

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA MODEL *INQUIRY LEARNING*
BERBANTUAN PERANGKAT *PHET SIMULATION* UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VII SMP**

Natalia Rosalina Rawa, Irama Niftalia, dan I Gede Widiastika

STKIP Citra Bakti Ngada
nataliarosalinarawa@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan bahan ajar matematika berupa buku ajar model *inquiry learning* berbantuan perangkat *PhET Simulation* dan untuk mengetahui kualitas bahan ajar berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan dan keefektifan ditinjau dari aspek kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII SMP. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang mengacu pada model Plomp yang dimodifikasi. Pengembangan model Plomp terdiri atas 3 tahap yaitu: (1) *pleminary research*, (2) *prototyping phase*, dan (3) *assessment phase*. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP se-kecamatan Golewa, Kabupaten Ngada, NTT. Berdasarkan analisis data, diperoleh hasil yaitu: (1) skor kevalidan bahan ajar adalah 3,62 (2) skor kepraktisan bahan ajar 3,44, (3) kemampuan komunikasi matematis siswa secara klasikal meningkat dari 66,31 ke 75,39 dengan kategori tinggi. Dengan demikian bahan ajar matematika berupa buku ajar model *inquiry learning* berbantuan perangkat *PhET Simulation* bagi siswa SMP kelas VII dinyatakan valid, praktis dan efektif.

Kata-kata kunci: bahan ajar matematika, *inquiry learning*, kemampuan komunikasi matematis, *phet simulation*

Abstract

This research aimed at producing Mathematics teaching material in the form of Inquiry learning model assisted PhET Simulation teaching book and finding out the quality of teaching material based on validity aspect, the practicality and the effectiveness observed from students mathematical communication skills of seventh grade Junior High School. This research was development research refered to Plomp model that modified. The development of Plomp model consisted of 3 steps which are: (1) *pleminary research*, (2) *prototyping phase*, and (3) *assessment phase*. Subject of the research was seventh grade of Junior High School students in Golewa district, Ngada regency, NTT. Based on data analysis, it found results: (1) the validity score of teaching material was 3.62; (2) the practicality score of teaching material was 3.44; (3) students mathematical communication skills classically improved from 66.31 to 75.39 with high category. Therefore Mathematics learning material in the form of Inquiry learning model assisted PhET Simulation learning book for seventh grade students of Junior High School was stated valid, practical, and effective.

Keywords: Mathematics textbook, Inquiry learning, mathematical communication skills, phet simulation

Latar Belakang

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 68 tahun 2013 menyebutkan bahwa kurikulum adalah seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan isi dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu. Berdasarkan pengertian tersebut dapat dikategorikan dua dimensi kurikulum, yang pertama adalah perencanaan dan pengaturan mengenai tujuan, isi dan bahan pelajaran, sedangkan kedua adalah strategi yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran.

Pada dimensi pertama pengertian kurikulum terdapat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran. Departemen Pendidikan Nasional (Shadiq, 2009:7) menyatakan bahwa mata pelajaran matematika di SD, SMP, SMA, dan SMK bertujuan agar peserta didik memiliki kemampuan sebagai berikut: 1) memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antarkonsep, dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah, 2) menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika, 3) memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model, dan menafsirkan solusi yang diperoleh, 4) mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah, 5) memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, permintaan, dan minat dalam mempelajari matematika serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. Demikian pula tujuan yang diharapkan oleh *National Council of Teachers Mathematics* (NCTM) dalam pembelajaran matematika. NCTM (2000) menetapkan lima standar kemampuan matematis yang harus dimiliki oleh siswa, yaitu kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*), kemampuan komunikasi (*communication*), kemampuan koneksi (*connection*), kemampuan penalaran (*reasoning*), dan kemampuan representasi (*representation*).

Di dalam tujuan tersebut secara tersirat menegaskan bahwa materi yang diajarkan oleh guru kepada siswa harus diselaraskan dengan komponen kemampuan matematis siswa. Selanjutnya untuk membelajarkan materi matematika yang dapat memenuhi kelima komponen kemampuan matematis tersebut kepada siswa maka seorang guru perlu menyusun bahan ajar. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan, informasi, alat dan teks yang digunakan untuk membantu guru/ instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar (Majid, 2008:174).

Bahan ajar merupakan bagian penting dari proses pembelajaran yang akan menentukan keberhasilan suatu pembelajaran. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kondisi saat ini pembelajaran masih berorientasi pada buku teks, dimana buku teks hanya memuat materi bahasan, padahal idealnya buku teks harus memuat materi dan proses pembelajaran, sistem penilaian dan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan karakteristik siswa. Ahsyar dalam Haloho, dkk (2016:2), menyatakan buku teks disusun untuk pembaca umum dan penyusunannya lebih berorientasi pada isi (*content oriented*).

Berdasarkan pengalaman peneliti dalam kegiatan pendampingan MGMP matematika se-kabupaten Ngada, bahan ajar yang digunakan langsung diberikan definisi formal dan contoh. Hal ini diduga karena guru mengalami kesulitan dalam menerapkan pendekatan atau model tertentu dalam bahan ajar yang dikembangkan. Selain itu, bahan ajar tersebut masih menggunakan kurikulum 2006 (KTSP) sehingga terdapat beberapa hal yang sudah tidak sesuai lagi untuk dimasukkan dalam bahan ajar.

Menurut Prastowo (2012:26) guru seyogyanya menyediakan berbagai jenis pilihan bahan ajar agar dapat membantu siswa mempelajari sesuatu, sehingga mencegah timbulnya rasa bosan siswa. Selain itu, kegiatan pembelajaran lebih menarik dan memudahkan guru dan siswa melaksanakan pembelajaran. Pilihan bahan ajar dapat disesuaikan dengan memilih model pembelajaran yang tepat sebagai kerangka konseptual dalam mengembangkan bahan ajar bagi siswa. Berdasarkan Permendikbud Nomor 65 Tahun tentang Standar Proses, salah satu model pembelajaran yang diutamakan dalam implementasi Kurikulum 2013 adalah model pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry based learning*).

Inkuiri adalah suatu strategi yang digunakan dalam pembelajaran yang dapat meningkatkan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran melalui kegiatan pengamatan, penelitian, membuat penjelasan dari data yang diperoleh, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan hasil temuan (Dasna, dkk, 2015:70). Menurut Laksana (2017:3), pembelajaran inkuiri dapat membantu siswa menjadi lebih mandiri dan bertanggung jawab. Siswa menjadi lebih termotivasi ketika mereka belajar menemukan sesuatu oleh dirinya sendiri, daripada mendengarkan apa yang dikatakan guru. Hasil penelitian Afra (2009) dalam Kanesa, dkk (2013: 9) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *inquiry* lebih sukses daripada pembelajaran tradisional dalam meningkatkan pemahaman konseptual. Sehingga pembelajaran berbasis *inquiry* menjadi salah satu solusi dalam mendukung perkembangan kemampuan matematis siswa dalam pembelajaran matematika.

Selanjutnya, jika mengacu kembali kepada salah satu tujuan mata pelajaran matematika di sekolah, kemampuan yang diharapkan dapat dimiliki siswa adalah kemampuan komunikasi matematis. Pengamatan peneliti dalam studi pendahuluan di SMP

Negeri 4 Golewa menunjukkan rendahnya kemampuan komunikasi matematis. Berdasarkan tes awal yang diberikan kepada siswa sebanyak 30 orang diketahui sebanyak 63,33% siswa (19 orang) tidak dapat menyatakan bahasa dan simbol matematika ke dalam kalimat sehari-hari maupun menyatakan permasalahan kehidupan sehari-hari dengan simbol, gambar, bahasa/kalimat matematika. Sebanyak 30% (9 orang) dapat mendeskripsikan strategi penentuan selisih meskipun tidak tepat tetapi tidak dapat menjelaskan strategi penyelesaian soal pecahan. Sisanya sebanyak 6,67% siswa (2 orang) memberikan pendapat pada soal pecahan tetapi tidak diikuti argumen yang logis. Beberapa indikasi tersebut menyimpulkan suatu masalah bahwa rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa SMP Negeri 4 Golewa. Hal ini senada dengan hasil penelitian Atmoko (2016: 6) menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa SMP kelas VII pada materi pecahan masih rendah. Siswa yang berkemampuan awal rendah mengalami kesulitan mengkomunikasikan ide-ide matematis dari empat aspek yaitu gramatikal, sosiolinguistik, strategis dan memahami wacana.

Salah satu teknologi pembelajaran yang dapat mendukung kemampuan komunikasi matematis adalah *Physics Education Technology* atau biasa disebut dengan *PhET*. *PhET* adalah media simulasi interaktif yang dikembangkan oleh University of Colorado dan sudah teruji kebenarannya. Perangkat *PhET* dirancang untuk mendukung pendekatan interaktif, menggunakan umpan balik dinamis, mengikuti pendekatan konstruktivis, menyediakan tugas yang kreatif, membuat model atau fenomena yang tidak dapat diakses secara eksplisit dan menuntut siswa untuk lebih produktif (Finkelstein, dkk, 2006). Pada simulasi *PhET*, tampilan visual dan interaksi langsung membantu menjawab pertanyaan siswa dan mengembangkan pemahaman mereka (Wieman, et al., 2008). Dengan kata lain perangkat ini dapat dijadikan alternatif media yang cocok untuk membantu siswa dalam belajar dan dapat mendukung kemampuan komunikasi matematisnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yaitu pengembangan bahan ajar matematika model *inquiry learning* berbantuan aplikasi *phet simulation* yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif. Model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan bahan ajar matematika mengacu pada model pengembangan yang dikemukakan oleh Plomp (2010: 15). Adapun tahapan pengembangan model Plomp terdiri atas tiga tahap yaitu, (1) penelitian awal (*pleminary research*), (2) tahap membuat prototipe (*prototyping phase*), dan (3) tahap asesmen (*assessment phase*).

Kualitas bahan ajar matematika yang dikembangkan diketahui dari uji kevalidan, uji kepraktisan dan uji keefektifan. Teknik analisis data hasil uji kevalidan yang dilakukan

dengan menentukan skor validasi V_a , yaitu nilai rerata total dari rerata nilai untuk semua aspek. Selanjutnya, hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan kriteria kevalidan bahan ajar matematika skala 4. Teknik analisis data hasil uji kepraktisan yang dilakukan dengan menghitung total keseluruhan nilai rata-rata kepraktisan (P_{tot}) dari semua penilaian yang diberikan praktisi melalui angket respon guru dan angket respon siswa terhadap buku ajar yang dikembangkan. Selanjutnya, hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan kriteria kepraktisan perangkat pembelajaran skala 4.

Sedangkan teknik analisis data untuk uji keefektifan dilakukan dengan membandingkan perolehan persentase skor yang diperoleh tiap aspek pada antara tes awal dan tes akhir. Bahan ajar disebut efektif, apabila kemampuan komunikasi matematis siswa secara individu pada hasil tes akhir meningkat pada setiap aspek komunikasi matematis dibandingkan dengan hasil tes awal dan rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa secara klasikal mencapai nilai ≥ 75 .

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

1. Penelitian Awal (*Pleminary Research*)

Hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini telah melaksanakan tahap *Pleminary Research* yang terdiri atas tiga kegiatan, meliputi: (a) menganalisis kebutuhan dan konteks; (b) meninjau literatur; (c) mengembangkan kerangka konseptual dan teoritis.

a. Menganalisis Kebutuhan dan Konteks

Analisis kebutuhan dan konteks yang telah dilakukan adalah menganalisis kurikulum yang digunakan, kebutuhan siswa dan guru yang diperoleh melalui pemberian tes awal kemampuan komunikasi matematis dan wawancara terhadap guru mata pelajaran dan mengamati bahan ajar yang digunakan.

1) Analisis kurikulum

Kegiatan analisis kurikulum dilakukan untuk menetapkan masalah dasar yang diperlukan dalam pengembangan bahan ajar sehingga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Kurikulum yang telah ditelaah pada tahap ini adalah kurikulum matematika SMP.

Terdapat 5 Sekolah di Kecamatan Golewa, Kabupaten Ngada yang menjadi objek penelitian yakni 4 sekolah yang sudah menerapkan kurikulum 2013 diantaranya SMP Negeri 1 Golewa, SMP Negeri 4 Golewa, SMP Negeri 5 Golewa dan SMPS Soegija Pranata Mataloko; sedangkan SMPN SATAP 2 Golewa masih menerapkan KTSP.

2) Analisis siswa

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa melalui pemberian tes awal kemampuan komunikasi matematis sebanyak 2 (dua) soal. Hasil tes awal kemampuan komunikasi matematis dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Tes Awal Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP Kecamatan Golewa

No	Nama Sekolah	Rerata Kemampuan Komunikasi Matematis (%)			Total Rata-rata
		<i>D</i>	<i>ME</i>	<i>WT</i>	
1.	SMP Negeri 1 Golewa	66,81	66,77	66,46	66,55
2.	SMP Negeri 4 Golewa	66,48	65,64	65,36	65,88
3.	SMP Negeri 5 Golewa	66,31	66,46	66,42	66,40
4.	SMPN SATAP 2 Golewa	66,08	65,85	66,31	66,12
5.	SMPS Soegija Pranata Mataloko	66,19	67,06	66,45	66,57
Rata-rata per indikator		66,37	66,36	66,20	66,31

Keterangan:

D = *Drawing*

ME = *Mathematical Expression*

WT = *Written Texts*

Berdasarkan hasil tes awal kemampuan komunikasi matematis tersebut, maka subjek uji coba terbatas dalam pengembangan ini adalah siswa SMP Negeri 4 Golewa, sedangkan subjek uji coba lapangan adalah siswa-siswa dari SMP Negeri 1 Golewa, SMP Negeri 5 Golewa, SMPN SATAP 2 Golewa dan SMPS Soegija Pranata Mataloko. Pemilihan sekolah ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa di sekolah tersebut.

3) Analisis bahan ajar yang digunakan

Berdasarkan hasil tes awal kemampuan komunikasi matematis, selanjutnya dilakukan analisis terhadap bahan ajar yang digunakan pada SMP Negeri 1 Golewa, SMP Negeri 4 Golewa, SMP Negeri 5 Golewa, SMPN SATAP 2 Golewa dan SMPS Soegija Pranata Mataloko. Bahan ajar yang digunakan adalah bahan ajar yang disediakan oleh Dinas Pendidikan masih dirasa kurang mendorong kemampuan komunikasi matematis siswa.

b. Meninjau Literatur

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan konteks, solusi yang diperoleh peneliti adalah mengembangkan bahan ajar berupa buku teks berbasis model *inquiry learning* berbantuan perangkat *PhET Simulation*. Perangkat *PhET Simulation* yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika SMP meliputi *fractions intro*, *build a fraction*, *fraction matcher*, *arithmetic* dan *area builder*. Selanjutnya perangkat ini digunakan untuk mendukung penyusunan buku teks model *inquiry learning*.

c. Mengembangkan kerangka konseptual atau teoritis

Pada tahap ini peneliti mengembangkan kerangka konseptual berdasarkan solusi yang telah ditentukan oleh peneliti yaitu merencanakan untuk mendesain bahan ajar matematika yang berbasis model *inquiry learning*. Bahan ajar berupa buku teks dapat digunakan oleh guru maupun siswa untuk mendukung proses belajarnya dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

2. Tahap Pengembangan Prototip (*Prototyping Phase*)

a. Mengembangkan Bahan Ajar

Tahap kegiatan dalam tahap ini meliputi: (1) menentukan materi dan kompetensi dasar (KD), (2) menyusun bahan ajar, (3) menyusun dan mendesain layout bahan ajar berupa buku teks, (4) menyusun instrumen penelitian.

1) Menentukan Materi dan Kompetensi Dasar (KD)

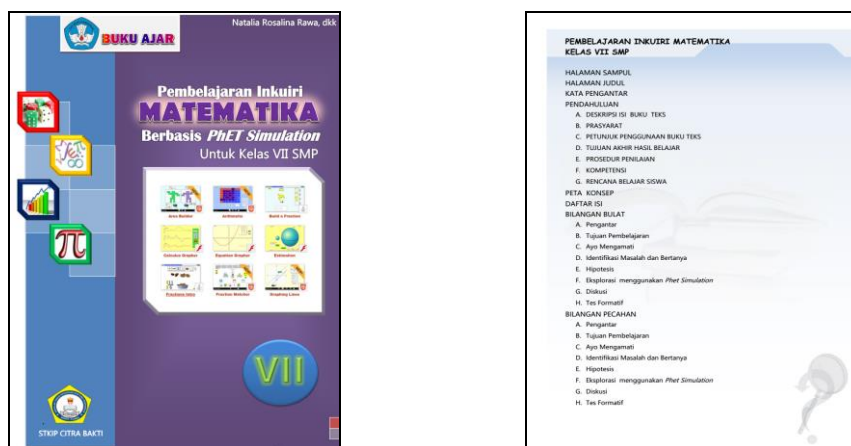
Pada tahap ini, peneliti menyusun bahan ajar dengan memilih materi bilangan bulat, pecahan, segitiga dan segi empat untuk kelas VII SMP yang sesuai dengan kurikulum 2013. Selanjutnya peneliti menentukan kompetensi dasar (KD) untuk mengembangkan buku ajar.

2) Menyusun bahan ajar

Berdasarkan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran pada materi bilangan bulat, pecahan dan bangun datar, selanjutnya disusun materi ajar tersebut secara sistematis serta menggunakan bahasa yang komunikatif artinya mudah dipahami oleh guru dan siswa.

3) Menyusun dan mendesain layout bahan ajar berupa buku teks

Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa Buku Teks Pendamping yang berjudul "Pembelajaran Inkuiri Matematika Berbasis *PhET Simulation* Untuk Siswa Kelas VII SMP". Gambar 1 berikut ini merupakan tampilan buku ajar matematika yang dikembangkan.



Gambar 1. Tampilan Buku Ajar Matematika

Buku ajar yang dikembangkan berisikan ilustrasi terkait bilangan bulat, pecahan, segitiga dan segiempat kemudian disajikan masalah dalam kehidupan sehari-hari untuk memudahkan siswa dalam mengidentifikasi masalah dan menyusun pertanyaan. Selanjutnya disajikan pernyataan-pernyataan yang dapat dijadikan hipotesis. Hipotesis tersebut akan dibuktikan melalui kegiatan eksplorasi menggunakan perangkat *PhET Simulation* yaitu *arithmetic* untuk materi bilangan bulat, *fractions intro*, *build a fraction*, dan *fraction matcher* untuk materi bilangan pecahan dan *area builder* untuk materi segitiga dan segiempat. Setelah melakukan kegiatan eksplorasi, siswa diarahkan untuk membuat kesimpulan dan membagikan hasil eksplorasi kepada siswa lain melalui kegiatan diskusi. Pada akhir Bab disajikan tes formatif berbentuk essay sebanyak 5 item soal untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis.

4) Menyusun Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang disusun meliputi lembar validasi bahan ajar untuk menguji kevalidan bahan ajar. Selain itu peneliti menyusun angket respon guru, dan angket respon siswa untuk menguji kepraktisan. Untuk menguji keefektifan, peneliti menyusun tes kemampuan komunikasi matematis berupa tes awal dan akhir disertai rubrik penilaian kedua tes tersebut.

b. Tahap Iteratif Melalui Evaluasi Formatif

1. Hasil Uji Kevalidan

Uji kevalidan produk pengembangan dilakukan dengan menggunakan angket uji coba kevalidan yang diberikan kepada 2 orang validator, yaitu 1 validator ahli bidang pendidikan matematika dan 1 validator ahli bidang teknologi pendidikan.

a) Hasil Uji Kevalidan Buku Ajar

Hasil analisis pengisian angket validasi buku ajar pada tabel 4 berikut ini, menunjukkan bahwa buku ajar yang disusun dinyatakan valid dan siap untuk diuji cobakan secara terbatas.

Tabel 4. Hasil Analisis Pengisian Angket Validasi Buku Ajar

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata skor oleh validator	Kriteria kevalidan	Keterangan
1	Kelayakan Isi Buku Ajar	3,75	Valid	Tidak Revisi
2	Kelayakan Konstruksi Buku Ajar	3,69	Valid	Tidak Revisi
3	Penyajian Buku Ajar	3,58	Valid	Tidak Revisi
4	Kebahasaan dan Kegrafisan	3,45	Valid	Tidak Revisi
	Penilaian Keseluruhan Aspek	3,62	Valid	Tidak Revisi

Selanjutnya komentar atau saran tertulis dan tidak tertulis dari validator ahli I (bidang pendidikan matematika) adalah pada aspek kelayakan konstruk buku ajar yang dikembangkan pada bagian “Tes Formatif” agar direvisi butir-butir soal/pertanyaan yang dapat mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa. Sedangkan komentar atau saran tertulis dan tidak tertulis dari validator ahli I (bidang teknologi pendidikan) adalah pada aspek kebahasaan dan kegrafisan pada bagian “Pengantar” agar direvisi gambar dan ilustrasi menggunakan gambar dari *PhET Simulation*.

b) Hasil Uji Kevalidan Instrumen Penelitian

Hasil analisis pengisian angket validasi instrumen penelitian pada tabel 5 berikut ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian yang disusun dinyatakan valid dan siap digunakan.

Tabel 5. Hasil Analisis Validasi Instrumen Penelitian

No	Instrumen Penelitian	Rata-rata skor oleh validator	Kriteria kevalidan	Keterangan
1.	Angket Respon Guru	3,75	Valid	Tidak Revisi
2.	Angket Respon Siswa	3,64	Valid	Tidak Revisi
3.	Tes Awal	3,71	Valid	Tidak Revisi
4.	Rubrik Penilaian Tes Awal	3,58	Valid	Tidak Revisi
5.	Tes Akhir	3,56	Valid	Tidak Revisi
6.	Rubrik Penilaian Tes Akhir	3,67	Valid	Tidak Revisi

c) Hasil Uji Kepraktisan (Uji Coba Terbatas)

Sebelum dilaksanakan uji coba lapangan, terlebih dahulu dilakukan uji coba terbatas. Uji coba dilaksanakan pada hari Selasa, 15 Mei 2018 pukul 08.15 – 09.15 WIB. Uji coba terbatas diberikan pada 32 orang siswa kelas VII SMP Negeri 4 Golewa. Setelah uji coba selesai, diberikan angket respon siswa kepada siswa subjek uji coba kelompok kecil dan angket respon guru kepada guru mata pelajaran. Hasil yang diperoleh dari uji kepraktisan produk pada saat uji coba terbatas diuraikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Uji Kepraktisan Buku Ajar (Uji Coba Terbatas)

No	Praktisi	Rata-rata Skor Kepraktisan	Kriteria Kepraktisan	Keterangan
1	Siswa	3,17	Praktis	Tidak Revisi
2	Guru	3,15	Praktis	Tidak Revisi
	Rata-rata Uji kepraktisan	3,16	Praktis	Tidak Revisi

Secara keseluruhan hasil analisis uji kepraktisan menunjukkan bahwa buku ajar matematika dinyatakan praktis, namun dari hasil angket respon guru menunjukkan ada

beberapa aspek yang perlu direvisi sebagian yakni (1) kejelasan istilah atau notasi yang digunakan dalam buku ajar, (2) Tugas-tugas yang dituangkan dalam tes formatif belum cukup membantu siswa meningkatkan kemampuan komunikasi matematisnya. Buku ajar yang sudah direvisi siap digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu uji coba lapangan.

3. Tahap Asesmen (*Assesment Phase*)

a. Hasil Uji Kepraktisan (Uji Coba Lapangan)

Setelah pelaksanaan uji coba terbatas dilakukan uji coba lapangan pada 4 (empat) sekolah untuk mengetahui kepraktisan buku ajar yang telah dikembangkan. Hasil analisis uji keparaktisan (uji coba lapangan) disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Uji Kepraktisan Buku Ajar (Uji Coba Lapangan)

No	Praktisi	Rata-rata Skor Kepraktisan	Kriteria Kepraktisan	Keterangan
1	Siswa SMPN 1 Golewa	3,36	Praktis	Tidak Revisi
2	Siswa SMPN 5 Golewa	3,46	Praktis	Tidak Revisi
3	Siswa SMP Satap 2 Golewa	3,20	Praktis	Tidak Revisi
4	Siswa SMP Supra Mataloko	3,47	Praktis	Tidak Revisi
5	Guru SMPN 1 Golewa	3,40	Praktis	Tidak Revisi
6	Guru SMPN 5 Golewa	3,55	Praktis	Tidak Revisi
7	Guru SMP Satap 2 Golewa	3,45	Praktis	Tidak Revisi
8	Guru SMP Supra Mataloko	3,60	Praktis	Tidak Revisi
Rata-rata Uji kepraktisan		3,44	Praktis	Tidak Revisi

b. Hasil Uji Kefektifan

Uji keefektifan buku ajar dilakukan melalui pemberian tes akhir kemampuan komunikasi matematis sebanyak 2 (dua) soal. Hasil tes akhir kemampuan komunikasi matematis dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Tes Akhir Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP Kecamatan Golewa

No	Nama Sekolah	Rerata Kemampuan Komunikasi Matematis (%)			Total Rata-rata
		<i>D</i>	<i>ME</i>	<i>WT</i>	
1.	SMP Negeri 1 Golewa	74,81	76,00	74,73	75,01
2	SMP Negeri 5 Golewa	74,27	75,69	76,19	76,07
3.	SMPN SATAP 2 Golewa	75,92	75,23	74,54	75,22
4.	SMPS Soegija Pranata Mataloko	76,23	74,48	76,55	75,75
Rata-rata per indikator		75,31	75,35	75,50	75,39

Keterangan:

D = *Drawing*

ME = *Mathematical Expression*

WT = *Written Texts*

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuji cobakan oleh peneliti bahwa dalam pengembangan bahan ajar matematika ini melalui 3 (tiga) tahap yang mengacu pada model Plomp. Pada tahap *Preliminary Research* terdiri atas tiga kegiatan, meliputi: (a) menganalisis kebutuhan dan konteks; (b) meninjau literatur; (c) mengembangkan kerangka konseptual dan teoritis. Dari hasil analisis kebutuhan dan konteks diketahui bahwa sebagian besar SMP di kecamatan Golewa sudah menerapkan kurikulum 2013, sehingga dalam penelitian ini buku ajar yang dikembangkan mengikuti kurikulum 2013. Selanjutnya diperoleh gambaran hasil tes awal kemampuan komunikasi matematis siswa SMP di kecamatan Golewa yaitu berada pada kategori sedang dengan rata-rata skor 66,31. Hasil menunjukkan kurangnya perhatian guru terhadap kemampuan matematis siswa khususnya kemampuan komunikasi matematis. Kemampuan komunikasi matematis sangat penting di kalangan siswa. Hal ini senada dengan pendapat yang dikemukakan oleh Baroody (Ansari, 2009:4) yang mengemukakan dua alasan pentingnya komunikasi dalam matematika di kalangan siswa. Pertama, *mathematics as language*, artinya matematika tidak hanya sekedar alat bantu berpikir (*a tool to aid thinking*), alat untuk menemukan pola, menyelesaikan masalah atau mengambil kesimpulan, tetapi matematika juga sebagai alat yang berharga untuk mengkomunikasikan berbagai ide secara jelas, tepat dan cermat. Kedua, *mathematics learning as social activity*, artinya sebagai aktivitas sosial dalam pembelajaran matematika, matematika juga sebagai wahana interaksi antar siswa, dan juga komunikasi antara guru dan siswa.

Kemampuan komunikasi siswa dapat didukung dengan ketepatan bahan ajar dan model pembelajaran dalam proses pembelajaran di kelas. Menurut Prastowo (2012:26) guru seyogyanya menyediakan berbagai jenis pilihan bahan ajar agar dapat membantu siswa mempelajari sesuatu, sehingga mencegah timbulnya rasa bosan siswa. Pilihan bahan ajar dapat disesuaikan dengan memilih model pembelajaran yang tepat sebagai kerangka konseptual dalam mengembangkan bahan ajar bagi siswa.

Pembelajaran yang dilaksanakan di SMP se-kecamatan Golewa masih berorientasi pada buku teks, dimana buku teks hanya memuat materi bahasan yang kurang dapat mengukur aspek komunikasi matematis siswa, padahal idealnya buku teks harus memuat materi dan proses pembelajaran, sistem penilaian dan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan karakteristik siswa. Ahsyar dalam Haloho, dkk (2016:2), menyatakan buku teks disusun untuk pembaca umum dan penyusunannya lebih berorientasi pada isi (*content oriented*).

Aunurrahman (dalam Rawa,dkk, 2016: 3) menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran yang tepat dalam proses pembelajaran di kelas dapat mendorong timbulnya rasa senang siswa terhadap pembelajaran dan mampu mencapai hasil belajar yang lebih

baik Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan konteks, solusi yang diperoleh peneliti adalah mengembangkan bahan ajar berupa buku teks berbasis model *inquiry learning* berbantuan perangkat *PhET Simulation*. Permendikbud Nomor 65 Tahun tentang Standar Proses, mengisyaratkan bahwa salah satu model pembelajaran yang diutamakan dalam implementasi Kurikulum 2013 adalah model pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry based learning*). Inkuiri adalah suatu strategi yang digunakan dalam pembelajaran yang dapat meningkatkan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran melalui kegiatan pengamatan, penelitian, membuat penjelasan dari data yang diperoleh, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan hasil temuan (Dasna, dkk, 2015:70). Menurut Laksana (2017:3), pembelajaran inkuiri dapat membantu siswa menjadi lebih mandiri dan bertanggung jawab. Siswa menjadi lebih termotivasi ketika mereka belajar menemukan sesuatu oleh dirinya sendiri, daripada mendengarkan apa yang dikatakan guru.

Salah satu teknologi pembelajaran yang dapat mendukung kemampuan komunikasi matematis adalah *Physics Education Technology* atau biasa disebut dengan *PhET*. Pada simulasi *PhET*, tampilan visual dan interaksi langsung membantu menjawab pertanyaan siswa dan mengembangkan pemahaman mereka (Wieman, et al., 2008). Sebagaimana yang dikemukakan oleh Darmawan (2012) bahwa perkembangan teknologi komputer membawa banyak perubahan yang dapat memaksimalkan aktivitas belajar mengajar sebagai interaksi kognitif antara peserta didik, materi, subjek dan infrastruktur. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Prihatiningsih dkk. (2013), menunjukkan bahwa pembelajaran dengan simulasi *PhET* membuat peserta didik tertarik dan semangat dalam melakukan percobaan sehingga dapat motivasi dan mendorong peserta didik dalam meningkatkan aktivitas belajar sehingga dalam waktu yang singkat dapat menuntaskan hasil belajar. Selanjutnya Syaifulloh dan Jatmiko (2014), dalam penelitiannya menyatakan penerapan pembelajaran dengan model *guided discovery* dengan lab virtual *PhET* dapat meningkatkan aktivitas belajar peserta didik. Dengan demikian produk yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dijadikan alternatif media yang cocok untuk membantu siswa dalam belajar dan dapat mendukung kemampuan komunikasi matematisnya.

Dengan adanya bahan ajar ini diharapkan dapat membantu guru dalam mendiagnosa kemampuan komunikasi matematis siswa dalam melaksanakan pembelajaran di kelas. Guru tidak lagi dianggap sebagai sumber dari segala informasi. Guru hanyalah fasilitator dalam pembelajaran sedangkan siswa harus lebih berperan aktif dalam pembelajaran. Bahan ajar ini berfungsi sebagai alat untuk memfasilitasi siswa untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan komunikasi matematisnya.

Pengembangan bahan ajar berbasis *PhET* dirancang untuk mendukung pendekatan interaktif, menggunakan umpan balik dinamis, mengikuti pendekatan konstruktivis,

menyediakan tugas yang kreatif, membuat model atau fenomena yang tidak dapat diakses secara eksplisit dan menuntut siswa untuk lebih produktif (Finkelstein, dkk, 2006). Keefektifan perangkat PhET ini lebih banyak ditemukan dalam pembelajaran IPA dan Sains, namun PhET tidak terbatas pada topik-topik IPA. . Proyek PhET dikembangkan lebih dari 80 simulasi interaktif. Simulasi interaktif ini meliputi berbagai topik fisika dan aplikasi dunia nyata seperti efek rumah kaca dan laser. Ada 16 simulasi untuk topik kimia, serta berbagai simulasi untuk pelajaran ilmu bumi, biologi dan matematika (Wieman, dkk., 2008). Sehingga PhET Simulation ini boleh digunakan dalam pembelajaran matematika. Keefektifan PhET dalam pengembangan bahan ajar ini dapat dilihat dari peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP se-kecamatan golewa dengan perolehan rata-rata secara klasikal meningkat dari 66,31 menjadi nilai 75,39 dengan kategori tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa (1) Hasil uji kevalidan oleh validator ahli, buku ajar dinyatakan valid dengan skor kevalidan 3,62. Hal ini menunjukkan buku ajar yang dikembangkan sesuai dengan tahapan dalam model inquiry learning berbantuan perangkat *phet simulation* dan indikator kemampuan komunikasi matematis. Uji kepraktisan yang dilakukan oleh guru dan siswa dinyatakan praktis dengan rerata skor kepraktisan 3,44, (3) kemampuan komunikasi matematis siswa pada aspek menggambar ide-ide matematis secara visual (*drawing*) mengalami peningkatan dari 66,37 menjadi 75,31 dengan kategori tinggi, kemampuan komunikasi matematis siswa pada aspek menghubungkan benda nyata, gambar dan diagram ke dalam ide matematika (*mathematical expression*) mengalami peningkatan dari 66,38 menjadi 75,35 dengan kategori tinggi, dan kemampuan komunikasi matematis siswa pada aspek menuliskan jawaban dengan bahasa sendiri (*written texts*) mengalami peningkatan dari 66,20 menjadi 75,50 dengan kategori tinggi. Bahan ajar matematika berupa buku ajar model *inquiry learning* berbantuan perangkat *phet simulation* dapat efektif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa hal ini terlihat dari perolehan rata-rata secara klasikal meningkat dari 66,31 menjadi nilai 75,39 dengan kategori tinggi. Dengan demikian bahan ajar matematika berupa buku ajar model *inquiry learning* berbantuan perangkat *phet simulation* untuk siswa SMP kelas VII dinyatakan valid, praktis dan efektif.

Daftar Pustaka

- Ansari, B.I. (2009). *Komunikasi matematika konsep dan aplikasi*. Banda Aceh: Yayasan Pena.
- Dasna, I.W., Laksana, D.N.L., & Sudatha, I.G.W. (2015). *Desain dan model pembelajaran inovatif dan interaktif*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Darmawan, D. (2011). *Teknologi pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Depdikbud. (2013). *Pembelajaran berbasis kompetensi mata pelajaran matematika (peminatan) melalui pendekatan saintifik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Direktorat PSMA.
- Depdiknas, (2006). *Kurikulum tingkat satuan pendidikan*. Jakarta: Depdiknas
- Finkelstein, N.D., Adams, W., & Wieman, C.E. (2006). High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project. *The Journal of Online Teaching and Learning*, 2(3), (pp.1-27).
- Haloho, F.K., Pasaribu A., & Wiyono, K. (2016). Pengembangan buku kerja siswa berbasis inkuiri materi optika geometri kelas X sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. [Online]. Diterima melalui <http://ejournal2.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/view/3425/1812>.
- Kanasa & Duncan. (2013). Teaching energy sciences as inquiry: reflection on profesional development as a tool to build inquiry teaching skills for middle and high school teachers. *Jurnal of Sciences Technology*. 22(3): 235–251, [Online]. Diterima melalui <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-012-9389-5>.
- Laksana, D.,N.,L. (2017). The effectiveness of inquiry based learning for natural sciences learning in elementary school. *Jurnal of Education Technology*, 1(10),1-5.
- Majid, A. (2008). *Perencanaan pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- NCTM. (2000). *Principle and standard for school mathematics*. Reston: The National Council of Teachers Mathematics.
- Plomp, T. (2010). Educational design research: an introduction. *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University*, 23-26 November 2007, Shanghai, China. (pp. 9 – 35).
- Prastowo, A. (2012). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Prihatiningtyas, S., T. Prastowo dan B. Jatmiko. 2013. Implementasi simulasi PHET dan KIT sederhana untuk mengajarkan keterampilan psikomotor peserta didik pada pokok bahasan alat optik. *Jurnal Pendidikan IPA*. 2(1), 18-22.
- Rawa, N.R., Sutawidjaja, A., & Sudirman. (2016). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis model *learning cycle-7e* pada materi trigonometri untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(6),1042-1055.
- Shadiq, Fajar. (2009). *Kemahiran matematika*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional, Dirjen Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan PPTK.
- Syaifulloh, R. B. dan B. Jatmiko. 2014. Penerapan pembelajaran dengan guided discovery dengan lab virtual PhET untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas XI di SMAN 1 Tuban pada pokok bahasan teori kinetika gas. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(2),174-179.
- Wieman, C., Wendy, K.A., & Katherine, K.P. (2008). PhET: Simulations that enhance. *Science*, 682-683.