

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Terintegrasi GeoGebra Dalam Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

Agus Adi Putrawan

Politeknik Negeri Bali

*Corresponding author: putrawanagusadi@pnb.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat pembelajaran matematika yang terintegrasi dengan *GeoGebra* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Perangkat pembelajaran yang digunakan berupa buku siswa dan buku petunjuk guru yang dikembangkan melalui tahap *preliminary research*, *prototyping stage*, dan *assessment phase*. Penelitian ini melibatkan siswa kelas VIII SMPN 1 Denpasar sebagai subjek penelitian. Data dikumpulkan menggunakan lembar pengamatan keterlaksanaan perangkat pembelajaran, angket respons siswa, angket respons guru, lembar observasi keterampilan komunikasi matematika, dan tes tulis uraian. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran matematika yang digunakan sangat valid dan praktis. Perangkat pembelajaran ini juga memenuhi aspek keefektifan yang dilihat dari keterampilan komunikasi matematika lisan siswa pada uji coba lapangan I dan II berada pada kategori baik serta keterampilan komunikasi matematika tertulis siswa yang telah melampaui KKM.

Kata-kata kunci: Perangkat pembelajaran, geogebra, keterampilan komunikasi

Abstract

This research was implemented by using mathematics instructional materials assisted by GeoGebra in order to improve student's mathematical communication skills. The instructional materials which were developed in this study consisted of student's book and teacher's guide book. This study was a design research implemented by preliminary research phase, prototyping stage phase, and assessment phase. The subjects of this research were the eighth grade students of SMPN 1 Denpasar. Data were collected by using observation sheet of instructional materials implementation, student's response questionnaire, teacher's response questionnaire, observation sheet of mathematical communication skills, and written essay test. The collected data were processed and analyzed descriptively. The result of this research showed that the developed mathematics instructional materials are categorized very high in validity and fulfilled the practicality aspect. The instructional materials also had fulfilled the effectiveness aspects which were seen from the verbal mathematics communication skills of students on the first and the second field try out were good in category as well as the written mathematics communication skill of students had exceeded the standard minimal score.

Keywords: *Instructional materials ; geogebra; communication skills*

PENDAHULUAN

Implementasi Kurikulum Nasional diharapkan mampu meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang ada sehingga memiliki keterampilan dalam mengikuti perkembangan dan persaingan di era globalisasi. Proses pembelajaran yang dilakukan dengan menerapkan Kurikulum Nasional dilaksanakan dengan pendekatan *scientific*. Berkaitan dengan hal tersebut, pembelajaran matematika di sekolah menengah juga mengalami perubahan dengan diintegrasikannya TIK dalam pembelajaran. Penggunaan media TIK bertujuan untuk

mengurangi kesulitan belajar yang diakibatkan oleh abstraknya objek kajian dalam matematika.

Menurut NCTM (2000), teknologi sangat esensial dalam pengajaran matematika, dimana integrasinya dapat meningkatkan pembelajaran siswa dan mempengaruhi penguasaan materi yang sedang dibahas. Selain hal tersebut, penggunaan TIK dapat membantu menggambarkan atau memvisualisasikan ide matematika siswa, pengelolaan dan analisis data, serta menyederhanakan perhitungan dan meningkatkan akurasi. Penggunaan TIK dapat membantu peserta didik untuk menginvestigasi konsep matematika secara utuh seperti geometri, statistik, aljabar, pengukuran dan bilangan (NCTM, 2000). Salah satu media yang bisa digunakan adalah GeoGebra. Menurut Hohenwarter (2008), GeoGebra merupakan software untuk membelajarkan siswa konsep geometri dan aljabar. GeoGebra bersifat multi representasi, yaitu: 1) adanya tampilan aljabar; 2) adanya tampilan grafis; dan 3) adanya tampilan numerik. Ketiga tampilan ini saling terhubung secara dinamik yang membantu siswa dalam mempelajari objek geometri dan aljabar yang bersifat abstrak. Sejalan dengan hal tersebut, Mahmudi (2010) menyatakan bahwa melalui GeoGebra objek-objek geometri yang bersifat abstrak dapat divisualisasi sekaligus dapat dimanipulasi secara cepat, akurat, dan efisien.

Lebih lanjut NCTM (2000) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis meliputi keterampilan dalam mempresentasikan ide secara verbal dalam tulisan, gambar, grafik, dan bentuk visual lainnya. Kemampuan komunikasi matematika lisan dan tertulis dapat menguatkan penguasaan siswa terhadap konsep matematika (Gordah & Astuti, 2013). Terkait dengan hal tersebut, Viseu & Oliveira (2012) menyatakan bahwa keterampilan dalam komunikasi matematika memungkinkan siswa untuk memahami konsep-konsep matematika melalui proses berpikir, diskusi, dan pengambilan keputusan. Proses komunikasi matematika juga dapat menjadi jalan bagi peserta didik untuk mendemonstrasikan idenya (Chung, Yoo, Kim, Lee, & Zeidler, 2016). Oleh karena itu, meningkatkan kemampuan komunikasi matematis seharusnya menjadi prioritas utama dalam pembelajaran matematika untuk membantu siswa dalam berpikir dan menyampaikan gagasannya (Triana, Zubainur, & Bahrn, 2019).

Namun yang terjadi di lapangan tidaklah sesuai dengan ekspektasi yang diharapkan. Berdasarkan observasi yang dilakukan, selama pembelajaran guru cenderung mentransfer pengetahuannya melalui definisi dan latihan. Pembelajaran dilakukan dengan pemberian materi dan pertanyaan di papan tulis oleh guru, yang dilanjutkan dengan tugas dan

permasalahan yang harus diselesaikan oleh siswa. Hal ini didukung oleh Hutagoal (2013) yang menyatakan bahwa siswa masih tidak diberikan cukup kesempatan untuk mengkomunikasikan ide mereka, sehingga sebagai konsekuensi, kemampuan peserta didik tidak mudah untuk diamati. Rasyidah & Marzal (2015) juga menyatakan bahwa guru sekolah menengah tidak memberdayakan ICT secara optimal dalam proses pembelajaran matematika. Sebagai akibatnya siswa mengalami kesulitan dalam mengembangkan kemampuan komunikasi yang berakibat pada kurangnya kemampuan komunikasi matematis (Astuti & Leonard, 2015).

Salah satu materi yang diajarkan dengan cara demikian adalah sistem persamaan linier dua variabel (SPLDV). Materi aljabar tersebut sering dirasakan sulit oleh siswa dan menjadi masalah dalam proses pembelajaran. Kendala yang sering ditemui dalam pengajaran dan pembelajaran aljabar pada umumnya adalah abstraknya pengenalan aljabar yang disebabkan oleh adanya gap antara pengetahuan awal siswa dengan simbol yang muncul (Dekker & Dolk, 2011; Julius, Abdullah, & Suhairom, 2018). Lebih lanjut, Wijaya, Retnawati, Setyaningrum, Aoyama, & Sugiman (2019) menyatakan bahwa rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep aljabar adalah salah satu dari tiga tantangan utama dalam pembelajaran matematika. Kondisi lainnya berkaitan dengan perhitungan dan sulitnya menyatakan masalah kedalam model matematika. Siswa cenderung mengalami kesulitan untuk menyatakan informasi yang diketahui, permasalahan yang ditanyakan, dan mengkomunikasikan gagasan matematis untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Oleh karena itu, bagaimana mengenalkan dan mengajarkan konsep ini kepada siswa perlu mendapat perhatian khusus (Apsari, Putri, Sariyasa, Abels, & Prayitno, 2020).

Untuk itu dipandang perlu untuk mengintegrasikan GeoGebra dalam perangkat pembelajaran matematika yang digunakan sehingga dapat memberikan visualisasi kepada siswa dalam menentukan solusi dari permasalahan sistem persamaan linier dua variabel. Lebih lanjut, penggunaan perangkat pembelajaran matematika berbantuan GeoGebra ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan komunikasi matematis siswa.

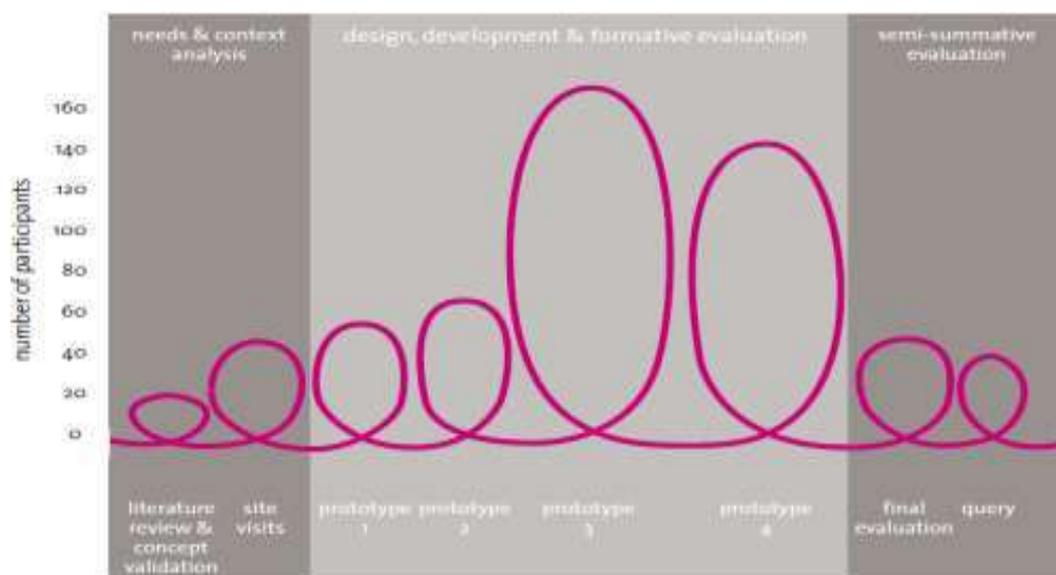
METODE

Adapun subjek dari penelitian adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Denpasar. Pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini mengikuti prosedur pengembangan yang disampaikan oleh Plomp. Plomp (2010) memberikan tahapan dalam

mendesain suatu perangkat pembelajaran yang dibagi ke dalam tiga fase, yaitu: 1) *preliminary research*, 2) *prototyping stage*, dan 3) *assessment phase*.

Kegiatan yang dilakukan pada tahap *preliminary research* adalah analisis situasi dan permasalahan yang terjadi pada pembelajaran matematika di SMP Negeri 1 Denpasar. Analisis yang dilakukan antara lain: melakukan kajian berkaitan dengan Standar Isi (SK, KI, dan KD) dari pokok bahasan sistem persamaan linier dua variabel, meninjau aktivitas belajar siswa dan guru di kelas, melakukan wawancara dengan guru matematika kelas VIII untuk mengidentifikasi kendala yang dialami, dan meninjau perangkat pembelajaran yang sedang digunakan. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, diupayakan solusinya dengan melakukan pengkajian terhadap teori-teori yang mendukung dan menganalisis hasil penelitian yang relevan.

Dalam fase *prototyping stage*, dilakukan penyusunan perangkat pembelajaran matematika terintegrasi GeoGebra dan instrumen yang diperlukan. Perangkat dan instrumen yang dihasilkan kemudian disebut prototipe I, prototipe II, prototipe III dan prototipe IV. Adapun proses iterasi pada fase *prototyping* disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Proses Iterasi Pada Fase *Prototyping* (McKenny, 2001)

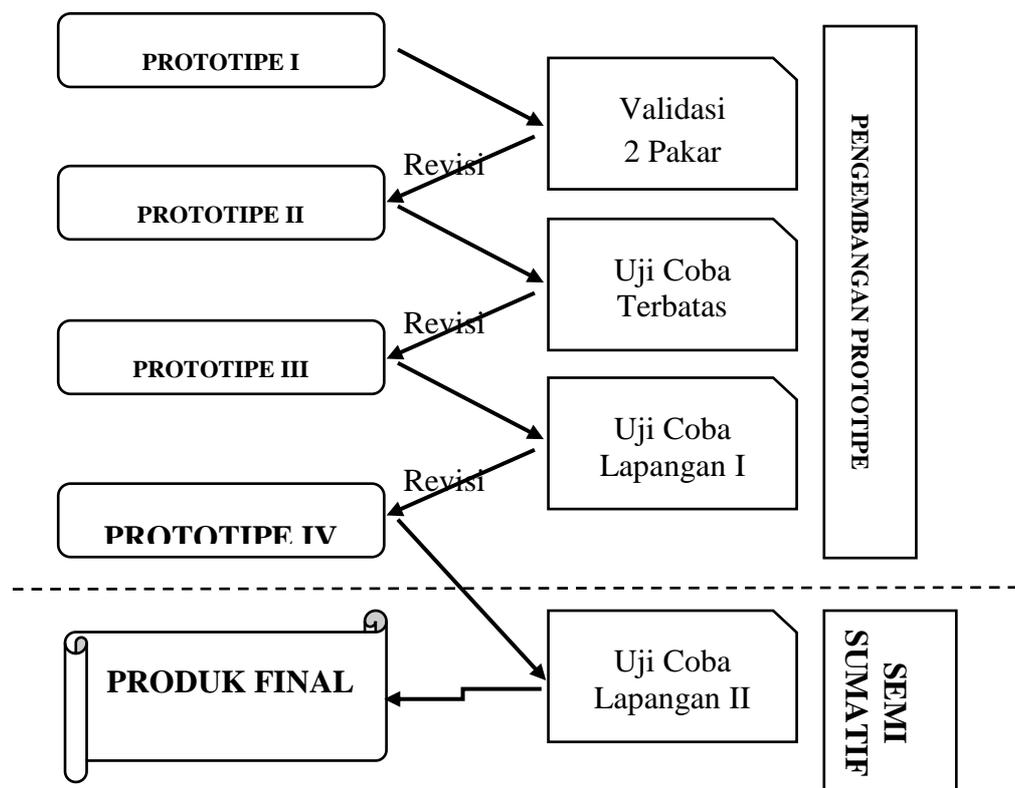
Prototipe I merupakan draft awal dari buku siswa, buku petunjuk guru, serta instrumen penelitian. Instrumen yang digunakan meliputi instrumen untuk mengukur validitas konstruk yang meliputi lembar validasi buku siswa dan lembar validasi buku petunjuk guru, instrumen untuk mengukur kepraktisan perangkat pembelajaran yang meliputi

lembar pengamatan keterlaksanaan perangkat pembelajaran, angket respons siswa, dan angket respons guru serta instrumen untuk mengukur efektivitas perangkat pembelajaran yang meliputi lembar observasi keterampilan komunikasi matematika dan tes tulis uraian. Prototipe I ini yang kemudian dilakukan pengujian validitas/uji ahli dengan melibatkan 2 orang pakar Pendidikan Matematika dari Universitas Pendidikan Ganesha. Pakar tersebut ditunjuk berdasarkan pertimbangan kedalaman dan relevansi pengetahuan atau pengalaman yang dimiliki. Hasil validasi pakar ini berupa koreksi, kritik, dan saran yang nantinya peneliti gunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan terhadap perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian.

Prototipe II merupakan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang telah dinyatakan valid oleh validator. Prototipe II selanjutnya diuji cobakan dalam *uji coba terbatas*. Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan perangkat yang telah disusun. Tahap terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, observasi dan evaluasi, serta refleksi untuk melihat kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Selama pelaksanaan uji coba, dilakukan analisis dan evaluasi untuk mengatasi berbagai kelemahan yang ditemui.

Prototipe III merupakan penyempurnaan perangkat pembelajaran matematika berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan pada uji coba terbatas. Untuk menyempurnakan prototipe III yang dihasilkan, dilakukan *uji coba lapangan I*. Fokus dari uji coba lapangan I adalah meningkatkan kualitas perangkat pembelajaran matematika menjadi produk yang lebih praktis dan efektif. Sama seperti sebelumnya, uji coba lapangan I terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, observasi dan evaluasi, serta refleksi untuk melihat kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Selama dilaksanakannya uji coba lapangan I, dilakukan analisis dan evaluasi untuk mengatasi kelemahan yang ditemui selama pelaksanaan uji coba.

Prototipe IV merupakan hasil revisi dari perangkat pembelajaran yang dilakukan di uji coba lapangan I. Adapun tahap akhir dari pengembangan perangkat pembelajaran ini adalah *assessment phase*. Kegiatan yang dilakukan pada fase ini adalah *uji coba lapangan II*. Fokus dari dilaksanakannya uji coba lapangan II adalah untuk memperoleh produk final dari prototipe yang dikembangkan. Setelah kegiatan uji coba dilakukan, dilanjutkan dengan revisi sehingga dihasilkan *prototipe final* perangkat pembelajaran matematika yang valid, praktis, dan efektif (produk final). Adapun proses pengembangan produk atau prototipe ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Terintegrasi GeoGebra

Kepraktisan perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan diukur dari keterlaksanaan penggunaan perangkat tersebut di kelas. Data diperoleh dari hasil pengamatan dengan menggunakan lembar pengamatan keterlaksanaan perangkat pembelajaran, angket respons siswa, dan angket respons guru. Untuk mengetahui kepraktisan perangkat yang digunakan, data dianalisis secara deskriptif berdasarkan kriteria berikut.

Tabel 1. Kriteria Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Skor	Kriteria
$3,5 \leq S_r \leq 4,0$	Sangat Praktis
$2,5 \leq S_r < 3,5$	Praktis
$1,5 \leq S_r < 2,5$	Tidak Praktis
$1,00 \leq S_r < 1,5$	Sangat Tidak Praktis

(Sadra, 2007)

Keterangan:

S_r : Skor rata-rata berdasarkan lembar pengamatan keterlaksanaan perangkat pembelajaran, angket respons siswa, dan angket respons guru.

$$S_r = \frac{\text{Jumlah skor dari semua item}}{\text{Banyak item}}$$

Efektivitas perangkat pembelajaran diukur berdasarkan ketercapaian tujuan penelitian dengan menggunakan perangkat yang dikembangkan. Untuk menilai efektivitas perangkat, dikumpulkan data keterampilan komunikasi matematika siswa kelas VIII SMP. Keterampilan komunikasi matematika digolongkan menjadi dua, yaitu keterampilan komunikasi matematika lisan dan tertulis. Keterampilan komunikasi matematika lisan diukur selama kegiatan pembelajaran dengan menggunakan lembar observasi keterampilan komunikasi matematika. Data tentang keterampilan komunikasi matematika lisan, dianalisis secara deskriptif berdasarkan kriteria berikut.

Tabel 2. Kriteria Hasil Pengamatan Keterampilan Komunikasi Matematika Lisan

Skor	Kriteria
$3,5 \leq S_r \leq 4,0$	Sangat Baik
$2,5 \leq S_r < 3,5$	Baik
$1,5 \leq S_r < 2,5$	Tidak Baik
$1,00 \leq S_r < 1,5$	Sangat Tidak Baik

(Sadra, 2007)

Keterangan:

S_r : Skor rata-rata berdasarkan lembar observasi keterampilan komunikasi matematika lisan.

$$S_r = \frac{\text{Jumlah skor dari semua item}}{\text{Banyak item}}$$

Dalam penelitian ini, keterampilan komunikasi matematika tertulis siswa dinyatakan baik jika rata-rata skor tes tulis uraian yang diperoleh menunjukkan hasil yang sama atau lebih dari KKM yang ditetapkan. KKM untuk mata pelajaran matematika di kelas VIII SMP Negeri 1 Denpasar adalah 82. Rata-rata skor keterampilan komunikasi tertulis siswa dikonversikan berdasarkan kriteria pada tabel berikut.

Tabel 3. Kriteria Keterampilan Komunikasi Matematika Tertulis

Skor Siswa	Kriteria
Rata-Rata Skor \geq 82	Baik
Rata-Rata Skor $<$ 82	Tidak Baik

(dimodifikasi dari Sadra, 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berbantuan GeoGebra berupa buku siswa dan buku petunjuk guru. Buku siswa yang dikembangkan merupakan buku yang dijadikan panduan bagi siswa kelas VIII dalam mempelajari pokok bahasan sistem persamaan linier dua variabel. Buku petunjuk guru yang dikembangkan merupakan buku yang dijadikan pedoman oleh guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas.

Berdasarkan proses validasi yang dilakukan oleh dua orang pakar, diperoleh bahwa perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan berada dalam kategori valid. Ditinjau dari segi validitas isi, perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah sesuai dengan tuntutan Kurikulum Nasional yang dijadikan pegangan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran matematika. Sedangkan dari segi validitas konstruk, perangkat pembelajaran telah memenuhi aspek validitas dengan skor rata-rata validasi pada buku siswa dan buku petunjuk guru sebesar 3,89. Adapun hasil analisis validitas buku siswa dan buku petunjuk guru disajikan sebagai berikut.

Tabel 4. Validitas Buku Siswa

No.	Aspek Validasi	Rata-Rata Skor Validator		Jumlah	Rata-Rata
		I	II		
1.	Isi buku siswa	3,92	3,92	7,84	3,92
2.	Cara penyajian	3,8	4	7,8	3,9
3.	Bentuk fisik	3,67	4	7,67	3,84
Jumlah					11,66
<i>Sr</i>					3,89

Tabel 5. Validitas Buku Petunjuk Guru

No.	Aspek Validasi	Rata-Rata Skor Validator		Jumlah	Rata-Rata
		I	II		
1.	Isi buku petunjuk guru	3,8	4	7,8	3,9
2.	Cara penyajian	4	3,75	7,75	3,88
Jumlah					7,78
<i>Sr</i>					3,89

Tercapainya kriteria tersebut disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut.

Pertama, komponen perangkat pembelajaran matematika yang terintegrasi GeoGebra telah sesuai dengan indikator yang terdapat pada instrumen validitas perangkat pembelajaran. Kedua, penyusunan perangkat pembelajaran matematika mengacu pada tuntutan Kurikulum Nasional yang diterapkan di SMP. Tuntutan tersebut berkaitan dengan standar kompetensi, kompetensi inti, dan kompetensi dasar yang harus dicapai dalam kegiatan pembelajaran matematika. Ketiga, buku siswa dikembangkan dengan mengakomodasi pelaksanaan Kurikulum Nasional dalam pembelajaran. Hal ini dapat ditinjau dari tampilan buku yang menarik, susunan materi, serta penyajian yang disesuaikan dengan langkah-langkah pendekatan *scientific* (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan). Dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan, disisipkan juga langkah-langkah sistematis penggunaan GeoGebra sehingga siswa dapat memahami penggunaan media tersebut untuk mempelajari konsep sistem persamaan linier dua variabel. Pada bagian awal buku, disajikan masalah-masalah realistik yang dekat dengan keseharian dan aktivitas siswa. Keempat, buku petunjuk guru dapat digunakan sebagai panduan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas. Langkah pembelajaran yang diuraikan pada buku petunjuk guru telah disesuaikan dengan prosedur pembelajaran yang disajikan pada buku siswa. Pada buku pegangan guru diuraikan dengan jelas langkah pembelajaran yang mengacu pada implementasi Kurikulum Nasional serta bagian-bagian mana dari materi yang termasuk tahap mengamati, tahap menanya, tahap mengumpulkan informasi, tahap mengasosiasi, dan tahap mengkomunikasikan.

Kepraktisan perangkat dalam penelitian ini dinilai berdasarkan keterlaksanaan perangkat pembelajaran, angket respons siswa, dan angket respons guru terhadap pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan perangkat pembelajaran matematika

yang dikembangkan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, keterlaksanaan pembelajaran selama uji coba terbatas tergolong praktis dengan skor rata-rata 2,94. Pada uji coba yang dilakukan selanjutnya, terjadi peningkatan skor rata-rata sebesar 3,55 pada uji coba lapangan I dan 3,63 pada uji coba lapangan II. Berdasarkan kriteria kepraktisan yang telah dibahas sebelumnya, keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang disusun pada uji coba lapangan I dan II tergolong sangat praktis. Selain itu diperoleh juga skor rata-rata respons siswa terhadap perangkat pembelajaran sebesar 3,35 (praktis) dan rata-rata skor respons guru sebesar 3,67 (sangat praktis).

Dalam penelitian ini, pengukuran keefektifan perangkat pembelajaran dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan buku siswa dan buku petunjuk guru dapat meningkatkan keterampilan komunikasi matematika siswa. Berdasarkan analisis, diperoleh informasi bahwa pada uji coba lapangan I keterampilan komunikasi matematika lisan siswa tergolong baik dengan skor rata-rata sebesar 3,17. Pada uji coba lapangan II terjadi peningkatan skor sebesar 0,06 menjadi 3,23 dengan kategori baik. Selain dilakukan pengamatan dengan menggunakan lembar observasi, juga diberikan tes tulis uraian untuk mengetahui keterampilan komunikasi tertulis siswa. Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh rata-rata skor yang dicapai oleh siswa pada uji coba lapangan I dan II telah melebihi KKM yang ditetapkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi matematika tertulis yang dimiliki siswa berada pada kategori baik. Diperolehnya perangkat pembelajaran matematika yang memenuhi kriteria efektif seperti pada pembahasan di atas, disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut. Pertama, perangkat pembelajaran matematika berupa buku siswa dan buku petunjuk guru yang dikembangkan telah dirancang sesuai dengan karakteristik Kurikulum Nasional. Selain itu proses pembelajaran dilakukan dengan menggunakan GeoGebra untuk memudahkan visualisasi dan pembentukan konsep siswa terkait pokok bahasan yang sedang dipelajari. Hal tersebut memberikan keleluasaan kepada siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep matematika melalui kegiatan yang telah dirancang. Kedua, perangkat pembelajaran yang dikembangkan menggunakan fenomena dan masalah realistik yang terjadi dalam keseharian siswa. Fenomena dan masalah yang diberikan dapat memberikan gambaran kepada siswa mengenai manfaat materi yang dipelajari sehingga menumbuhkan motivasi dan semangat siswa dalam belajar.

PENUTUP

Dilihat dari aspek validitas, perangkat dan instrumen yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid. Lebih lanjut, dari aspek kepraktisan, keterlaksanaan pembelajaran selama uji coba terbatas tergolong praktis. Pada uji coba lapangan I dan uji coba lapangan II, keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran matematika yang disusun tergolong sangat praktis. Selain itu, respons siswa terhadap perangkat pembelajaran yang digunakan tergolong praktis. Hal ini sejalan dengan respons guru yang berada pada kategori sangat praktis. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi aspek keefektifan. Hal ini terlihat dari keterampilan komunikasi matematika lisan pada uji coba lapangan I dan II tergolong baik. Rata-rata skor keterampilan komunikasi tertulis yang diperoleh siswa telah melewati KKM. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan komunikasi matematika siswa kelas VIII SMP.

DAFTAR PUSTAKA

- Apsari, R.A., Putri, R.I.I., Sariyasa, Abels, M., Prayitno, S. (2020). *Geometry Representation to Develop Algebraic Thinking: A Recommendation for A Pattern Investigation In Pre-Algebra Class*. *Unsri Journal on Mathematics Education*, 11(1), 45-58.
- Astuti, A., & Leonard, L. (2015). *Peran Kemampuan Komunikasi Matematika Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa*. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(2), 102–110.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S.-W., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2016). *Enhancing Students' Communication Skills In The Science Classroom Through Socioscientific Issues*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1–27.
- Dekker, T., & Dolk, M. (2011). *From Arithmetic to Algebra*. In P. Drijvers (Ed.), *Secondary Algebra Education: Revisiting Topic and Themes and Exploring The Unknowns* (pp. 69-87). Rotterdam: Sense Publishers.
- Gordah, E. K., & Astuti, R. (2013). *Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Mahasiswa Melalui Pengembangan Bahan Ajar Geometri Dasar Berbasis Model Reciprocal Teaching di STKIP PGRI Pontianak*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta, 9(2), 227-232.
- Hutagaol, K. (2013). *Pembelajaran Kontekstual Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama*. *Infinity Journal*, 2(1), 85-99.
- Julius, E., Abdullah, A. H., & Suhairom, N. (2018). *Attitude of Students Towards Solving Problems in Algebra: A Review of Nigeria Secondary Schools*. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 8(1), 26-31. <http://dx.doi.org/10.9790/7388-0801032631>.

- Mahmudi, A. (2010). *Membelajarkan Geometri dengan Program Geogebra*. Yogyakarta: Seminar FPMIPA UNY, pp 1-2.
- NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Plomp, T. 2010. *Educational Design Research: An Introduction. An Introduction to Educational Research*. Enschede, Netherland: National Institute for Curriculum Development.
- Rasyidah, A., Marzal, J., & Damris, M. (2015). *Investigasi Pengetahuan, Keterampilan dan Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Guru Matematika SMA/MA Di Kabupaten Tanjung Jabung Barat*. *Edu-Sains*, 4(2), 37- 45.
- Sadra, I W. 2007. *Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Berwawasan Lingkungan dalam Pelatihan Guru Kelas I Sekolah Dasar*. Disertasi (tidak diterbitkan). Surabaya: Unesa.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan*. Penerbit Alfabeta: Bandung.
- Supardi. 2019. *Statistik Penelitian Pendidikan*. Rajawali Pers: Depok.
- Triana, M., Zubainur, C.M., Bahrun. (2019). *Students' Mathematical Communication Ability through the Brain-Based Learning Approach using Autograph*. *UMS Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 4(1), 1-10.
- Viseu, F., & Oliveira, I. B. (2012). *Open-Ended Tasks in The Promotion of Classroom Communication in Mathematics*. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(2), 287–300.
- Wijaya, A., Retnawati, H., Setyaningrum, W., Aoyama, K., & Sugiman. (2019). *Diagnosing Students' Learning Difficulties in The Eyes of Indonesian Mathematics Teacher*. *Journal on Mathematics Education*, 10(3), 357-364.
<http://dx.doi.org/10.22342/jme.10.3.7798.357-364>.