-rata total validasi (RTV) sebesar 4,29. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, maka hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dapat dinyatakan “sangat valid”.

b. Deskripsi dan Analisis Data Kevalidan Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Penilaian kevalidan oleh validator terhadap hasil pengembangan lembar *pretest* dan *posttest* untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya modul ajar pembelajaran matematika terdiri dari beberapa aspek yaitu aspek komponen, isi, tata bahasa, dan kalimat.

Adapun hasil penilaian validator terhadap lembar *pretest* dan *posttest* yang telah dikembangkan dapat disajikan pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 9
Penyajian Data Hasil Validasi Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Aspek	Indikator	Validator ke -			Rata-rata Setiap Indikator (RI_i)	Rata-rata Setiap Aspek (RA_i)
		1	2	3		
Komponen <i>pretest-posttest</i>	Judul tercantum dengan tepat	3	4	5	4,00	4,48
	Mata pelajaran dan materi pokok tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Alokasi waktu tercantum dengan tepat	4	4	5	4,33	
	Fase/kelas tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Semester tercantum dengan tepat	4	4	5	4,33	
	Tahun pelajaran tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
	Petunjuk pengisian soal tercantum dengan tepat	5	4	5	4,67	
Isi	Kesesuaian soal <i>pretest-posttest</i> dengan capaian pembelajaran	4	4	5	4,33	4,26
	Kesesuaian soal <i>pretest-posttest</i> dengan tujuan pembelajaran	4	4	5	4,33	
	Kesesuaian soal <i>pretest-posttest</i> dengan indikator	4	4	5	4,33	

	soal					
	Kesesuaian bobot soal <i>pretest-posttest</i> dengan peserta didik MA/SMA sederajat	4	4	4	4,00	
	Kebenaran pedoman penilaian <i>pretest-posttest</i>	4	4	5	4,33	
Tata Bahasa dan Kalimat	Bahasa jelas dan mudah dipahami	4	4	5	4,33	4,33
	Kaidah bahasa indonesia yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)	4	4	5	4,33	
	Kalimat yang digunakan tidak bermakna ganda	4	4	5	4,33	
	Huruf dan nomor ditulis dengan jelas	4	4	5	4,33	
Rata-rata Total Validasi (RTV) Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>						4,36

Berdasarkan hasil validasi pada tabel di atas, aspek penilaian yang pertama yaitu aspek komponen yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,48. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek komponen *pretest-posttest* berada pada kriteria sangat valid. Namun, apabila dilihat dari hasil validasi untuk setiap indikatornya, terdapat indikator yang mendapatkan nilai kevalidan paling rendah yaitu indikator judul lembar dengan nilai kevalidan sebesar 4,00. Perolehan nilai tersebut dipengaruhi oleh adanya perbedaan nilai antar validator yang signifikan. Validator pertama memberikan nilai tiga yang artinya cukup baik, validator kedua memberikan nilai empat yang artinya baik, dan validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya

sangat baik. Meskipun nilai yang diberikan oleh validator pertama tergolong cukup baik, namun terdapat alasan yang membuat validator pertama memberikan nilai tersebut. Alasannya adalah adanya kesalahan dalam penulisan judul lembar *pretest* dan *posttest*. Judul pada lembar tersebut tertulis “Lembar Soal *Pretest dan Pretest*”. Padahal seharusnya, penulisan judul lembar *pretest* dan *posttest* yang tepat adalah “Lembar Soal *Pretest dan Posttest*.”

Aspek penilaian yang kedua yaitu aspek isi lembar *pretest* dan *posttest* yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,26. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek isi lembar *pretest* dan *posttest* berada pada kriteria sangat valid. Selanjutnya, apabila dilihat dari hasil validasi untuk setiap indikatornya, terdapat indikator yang mendapatkan nilai kevalidan paling rendah yaitu kesesuaian bobot soal *pretest-posttest* dengan peserta didik MA/SMA sederajat dengan nilai kevalidan 4,00. Pada indikator tersebut, ketiga validator memberikan nilai empat yang artinya bobot soal *pretest* dan *posttest* untuk peserta didik MA/SMA sederajat sudah baik. Meskipun termasuk indikator yang mendapatkan nilai paling rendah pada aspek isi, namun validator ketiga berpendapat bahwa soal-soal yang akan diberikan kepada peserta didik sudah sesuai dengan soal jenjang MA/SMA dan tidak perlu melakukan proses revisi isi lembar *pretest* dan *posttest*.

Aspek penilaian yang ketiga yaitu tata bahasa dan kalimat yang mendapatkan rata-rata sebesar 4,33. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, aspek tata bahasa dan kalimat berada pada kriteria sangat valid. Untuk setiap indikator pada aspek ketiga, validator ketiga memberikan nilai lima yang artinya sangat baik, validator pertama dan kedua memberikan nilai empat yang artinya baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa lembar *pretest* dan *posttest* yang sudah dikembangkan menggunakan tata bahasa dan kalimat yang baik sehingga tidak perlu melakukan proses revisi mengenai tata bahasa dan kalimatnya.

Berdasarkan penjelasan dari ketiga aspek penilaian kevalidan lembar *pretest* dan *posttest*, lembar *pretest* dan *posttest* yang sudah dikembangkan memperoleh nilai rata-rata

total validasi (RTV) sebesar 4,36. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.5 kriteria kevalidan, maka hasil pengembangan lembar *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya modul ajar pembelajaran matematika dapat dinyatakan “sangat valid”.

3. Deskripsi dan Analisis Data Kepraktisan Produk

a. Deskripsi dan Analisis Data Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Data kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* didapat dari lembar validasi. Skor akhir pada lembar validasi dijadikan sebagai acuan dalam menentukan rata-rata nilai kepraktisan modul ajar dan mengkategorikan kriteria kepraktisannya berdasarkan tabel 3.7 kriteria kepraktisan. Data kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika yang telah dikembangkan dapat disajikan pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.10
Penyajian Data Kepraktisan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Modul Ajar Pembelajaran Matematika				
Validator ke-	Nilai Kepraktisan	Rata-rata Nilai Kepraktisan	Kriteria	Ket
1	83,89	86,66	A	Dapat digunakan tanpa revisi
2	80,00			
3	96,10			

Berdasarkan data kepraktisan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika pada tabel di atas, nilai kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika diperoleh dari tiga validator, sehingga modul ajar tersebut memperoleh rata-rata nilai kepraktisan sebesar 86,66. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.7 kriteria kepraktisan, modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang sudah dikembangkan mendapatkan kriteria “A” yang artinya modul ajar tersebut dapat digunakan tanpa revisi. Kemudian, apabila melihat nilai kepraktisan yang diberikan oleh setiap validator, nilai kepraktisan modul ajar pembelajaran matematika yang

paling rendah diberikan oleh validator kedua sebesar 80. Hal tersebut disebabkan oleh kurang tepatnya alokasi waktu, tujuan pembelajaran, dan permasalahan proyek dalam LKPD.

b. Deskripsi dan Analisis Data Kepraktisan Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Data kepraktisan hasil pengembangan lembar *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya modul ajar pembelajaran matematika didapat dari lembar validasi yang sudah diisi oleh para validator. Skor akhir pada lembar validasi dijadikan sebagai acuan dalam menentukan rata-rata nilai kepraktisan lembar *pretest* dan *posttest* dan mengkategorikan kriteria kepraktisannya berdasarkan tabel 3.7 kriteria kepraktisan. Adapun data kepraktisan hasil pengembangan lembar *pretest* dan *posttest* dapat disajikan pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4. 11
Penyajian Data Kepraktisan Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>				
Validator ke-	Nilai Kepraktisan	Rata-rata Nilai Kepraktisan	Kriteria	Ket
1	83,75	87,50	A	Dapat digunakan tanpa revisi
2	80,00			
3	98,75			

Berdasarkan data kepraktisan pada tabel di atas, nilai kepraktisan hasil pengembangan lembar *pretest* dan *posttest* diperoleh dari tiga validator, sehingga lembar *pretest* dan *posttest* tersebut memperoleh rata-rata nilai kepraktisan sebesar 87,50. Apabila dikategorikan berdasarkan tabel 3.7 kriteria kepraktisan, hasil pengembangan lembar *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya modul ajar pembelajaran matematika mendapatkan kriteria “A” yang artinya lembar *pretest* dan *posttest* tersebut dapat digunakan tanpa revisi. Kemudian, apabila melihat nilai kepraktisan yang diberikan oleh setiap validator, nilai kepraktisan lembar *pretest* dan *posttest* yang paling rendah diberikan oleh

validator kedua sebesar 80. Hal tersebut dikarenakan beberapa alasan yaitu penulisan judul, semester, dan alokasi waktu pada lembar soal *pretest* dan *posttest* yang kurang tepat.

4. Deskripsi dan Analisis Data Keefektifan Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Data keefektifan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik diperoleh dari tes tulis yaitu *pretest* dan *posttest*. Tahap *pretest* dilaksanakan pada tanggal 2 Maret 2023, sedangkan tahap *posttest* dilaksanakan pada tanggal 16 Maret 2023. Proses analisis data keefektifan modul ajar pembelajaran matematika tersebut terdiri dari ketuntasan hasil belajar, uji normalitas, dan peningkatan antara nilai *pretest* dan *posttest*.

a. Data Ketuntasan Hasil Belajar

Analisis data ketuntasan hasil belajar peserta didik dilakukan dengan cara membandingkan persentase ketuntasan hasil belajar secara klasikal antara nilai *pretest* dan *posttest* dari 22 peserta didik di kelas 10 MAPK. peserta didik dikatakan tuntas hasil belajarnya jika memiliki nilai sama dengan atau di atas nilai KKM yaitu 75 dengan ketuntasan hasil belajar secara klasikal 75%. Deskripsi data ketuntasan hasil belajar peserta didik telah dijelaskan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 12

Penyajian Data Ketuntasan Hasil Belajar Peserta Didik

No	Nama Peserta Didik	Pretest		Posttest	
		Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan
1	ADAA	55	Tidak Tuntas	87	Tuntas
2	AKLP	78	Tuntas	86	Tuntas
3	APP	50	Tidak Tuntas	72	Tidak Tuntas
4	AAA	78	Tuntas	91	Tuntas
5	CAP	85	Tuntas	88	Tuntas
6	DRA	76	Tuntas	75	Tuntas
7	EPR	75	Tidak Tuntas	86	Tuntas
8	FAIH	68	Tidak Tuntas	87	Tuntas
9	FPC	65	Tidak Tuntas	75	Tuntas
10	HSAZ	60	Tidak Tuntas	78	Tuntas

11	JFN	55	Tidak Tuntas	77	Tuntas
12	KSM	60	Tidak Tuntas	73	Tidak Tuntas
13	LRD	73	Tidak Tuntas	82	Tuntas
14	LW	75	Tuntas	76	Tuntas
15	MH	55	Tidak Tuntas	77	Tuntas
16	NANS	75	Tuntas	82	Tuntas
17	NR	77	Tuntas	82	Tuntas
18	NM	58	Tidak Tuntas	78	Tuntas
19	NAA	75	Tuntas	61	Tidak Tuntas
20	PAA	65	Tidak Tuntas	86	Tuntas
21	SA	60	Tidak Tuntas	76	Tuntas
22	UBAR	78	Tuntas	87	Tuntas

Berdasarkan tabel tersebut, banyak peserta didik dalam satu kelas yang hasil belajarnya tuntas setelah diberikan *pretest* adalah 9 peserta didik. Sedangkan banyak peserta didik yang hasil belajarnya tuntas setelah diberikan *posttest* adalah 19 peserta didik. Oleh karena itu, persentase ketuntasan secara klasikal nilai *pretest* sebesar 40% dan nilai *posttest* sebesar 86% peserta didik dalam satu kelas. Hal tersebut menjelaskan bahwa kelas tersebut memiliki ketuntasan nilai *posttest* peserta didik lebih baik dari pada ketuntasan nilai *pretest* peserta didik. Dikarenakan ketuntasan klasikal nilai *posttest* 86% atau lebih dari 75 %, maka modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

b. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik berdistribusi normal atau tidak. Peneliti menggunakan program SPSS 25 sebagai alat untuk menguji kenormalan data. Jika data berdistribusi normal maka dapat dilakukan uji-t sampel berpasangan pada tahap selanjutnya. Adapun hasil uji normalitas data nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik adalah sebagai berikut.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	,213	22	,011	,918	22	,068
Posttest	,164	22	,129	,928	22	,112

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 4

Hasil Uji Normalitas Nilai *Pretest* dan *Posttest* Peserta Didik

Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk dengan menggunakan program SPSS 25 tersebut, data dapat dinyatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansi (*asympt. sig. (2.tailed)*) > 0,05. Nilai signifikansi *pretest* mendapatkan nilai sebesar 0,068 sedangkan *posttest* mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,112. Oleh karena $0,068 > 0,05$ dan $0,112 > 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa data nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik berdistribusi normal.

c. Peningkatan antara Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Data nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik berdistribusi normal. Jadi, tahap selanjutnya adalah peneliti melakukan uji-t sampel berpasangan (*paired sample test*) dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik atau menguji apakah ada peningkatan yang signifikan tentang hasil belajar antara sebelum dan setelah diterapkan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*. Adapun deskripsi data hasil uji-t sampel berpasangan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik sebagai berikut.

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	68,00	22	9,990	2,130
	Posttest	80,09	22	7,016	1,496

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pretest & Posttest	22	,347	,113

Paired Samples Test									
		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference					
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	Pretest - Posttest	-12,091	10,019	2,136	-16,533	-7,649	-5,661	21	,000

Gambar 4. 5

Hasil Uji-T Sampel Berpasangan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Peserta Didik

Berdasarkan hasil perhitungan uji-t sampel berpasangan dengan menggunakan bantuan *software* SPSS 25, hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai rata-rata sebesar 12,091 poin dengan peningkatan terendah sebesar 7,649 poin dan peningkatan tertinggi sebesar 16,533 poin. Peningkatan nilai rata-rata tersebut secara statistik terdapat perbedaan yang nyata ($t= 5,661$ dengan nilai signifikansi (*Sig. (2-tailed)*) = $0,000 < 0,05$, H_0 ditolak dan H_a diterima). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Jadi, modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

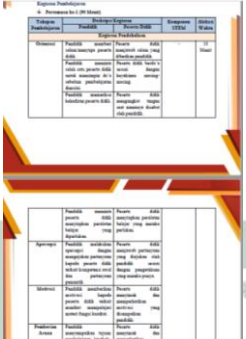
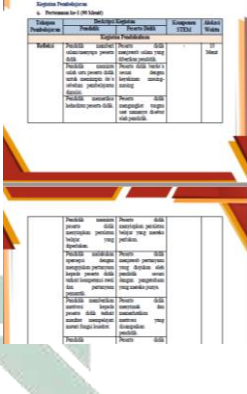
B. Revisi Produk

1. Revisi Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Pada tahap pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dalam penelitian ini, para validator memberikan masukan dan saran perbaikan terhadap modul ajar pembelajaran matematika yang telah dikembangkan. Kemudian peneliti merevisi modul ajar pembelajaran matematika tersebut sesuai dengan masukan dan saran validator sehingga modul ajar pembelajaran matematika layak untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika. Revisi-revisi modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* disajikan pada tabel berikut.


Tabel 4. 13
Penyajian Revisi Modul Ajar Pembelajaran Matematika

No	Bagian Modul Ajar	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Profil Pelajar Pancasila	Beriman; bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia; gotong royong; mandiri; bernalar kritis dan berpikir kreatif.	Beriman; bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia; gotong royong; mandiri; dan berpikir kreatif.



2	Tahap pembelajaran pada kegiatan pendahuluan	<p>Tahapan pendahuluan dibagi menjadi empat tahapan yaitu orientasi, apersepsi, motivasi, dan pemberian acuan.</p> 	<p>Tahapan pendahuluan hanya ada tahapan refleksi.</p> 
3	Pertanyaan pada tahap <i>reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Dalam ilmu sains, apa jenis gerak dari lintasan yang terbentuk pada pelemparan bola dan menyiram bunga seperti gambar tersebut ? - Kemudian dari gambar yang ditampilkan, apakah kalian dapat menentukan luas maksimum dari area masjid yang dipagari jika diketahui keliling maksimumnya ? - Apakah ada kaitan antara menentukan luas maksimum area masjid yang dapat dipagari dengan materi fungsi kuadrat ? 	<ul style="list-style-type: none"> - Berdasarkan tayangan video kegiatan melempar bola dan menyiram tanaman, lintasan dari gerak bola dan air berbentuk apa ? Dalam ilmu sains, lintasan dari gerak benda yang berbentuk seperti itu termasuk dalam jenis gerak apa ? - Kemudian dari gambar yang ditampilkan, apakah kalian dapat menentukan luas maksimum dari area masjid yang dipagari jika diketahui keliling maksimumnya ? - Adakah keterkaitan antara kemungkinan

			besar lintasan bola dengan materi fungsi kuadrat ? Serta adakah keterkaitan antara menentukan luas maksimum suatu area dengan materi fungsi kuadrat ?
4	Pemberian motivasi pada pertemuan kedua	Pendidik memberikan motivasi kepada peserta didik terkait manfaat mempelajari materi fungsi kuadrat.	Pendidik memberikan motivasi kepada peserta didik untuk terus semangat belajar dan tidak mudah menyerah dalam melakukan sesuatu.
5	Salah satu kegiatan pendidik pada tahap <i>discovery</i>	Pendidik mengarahkan kepada peserta didik untuk mulai mendiskusikan tugas proyek yang akan dilakukan sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD.	Pendidik mengarahkan peserta didik untuk mulai mendiskusikan rencana proyek yang akan dilakukan sesuai dengan instruksi yang ada di LKPD.
6	Alokasi waktu pada pertemuan ketiga	Alokasi waktu pada tahap <i>application</i> adalah 50 menit dan alokasi waktu pada tahap <i>communication</i> adalah 20 menit.	Alokasi waktu pada tahap <i>application</i> adalah 40 menit dan alokasi waktu pada tahap <i>communication</i> adalah 30 menit.
7	Salah satu kegiatan pendidik dan peserta didik pada tahap <i>application</i>	Kegiatan Pendidik : Pendidik meminta peserta didik melaksanakan kerja proyek bersama kelompoknya sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i> . Kegiatan Peserta Didik : Peserta didik bersama kelompoknya melakukan kerja proyek sesuai	Kegiatan Pendidik : Pendidik meminta setiap kelompok untuk menyelesaikan tugas proyeknya sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i> . Kegiatan Peserta Didik : Peserta didik bersama kelompoknya menyelesaikan tugas proyek yang belum

		dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i> .	selesai sesuai dengan rencana yang sudah dibuat pada tahap <i>discovery</i> .
8	Salah Penulisan pada bagian refleksi peserta didik	Setelah proses pembelajaran, bagian mana dari materi “Fungsi Kuadrat” yang dirasa kurang paham ?	Setelah proses pembelajaran, bagian mana dari materi “Fungsi Kuadrat” yang dirasa kurang paham ?
9	Tujuan pembelajaran pada LKPD	Setelah mengisi LKPD ini dan proses pembelajaran dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> pada materi fungsi kuadrat berakhir, peserta didik diharapkan dapat : 1.Menginterpretasikan karakteristik dari fungsi kuadrat 2.Menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan fungsi kuadrat	Setelah mengisi LKPD ini dan proses pembelajaran dengan model PjBL-STEM berbantuan media <i>PhET Simulations</i> pada materi fungsi kuadrat berakhir, peserta didik diharapkan dapat: 1.Menginterpretasikan karakteristik dari fungsi kuadrat 2.Menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan fungsi kuadrat dengan benar.
10	Pengolahan kalimat pada tahap <i>reflection</i> di LKPD	Contohnya, terdapat pada seseorang yang sedang menyiram bunga, bentuk dari jembatan Bill Gates, dan seseorang yang sedang melempar bola basket ke dalam ring.	Contohnya, bentuk dari aliran air pada saat menyiram tanaman, bentuk dari jembatan Bill Gates, dan bentuk lintasan bola saat melemparkan bola basket ke arah ring.

	<p>REFLECTION <i>Renungkan Masalah</i></p> <p>Jebatanku Bermanfaat!</p> <p>Banyak penerapan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya, harga jual pada sesarang yang sedang mengemas bunga, bank di perpindahan lift dalam dan sesarang yang sedang melepas bola basket ke dalam ring. Ketika sesarang melepas bola basket ke arah ring, bola basket tersebut sedang bergerak. Dalam ilmu sains, gerak adalah perpindahan posisi dari keadaan awal ke keadaan akhir. Ketika benda sudah berpindah posisi maka benda tersebut sudah bergerak. Berdasarkan bentuk lintasannya, jenis gerak benda dibagi menjadi beberapa jenis yaitu gerak lurus, gerak melingkar, gerak parabola, dan gerak tak beraturan. Gerak yang terjadi saat pelepasan bola basket merupakan gerak parabola. Hal itu karena lintasan dari bola tersebut berbentuk parabola. Selain dari bentuk grafiknya, fungsi kuadrat dapat diterapkan dalam menghitung nilai maksimum dan minimum.</p> 	<p>REFLECTION <i>Renungkan Masalah</i></p> <p>Jebatanku Bermanfaat!</p> <p>Banyak penerapan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya, bank di alun or pada saat mengemas harmoni, bank di jembatan lift gajah, dan bank lintasan bola saat melepaskan bola basket ke dalam ring. Ketika sesarang melepas bola basket ke arah ring, bola basket tersebut sedang bergerak. Dalam ilmu sains, gerak adalah perpindahan posisi dari keadaan awal ke keadaan akhir. Ketika benda sudah berpindah posisi maka benda tersebut sudah bergerak. Berdasarkan bentuk lintasannya, jenis gerak benda dibagi menjadi beberapa jenis yaitu gerak lurus, gerak melingkar, gerak parabola, dan gerak tak beraturan. Gerak yang terjadi saat pelepasan bola basket merupakan gerak parabola. Hal itu karena lintasan dari bola tersebut berbentuk parabola. Selain dari bentuk grafiknya, fungsi kuadrat dapat diterapkan dalam menghitung nilai maksimum dan minimum.</p> 
	<p>Kalimat pada permasalahan di LKPD yaitu “Kemudian terdapat seorang tukang yang ingin membantu perbaikan masjid dengan menyumbangkan tenaganya. Akan tetapi, tukang tersebut hanya bisa membantu dalam pembuatan pagar masjid dengan keliling maksimumnya adalah 120 m. Tukang tersebut menginginkan bentuk pagar yang di sekitar masjid adalah persegi panjang. Menurut kalian, berapa luas maksimum area masjid yang dapat dipagari ? Apakah bentuk pagar persegi panjang adalah bentuk yang dapat mengelilingi luas maksimum area masjid ?”</p>	<p>Kalimat pada permasalahan di LKPD yaitu “Kemudian para warga merasa perlu membangun kembali pagar dengan ukuran keliling pagar yaitu beberapa kali dari keliling bangunan masjid. Mereka menentukan panjang dan lebar pagar masjid sesuai dengan ukuran keliling pagar baru. Akan tetapi mereka merasa luas area masjid yang dikelilingi pagar dengan panjang dan lebar tersebut belum maksimum. Menurut kalian, bagaimana cara menentukan panjang dan lebar pagar masjid agar luas area masjid dapat dipagari secara maksimum ?”</p>

<p>11</p>	<p>Permasalahan pada petunjuk proyek pada petunjuk proyek yaitu petunjuk proyek pada petunjuk proyek yaitu</p> <p>Buatlah prototipe pagar yang mengelilingi luas area masjid secara maksimum dengan menggunakan bahan-bahan dari sampah yang ada di lingkungan sekitar. Area yang dipagari berbentuk segi empat dengan keliling maksimum 120 cm.</p>		<p>Permasalahan pada petunjuk proyek yaitu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Carilah sebuah bangunan masjid yang ada di lingkungan sekitarmu. 2. Carilah informasi mengenai ukuran panjang dan lebar dari bangunan masjid yang sudah kamu temukan dengan bertanya kepada pengurus masjid. Kemudian hitung keliling dari bangunan masjid tersebut. 3. Bangunan masjid tersebut akan dibuatkan pagar yang mengelilinginya. Keliling pagar masjid ialah dua kali keliling bangunan masjid. Kemudian hitung keliling dari pagar bangunan masjid tersebut. Tentukan juga ukuran panjang dan lebar maksimum pagar yang dapat dibuat agar dapat memagari area masjid secara maksimum. 4. Buatlah prototipe pagar bangunan masjid yang

			<p>sudah kamu temukan. Kamu dapat menentukan sendiri perbandingan ukuran pagar bangunan dengan ukuran prototipe pagar bangunan masjid. Prototipe pagar masjid dibuat dengan menggunakan bahan-bahan dari sampah di lingkungan sekitar.</p> 
12	Pertanyaan pada kegiatan “Ayo Menguji”	Kakak mempunyai potongan karton dengan keliling maksimum 120 cm. Jika bentuk karton yang diinginkan berbentuk persegi panjang, berapa luas maksimum karton tersebut? (Setelah perhitungan, bentuk karton boleh tetap ataupun berubah bentuk)	Apakah panjang dan lebar prototipe pagar yang sudah kamu buat merupakan panjang dan lebar maksimum prototipe pagar yang dapat mengelilingi area masjid secara maksimum? Apakah luas area yang dikelilingi prototipe pagar yang sudah kamu buat dengan panjang dan lebar yang sudah kamu tentukan merupakan luas maksimumnya?
13	Proses perhitungan, pengujian, dan analisis kesimpulan	Prosesnya disajikan pada gambar berikut :	Prosesnya disajikan pada gambar berikut :

Tabel 4. 14
Penyajian Revisi Lembar *Pretest* dan *Posttest*

No	Bagian Lembar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	Judul lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Judul lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> ditulis dengan kalimat “Lembar Soal <i>Pretest</i> dan <i>Pretest</i> ” <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> LEMBAR SOAL <i>PRETEST</i> DAN <i>PRETEST</i> : Matematika Fase Kelas </div>	Judul lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> ditulis dengan kalimat “Lembar Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> ” <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> LEMBAR SOAL <i>PRETEST</i> DAN <i>POSTTEST</i> : Matematika Fase Kelas </div>
2	Semester	Penulisan semester pada lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> yaitu “Genap” <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Semester : Genap </div>	Penulisan semester pada lembar <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> yaitu “II (Genap)” <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Semester : II (Genap) </div>

C. Kajian Produk Akhir

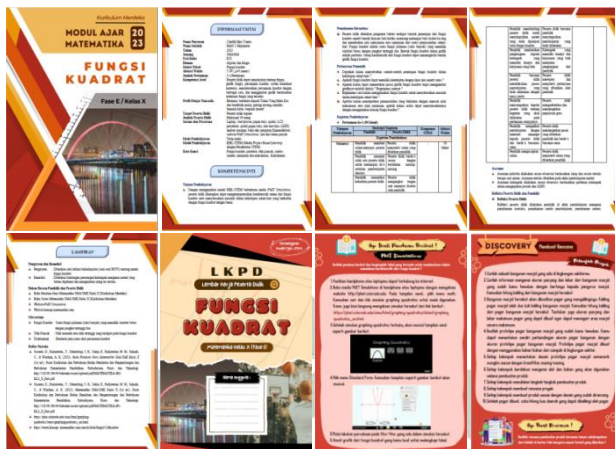
1. Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Produk akhir yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*. Modul ajar tersebut dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) sehingga penelitian ini dapat memperoleh modul ajar pembelajaran matematika yang sesuai langkah-langkah model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi fungsi kuadrat. Modul ajar pembelajaran matematika tersebut dilampirkan pada bagian lampiran instrumen penelitian.

Proses penyusunan modul ajar pembelajaran matematika mengacu pada kurikulum merdeka dengan komponen-komponen yang telah tertera pada bagian deskripsi dan analisis data proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika. Berdasarkan buku panduan kurikulum merdeka, komponen modul ajar pembelajaran matematika yang disusun terdiri dari

informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Komponen-komponen tersebut memiliki sub komponen yang terdiri dari identitas sekolah, kompetensi awal, profil pelajar pancasila, sarana dan prasarana, target peserta didik, model pembelajaran yang digunakan, tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, alur kegiatan pembelajaran yang mengacu pada model PjBL-STEM, asesmen, refleksi peserta didik dan pendidik, pengayaan dan remedial, lembar kerja peserta didik (LKPD), bahan bacaan pendidik dan peserta didik, glosarium, serta daftar pustaka. Setiap komponen tercantum secara runtut di dalam modul ajar pembelajaran matematika yang sudah dikembangkan.

Modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dikembangkan dan dikonsultasikan kepada dosen pembimbing. Kemudian, modul ajar tersebut divalidasi oleh para validator. Para validator juga memberikan saran-saran perbaikan agar modul ajar tersebut menjadi lebih baik. Beberapa saran perbaikan tersebut adalah penggunaan profil pelajar pancasila dikurangi, penentuan tujuan pembelajaran lebih spesifik, tahapan-tahapan pembelajaran dari kegiatan pendahuluan pada komponen kegiatan pembelajaran diganti dengan kata refleksi, kalimat pemberian motivasi pada setiap pertemuan dibedakan, setiap penulisan disesuaikan dengan PUEBI, penulisan tujuan pembelajaran dalam LKPD di bagian lampiran ditambahkan *degree*-nya, pertanyaan pada tahap *reflection*, salah satu kegiatan pendidik pada tahap *discovery*, salah satu kegiatan pendidik dan peserta didik pada tahap *application*, penulisan alokasi waktu pada tahap *application*, kalimat pada tahap *reflection* di LKPD, permasalahan petunjuk proyek pada tahap *discovery* di LKPD, kalimat pertanyaan pada tahap *application* di LKPD, serta langkah-langkah pengerjaan dalam LKPD tahap *application* diperbaiki. Adapun sekilas tampilan hasil akhir modul ajar pembelajaran matematika penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 4.6

Hasil Akhir Modul Ajar Pembelajaran Matematika

Berdasarkan penilaian dari para validator, modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* pada penelitian ini memperoleh nilai rata-rata total validasi sebesar 4,29. Apabila dikategorikan berdasarkan kriteria kevalidan, hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika tersebut dapat dikatakan **“sangat valid”**. Hasil pengembangan tersebut juga dapat dinyatakan praktis dengan rata-rata nilai kepraktisan 86,66. Berdasarkan kriteria kepraktisan, modul ajar pembelajaran dalam penelitian ini mendapatkan kriteria **“A”** yang artinya modul ajar tersebut **“dapat digunakan tanpa revisi.”**

Berdasarkan kegiatan pembelajaran yang tercantum dalam modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations*, peserta didik dituntut untuk dapat memahami permasalahan, menyelesaikan permasalahan di setiap tahap, dan bekerja sama dalam suatu kelompok. Di setiap tahapan, peserta didik dituntut untuk dapat mencari tahu informasi secara mandiri. Selain itu, terdapat kerja proyek yang dapat membantu peserta didik untuk dapat menyelesaikan permasalahan kontekstual secara langsung. Dengan begitu, peserta didik memperoleh pembelajaran yang bermakna dan informasi yang diperoleh akan lebih mudah untuk diingat. Penggunaan media *PhET Simulations* dalam menemukan konsep

karakteristik fungsi kuadrat juga dapat membuat suasana belajar menjadi lebih menyenangkan, mudah, dan mempercepat proses peserta didik dalam memahami materi pembelajaran sehingga hasil belajarnya menjadi lebih meningkat.

Adanya peningkatan hasil belajar peserta didik dapat dilihat dari data ketuntasan hasil belajar dan perhitungan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik menggunakan *software* SPSS 25. Ketuntasan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik secara klasikal mengalami peningkatan dengan nilai *posttest* yang diperoleh adalah 86% atau lebih besar dari 75%. Selain itu, hasil perhitungan uji-t sampel berpasangan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai rata-rata sebesar 12,091 poin (peningkatan terendah 7,649 dan tertinggi 16,533), peningkatan tersebut secara statistik dinyatakan ada perbedaan yang nyata. Oleh karena itu, pembelajaran dengan menggunakan modul ajar pembelajaran matematika yang sudah dikembangkan dapat dikatakan “**efektif**” untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

2. Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Lembar *pretest* dan *posttest* yang dikembangkan dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* pada materi pokok fungsi kuadrat. Lembar *pretest* dan *posttest* dibuat dengan menggunakan bantuan *software microsoft word 2010*. Soal-soal yang terdapat dalam lembar *pretest* dan *posttest* dibuat dengan mengacu pada capaian pembelajaran serta tujuan pembelajaran yang berkaitan dengan materi pokok yaitu fungsi kuadrat. Adapun isi dari capaian dan tujuan pembelajaran sudah dipaparkan pada tahap analisis data proses pengembangan produk.

Lembar *pretest* dan *posttest* berisi lima soal uraian yang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang sudah ditentukan. Soal-soal tersebut diaplikasikan dalam bentuk *print out* atau lembaran agar peserta didik lebih mudah dalam mengerjakannya. Dari lembar *pretest* dan *posttest*, keefektifan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dapat disimpulkan. Peningkatan hasil belajar peserta didik dapat dilihat

dari seberapa besar peningkatan antara nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh.

Lembar *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur hasil belajar peserta didik dibuat dan dikonsultasikan kepada dosen pembimbing. Kemudian, lembar tersebut divalidasi oleh para validator. Para validator juga memberikan saran-saran perbaikan agar lembar *pretest* dan *posttest* yang dibuat menjadi lebih baik. Beberapa saran perbaikan tersebut adalah perubahan judul dan kejelasan penulisan semester pada lembar soal. Adapun sekilas tampilan hasil akhir lembar *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

LEMBAR SOAL <i>PRETEST</i> DAN <i>POSTTEST</i>			
Materi Pelajaran	Matematika	Fase/Kelas	IX / K
Materi Pokok	Fungsi Kuadrat	Semester	II (Genap)
Melalui Waktu	60 Menit	Tahun Pelajaran	2022/2023

A. Petunjuk Pengisian

1. Bacalah dan pahami dan tentukan setiap soal.
2. Tanyakan, rasakan, dan tulis pada lembar jawaban yang telah disediakan.
3. Bacalah setiap soal di bawah ini dengan cermat dan teliti.
4. Tanyakan jawaban secara jelas, lengkap, dan benar-benar pada lembar jawaban yang telah disediakan.
5. Kerjakan soal yang dianggap mudah terlebih dahulu.
6. Periksa kembali jawaban Anda.
7. Apabila sudah selesai mengerjakan, masukkan lembar jawaban kepada guru.

B. Soal

1. Perhatikan bentuk-bentuk fungsi berikut!
 - a) $f(x) = 3x^2 + 2x$
 - b) $f(x) = 5x^2 + 4x^2 - 3x + 1$
 - c) $f(x) = (x - 3)(x - 4)$
 - d) $f(x) = 4(x + 2) + 5$
 - e) $f(x) = (x - 2)^2 - 3$
 Di antara fungsi-fungsi tersebut, manakah yang termasuk fungsi kuadrat? Dan manakah yang bukan fungsi kuadrat? Jelaskan alasannya!
2. Diberikan fungsi kuadrat $f(x) = x^2 - 2x - 8$. Apakah fungsi kuadrat tersebut memiliki nilai maksimum atau nilai minimum? Berapa nilai maksimum atau nilai minimum dari fungsi kuadrat tersebut?
3. Perhatikan grafik fungsi kuadrat berikut!

Bagaimana nilai a , b , c , dan D dari grafik fungsi kuadrat tersebut berdasarkan karakteristik fungsi kuadrat?

4. Rona merupakan fungsi kuadrat $f(x) = x^2 - 4x + 3$. Dia ingin mengetahui bentuk dan posisi grafik dari fungsi kuadrat tersebut. Tempa dia tidak ingin mengetahui fungsi kuadrat tersebut ke dalam bentuk grafik. Berdasarkan rumus karakteristik fungsi kuadrat yang sudah dipelajari Rona, dia sudah dapat menentukan bahwa grafik $f(x) = x^2 - 4x + 3$ merupakan grafik parabola ke atas, titik puncak berada di sebelah kiri sumbu Y , tidak berpotongan dengan sumbu X , dan berpotongan dengan sumbu Y positif. Menurut Anda, apakah semua pernyataan Rona tersebut benar? Bagaimana cara Anda menunjukkan kebenaran dari pernyataan Rona tentang grafik $f(x) = x^2 - 4x + 3$?
5. Pak Anang merupakan tukang tukang bangunan yang terkenal di desanya. Suatu hari, Pak Anang mengetahui bahwa tukang tukang pembuat pagarannya tidak puas. Dia kemudian menyuruhnya mengawasi semua pembangunan pagarannya. Namun, dia hanya dapat mendengar pagar di sekeliling. Jadi dia tentukan dengan kelibing maksimum 300 m. Berapa pagar yang dibangun Pak Anang adalah panjang pagarannya? Bagaimana Anda mendeteksi Pak Anang dalam menentukan hasil maksimum hasil dia yang dapat dibangun? Dan berapa hasil maksimum hasil dia yang dapat dibangun oleh Pak Anang?

Gambar 4.7
Hasil Akhir Lembar *Pretest* dan *Posttest*

Berdasarkan penilaian dari para validator, lembar *pretest* dan *posttest* yang sudah dibuat memperoleh nilai rata-rata total validasi sebesar 4,36. Apabila dikategorikan berdasarkan kriteria kevalidan, lembar *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur seberapa besar peningkatan hasil belajar peserta didik pada penelitian ini dapat dikatakan **“sangat valid”**. Lembar *pretest* dan *posttest* juga dapat dinyatakan praktis dengan rata-rata nilai kepraktisan sebesar 87,50. Hal tersebut menunjukkan bahwa lembar *pretest* dan *posttest* yang sudah dibuat termasuk dalam kriteria **“A”** atau **“dapat digunakan tanpa revisi.”**

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil penelitian pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Tahap *analysis*, diperoleh data tentang kendala kegiatan pembelajaran matematika, rendahnya hasil belajar peserta didik, kurikulum dan materi pokok yang digunakan di MAN 1 Mojokerto. Tahap *design*, kegiatan perancangan konseptual modul ajar oleh peneliti. Tahap *development*, kegiatan pengembangan modul ajar sesuai dengan rancangan, kemudian proses validasi dan revisi sesuai dengan masukan para validator. Tahap *implementation*, kegiatan penerapan modul ajar kepada peserta didik kelas X MAPK di MAN 1 Mojokerto. Tahap *evaluation*, kegiatan mengevaluasi dan menilai seberapa besar keefektifan modul ajar yang dikembangkan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.
2. Hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dinyatakan “sangat valid” dengan nilai rata-rata total kevalidan sebesar 4,29.
3. Hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dinyatakan praktis atau “dapat digunakan tanpa revisi” dengan rata-rata total nilai kepraktisan 86,66.
4. Hasil pengembangan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dinyatakan “efektif” untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dilihat dari ketuntasan hasil belajar peserta didik secara

klasikal sebesar 86% dan peningkatan rata-rata hasil belajar peserta didik sebesar 12,091.

B. Saran

Berdasarkan beberapa kesimpulan dari hasil penelitian di atas, peneliti memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pembelajaran matematika menggunakan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* hendaknya bisa menjadi alternatif bagi pendidik dalam kegiatan pembelajaran.
2. Materi pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran matematika model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik ini hanya terbatas pada pelajaran matematika kelas X dengan materi pokok fungsi kuadrat. Oleh karena itu, bagi peneliti yang ingin melanjutkan untuk mengembangkan modul ajar pembelajaran matematika dengan model PjBL-STEM berbantuan media *PhET Simulations* dapat menggunakan pokok materi lain yang sesuai.
3. Bagi peneliti selanjutnya, sebaiknya lebih memperjelas setiap komponen STEM dalam pembelajaran, aturan penggunaan media *PhET Simulations*, dan permasalahan proyek agar lebih kontekstual serta lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran. Selain itu, hasil belajar peserta didik dapat dikembangkan pada aspek afektif dan psikomotorik peserta didik juga.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Afrina, Jaka. "Project Based Learning (PjBL)." Universitas Pendidikan Indonesia, 2015.
- Alifiah, Ericha Rizqi. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe *Market Place Activity* Berbantuan Aplikasi *Wordwall* Untuk Meningkatkan Minat Belajar Matematika Peserta Didik." UIN Sunan Ampel Surabaya, 2022.
- Andriani, Evin, Indrawati, and Alex Harijanto. "Remedi Miskonsepsi Beberapa Konsep Listrik Dinamis Pada Siswa SMA Melalui Simulasi PhET Disertai LKS." *Jurnal Pendidikan Fisika* 3, no. 4 (2015): 363.
- Anni, Catharina Tri. *Psikologi Belajar*. Semarang: Unnes Press, 2006.
- Arviana, Azura, Syahrilfuddin, and Zariul Antosa. "Analisis Penyebab Rendahnya Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Kelas IVB Sd Negeri 147 Pekanbaru." In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Guru Sekolah Dasar Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau Pekanbaru*, 29, 2020.
- Asri, Nur. "Penerapan Model Pembelajaran PJBL (*Project Based Learning*) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Ditinjau Dari Gaya Kognitif Peserta Didik." Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020.
- Borg, and Gall. *Educational Research, An Introduction*. New York and London: Longman Inc, 1983.
- Darmawan, Deni, and Dinn Wahyudin. *Model Pembelajaran Di Sekolah*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2018.
- Effendi, Ramlan. "Konsep Revisi Taksonomi Bloom Dan Implementasinya Pada Pelajaran Matematika SMP." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 2, no. 1 (2017).

- 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.
- Evendi, Erpin. "Evaluasi Keterlibatan Dan Hasil Belajar Matematika Mahasiswa Dalam Pengajaran Berbasis E-Learning Berbantuan Simulasi PhET Di Masa Transisi Pasca Pandemi Covid-19." *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan Volume* 7, no. 1 (2022): 242–248.
- Fuji, Anis. (2023). *Daftar Nilai Matematika Siswa Kelas X MAPK*. Mojokerto: MAN 1 Mojokerto.
- Guttenplan, Don David. *Web Tutors Become Stars Far from Classroom*. New York Times, 2011.
- Hamalik, Omear. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara, 2007.
- Heriani, Andi. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dimensi Tiga Berbasis STEM Dalam Pembelajaran PJBL (*Project Based Learning*) Di Kelas XII SMA." Universitas Negeri Makassar, 2021.
- Hidayatullah. *Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam*. Ciputat: Tangerang: Thariqi Press Jakarta, 2012.
- Hobri. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila, 2010.
- Hosnan. *Pendekatan Sainifik Dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2014.
- Indrawan, Eko, Nizwardi Jalinus, and Syahril. "Review Project Based Learning." *International Journal of Science and Research (IJSR)* 8, no. 4 (2019): 1014.

- Jauhariyah, Farah Robi'atul, Hadi Suwono, and Ibrohim. "Science, Technology, Engineering And Mathematics Project Based Learning (STEM-PBL) Pada Pembelajaran Sains." *Jurnal Pendidikan IPA Pascasarjana UM* 7 (2017): 433.
- Juliansyah. *Analisis Data Penelitian Ekonomi Dan Manajemen*. Jakarta: Gramedia, 2014.
- Karo-Karo, Isran Rasyid, and Rohani. "Manfaat Media Dalam Pembelajaran." *Jurnal AXIOM* 7, no. 1 (2018): 91.
- Kelley, Todd R., and John Geoff Knowles. "A Conceptual Framework for Integrated STEM Education." *International Journal of STEM Education* 3, no. 1 (2016): 2.
- Kemendikbud. "Buku Saku Tanya Jawab Kurikulum Merdeka." *Repositori.Kemdikbud.Go.Id*. Last modified 2021. Accessed November 24, 2022. <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/24917>.
- . "Kurikulum Merdeka Jadi Jawaban Untuk Atasi Krisis Pembelajaran." *Kemdikbud.Go.Id*. Last modified 2022. Accessed October 19, 2022. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2022/02/kurikulum-merdeka-jadi-jawaban-untuk-atasi-krisis-pembelajaran>.
- Kompri. *Belajar; Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*. Yogyakarta: Media Akademi, 2017.
- Krathwohl, Anderson dan. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educationanl Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc, 2001.
- Laboy-Rush, Diana. "Integrated STEM Education through Project Based Learning." *Learning.Com*. Last modified 2011. Accessed October 2, 2022. [http://rondoutmar.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_719363/File/12-13/STEM/STEM-White-Paper 101207 final\[1\].pdf](http://rondoutmar.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_719363/File/12-13/STEM/STEM-White-Paper 101207 final[1].pdf).

- Malaysia, Kementerian Pendidikan. *Panduan Pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Dan Matematik (STEM) Dalam Pengajaran Dan Pembelajaran*. Malaysia: Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2016.
- Maribe Branch, Robert. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer, 2009.
- Mariya, Lisa. “Pengaruh Media PhET Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pembiasan Cahaya Kelas X Di MAN Model Banda Aceh.” Uin Arraniy, 2016.
- Maulida, Utami. “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka.” *Tarbawi* 5, no. 2 (2022): 130–132.
- Musthafa, Ali. “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Menggunakan Model Kooperatif Tipe Stad (Student Teams Achievement Division) Berbantuan Aplikasi Live Worksheet Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa,” UIN Sunan Ampel Surabaya, 2022.
- Nesri, Fabiana Dini Prawingga, and Yosep Dwi Kristanto. “Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi Untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa.” *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 9, no. 3 (2020): 480–492.
- Oktaviani, Utari, Siti Kumawati, Mila Nurul Apriliyani, Heny Nugroho, and Eka Susanti. “Identifikasi Faktor Penyebab Rendahnya Hasil Belajar Matematika Peserta Didik Di SMK Negeri 1 Tonjong.” *MATH LOCUS: Jurnal Riset dan Inovasi Pendidikan Matematika* 1, no. 1 (2020): 1–2.
- Perkins, Katherine, Wendy Adams, Michael Dubson, Noah Finkelstein, Sam Reid, Carl Wieman, and Ron LeMaster. “PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics.” *The Physics Teacher* 44 (2006): 3.
- Plomp, Tjeerd. *Educational Design Research: An Introduction*. Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development,

2007.

Priatna, Nanang, Nurhayati, and Silviana Ayu Lorenzia. *Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek Dengan Pendekatan STEM*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2021.

Pusat Asesmen dan Pembelajaran Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi. *Panduan Pembelajaran Dan Asesmen (Jenjang Pendidikan Dasar Dan Menengah)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2021.

Rahmawati, Lia Hariski, and Siti Sri Wulandari. "Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Scientific Approach Pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Semester Genap Kelas X OTKP Di SMK Negeri 1 Jombang." *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)* 8, no. 3 (2020): 505.

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 (2018): 130.

Sabri, M. Alisuf. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Pedoman Ilmu Jaya, 2010.

Sari, Dyah Permata, Lutfi Achmad, and Qosyim Ahmad. "Uji Coba Pembelajaran IPA Dengan LKS Sebagai Penunjang Media Virtual PhET Pada Materi Hukum Archimedes." *Jurnal Pendidikan Sains e-Pensa* 1, no. 2 (2013): 15–20.

Seels, Barbara B., and Rita C. Richey. *Teknologi Pembelajaran: Definisi Dan Kawasanya. Penerjemah Dedwi S. Prawiradilaga Dkk*. Jakarta: kerjasama IPTIPI LPTK UNJ, 1994.

Sekar, Ratri Pertiwi. "Pengembangan LKS STEM Dengan Pendekatan STEM Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Fluida Statis." Universitas Lampung, n.d.

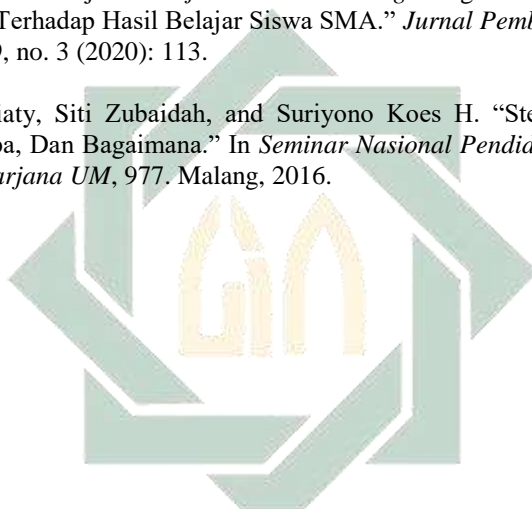
- Serin, Hamdi. "Project Based Learning in Mathematics Context." *International Journal of Social & Education Studies* 5, no. 3 (2019): 232.
- Slameto. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta, 2003.
- Stanescu, Mariana Mirela. "Exploring Interactive Simulations as a Powerful Tool in STEM-PBL Approach in Physics." *European Scientific Journal ESJ* 16, no. 21 (2020): 1–8.
- Sudjana. *Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2013.
- Sudjono, Ana. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 1996.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- . *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- Sunni, M. Abdurrahman, Wartono Wartono, and Markus Diantoro. "Pengaruh Pembelajaran Problem Solving Berbantuan Phet Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA." In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JOURNAL) SNF2014*, 103–107, 2014.
- Susanto, Ahmad. *Teori Belajar Dan Pembelajaran Di Sekolah Dasar*. Jakarta: Prenada media Grup, 2013.
- Syamsul, and Novaliyosi. "TIMSS Indonesia (Trends in International Mathematics and Science Study)." In *Jurnal Ilmiah*, 563. Tasikmalaya : Universitas Siliwangi, 2019.
- Tohir, M. "Hasil PISA Indonesia Tahun 2018 Turun Dibanding Tahun 2015. Paper of Matematohir, 2 (1), 1–2," no. December 2019 (2019): 10–12.

Torlakson, Tom. *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction, 2014.

Wieman, Carl. "About PhET." Accessed November 28, 2022. <http://phet.colorado.edu>.

Wijayanto, Teguh, Bambang Supriadi, and Lailatul Nuraini. "Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Dengan Pendekatan STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA." *Jurnal Pembelajaran Fisika* 9, no. 3 (2020): 113.

Winarni, Juniaty, Siti Zubaidah, and Suriyono Koes H. "Stem: Apa, Mengapa, Dan Bagaimana." In *Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 977. Malang, 2016.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A