

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH YANG MENGACU PADA *LEARNING TRAJECTORY* DAN BERORIENTASI PADA KEMAMPUAN JUSTIFIKASI MATEMATIS SISWA

Alvi Khoirunnisak¹, Ilham Rizkianto²

^{1,2} Pendidikan Matematika UNY, Jl. Colombo No 1, Yogyakarta

¹ alvi.khoirunnisak2015@student.uny.ac.id · ² ilham_rizkianto@uny.ac.id

Diterima: 2 Februari, 2020; Disetujui: 24 Maret, 2020

Abstract

The present research and development project aims to develop and describe the quality of learning material consisting of lesson plans and student worksheets to facilitate student's mathematical justification skills. The learning material is based on problem-based learning (PBL) approach and learning trajectory on the Cartesian Coordinate System. This project uses the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The subject of this research is 32 students in VIII C SMPN 2 Bambang Lipuro. Based on the result of the validation assessment, the lesson plan and student worksheets are very valid. Based on the result of practicality using a student questionnaire, the learning material is practical. Based on the result of practicality using the observation sheet of learning implementation, the learning material is very practical. Based on the effectiveness assessment using the student's mathematical justification skill test, 75% of students have minimum mathematical justification skills in the good category. However, based on the z-test, the learning material is not effective because $z_{\text{count}} = 0,6172 < z_{\alpha} = 1,654$. So, the learning material is valid and practice to be implemented, but not yet effective to facilitate student's justification skills. It was possibly due to obstacles happening during the implementation, like the implementation of PBL needs more time than it planned, and some students did not do the writing task.

Keywords: Learning material, PBL, Learning Trajectory, Mathematical Justification Skills

Abstrak

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang bertujuan mengembangkan dan mendeskripsikan kualitas perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS berbasis *problem based learning* dan *learning trajectory* pada materi Sistem Koordinat Kartesius guna memfasilitasi kemampuan justifikasi matematis (KJM) siswa. Desain penelitian menggunakan model ADDIE (*Analisis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Subjek penelitian adalah 32 siswa kelas VIII C SMPN 2 Bambang Lipuro. Berdasarkan penilaian kevalidan, RPP dan LKS dinyatakan sangat valid. Berdasarkan penilaian kepraktisan, RPP dan LKS dinyatakan praktis berdasarkan angket respon siswa dan dinyatakan sangat praktis berdasarkan observasi keterlaksanaan pembelajaran. Presentase banyaknya siswa yang mencapai kemampuan justifikasi pada kategori minimal tinggi sebesar 75%. Tetapi, perhitungan uji z menunjukkan $z_{\text{hitung}} = 0,6172 < z_{\alpha} = 1,654$. Dapat disimpulkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan valid dan praktis, tetapi belum efektif dalam memfasilitasi KJM siswa. Hal ini diduga karena beberapa kendala yang dialami peneliti selama masa uji coba, seperti pembelajaran menggunakan metode PBL membutuhkan waktu lebih lama dari rencana dan adanya beberapa siswa yang tidak menyelesaikan tugas menulis.

Kata Kunci: Perangkat Pembelajaran, PBL, *Learning Trajectory*, Kemampuan Justifikasi Matematis

How to cite: Khoirunnisak, A., Rizkianto, I., (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah yang Mengacu pada *Learning Trajectory* dan Berorientasi pada Kemampuan Justifikasi Matematis Siswa. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 3 (2), 123-136

PENDAHULUAN

Lesseig (2016: 100) menjelaskan reformasi matematika secara internasional memiliki satu pendapat yang sama tentang pentingnya kemampuan justifikasi. NCTM (2000: 342) juga menyebutkan bahwa justifikasi adalah sebuah latihan matematika dan harus ada dalam kegiatan pembelajaran pada setiap jenjang pendidikan. Dengan melakukan justifikasi, siswa dapat memiliki pemahaman konsep secara lebih mendalam (Brown, 2016: 7) dan memberikan penjelasan yang memungkinkan guru untuk mempelajari perkembangan pemahaman siswa (Back et al., 2010: 292). Dalam proses justifikasi, siswa perlu menyampaikan proses menalar, mengapa mereka yakin jawaban mereka benar atau tepat (Cioe et al., 2015: 486). Sehingga dapat dikatakan, dalam mengembangkan kemampuan justifikasi matematis (KJM) siswa, setidaknya melibatkan tiga aspek yaitu pemahaman konsep, penalaran matematis dan komunikasi matematis (Hamidy & Suryaningtyas, 2016: 2).

Kemampuan pemahaman konsep, penalaran matematis maupun komunikasi matematis siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Rendahnya kemampuan pemahaman konsep siswa di Indonesia dapat diukur dari pencapaian skor PISA (*Programme International Student Assessment*) (Puspitasari & Ratu, 2019: 156). Sejak PISA diadakan pada tahun 2003 hingga 2018, perolehan skor matematika siswa Indonesia berturut-turut yaitu 360, 391, 371, 375, 386 dan 379 yang masih berada di bawah rata-rata perolehan skor siswa dari negara OECD lain (OECD, 2019). Sementara rendahnya kemampuan penalaran matematis siswa dapat diukur berdasarkan pencapaian siswa Indonesia dalam TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) (Rosnawati, 2013: 1). Pada domain penalaran, siswa Indonesia memperoleh skor selama 3 periode terakhir TIMSS berturut-turut yaitu 388, 394 dan 397 yang mencapai *centerpoint* yang ditetapkan TIMSS sebesar 500 (Mullis et al., 2007, 2011, 2015). Selanjutnya kemampuan komunikasi matematis siswa di Indonesia juga dapat dikategorikan rendah. Hal ini terlihat melalui kemampuan siswa menerjemahkan soal ke dalam bahasa atau ide matematika seperti diagram atau grafik pada TIMSS tahun 2011 masih berada di bawah rata-rata (Gardenia, 2016: 111). Duskri et al. (2017: 78) juga menjelaskan kebanyakan siswa belum mampu mengomunikasikan hasil karya atau ide-idenya dengan baik kepada orang lain, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini diduga karena rata-rata guru masih mendominasi pembelajaran (Firda et al., 2019: 117). Padahal kurikulum 2013 menegaskan penguatan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Salah satu metode pembelajaran yang memusatkan kegiatan pembelajaran pada siswa adalah *problem based learning* (PBL). Kegiatan pemecahan masalah dalam PBL dapat membantu membangun konsep pengetahuan siswa (Lambdin, 2009: 7) dan mendorong kemampuan penalaran matematis siswa (Padmavathy & Mareesh, 2013: 47). Kegiatan diskusi dalam PBL juga memberikan ruang bagi siswa untuk mengomunikasikan ide mereka kepada orang lain (Khodijah et al., 2018: 151). Kemampuan-kemampuan tersebut senada dengan tiga aspek yang membangun kemampuan justifikasi. Selanjutnya, guru hanya menjadi fasilitator dalam kegiatan pembelajaran (Padmavathy & Mareesh, 2013: 47).

Sebagai fasilitator, guru perlu mempersiapkan berbagai kemungkinan alur belajar siswa. Clements & Sarama (2009: ix) menjelaskan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dapat

membantu guru dalam menghadapi berbagai kemungkinan alur belajar siswa. HLT adalah kerangka kerja dalam menyusun proses pembelajaran yang mungkin dimunculkan siswa (Simon & Tzur, 2004: 101). Sementara, *learning trajectory* adalah suatu konsep pembelajaran yang membahas berbagai alur pembelajaran yang dimiliki siswa (Surya & Aman, 2016: 15). Melalui HLT, konsep dasar pengetahuan yang terhubung dengan lintasan pembelajaran dapat membantu guru menentukan arah perbaikan untuk siswa (Confrey et al., 2019: 34). HLT dapat diperoleh dari belajar, banyak membaca dan pengalaman (Atsnan, 2016: 59) atau melalui analisis terhadap berbagai kendala yang ditemui selama proses pembelajaran (Fuadiah, 2017: 17). Daro et al. (2011: 55) menjelaskan guru perlu memodifikasi HLT secara berkelanjutan.

Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran dengan baik, diantaranya Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Siswa (LKS). Menyusun RPP dapat menjadi modal pertama dalam mencapai kesuksesan suatu pembelajaran (Zendrato, 2016: 59). Permendikbud No 103 tahun 2014 pasal 3 ayat (1) menjelaskan idealnya pembelajaran dilaksanakan berdasarkan RPP. Tetapi hasil wawancara dengan beberapa guru matematika di 5 SMP se-D.I. Yogyakarta dan Klaten, dua guru diantaranya menyatakan tidak memiliki RPP. Tiga guru yang lain, RPP yang dibuat belum memfasilitasi berbagai alur belajar siswa dan belum berorientasi pada kemampuan justifikasi. Selain itu, LKS yang digunakan di SMP N 2 Bambang Lipuro juga belum memfasilitasi KJM siswa.

Salah satu materi yang sangat memerlukan pemahaman konsep dengan baik sebagai salah satu aspek dalam mengasah kemampuan justifikasi adalah sistem Koordinat Kartesius (Rahmiah & Mustamin, 2016: 100). Tetapi Setiyawati (2018) menyebutkan jika siswa SMP terkadang mengalami kesulitan dalam menggambar titik dalam koordinat Kartesius. Sumarsih (2016: 242) juga menjelaskan siswa yang mengalami kesulitan dalam materi sistem persamaan garis lurus, disebabkan karena kurangnya penguasaan siswa pada materi sistem koordinat Kartesius.

Dari berbagai uraian tersebut, diperlukan pengembangan RPP dan LKS dengan metode PBL yang mengacu pada *learning trajectory* dan berorientasi pada KJM siswa. Kegiatan dalam LKS dikembangkan berdasarkan sintaksis PBL menurut Arends (2012: 411) yaitu (1) orientasi masalah kepada siswa, (2) mengorganisasi siswa untuk meneliti, (3) guru membimbing siswa dalam kegiatan penelitian, (4) siswa mengembangkan dan menyajikan hasil karya/diskusi, (5) siswa menganalisis dan mengevaluasi hasil belajar bersama arahan dan bantuan guru. Bantuan yang dapat diberikan guru misalnya memberikan pertanyaan terbimbing. Menurut Mahmudi (2006: 179), pertanyaan terbimbing dapat mendorong siswa mengembangkan kemampuan penalaran matematis, komunikasi matematis dan menemukan konsep yang akan dipelajari. Guru juga dapat memberikan tugas menulis seperti penyelesaian masalah untuk membantu siswa mengelola berbagai informasi atau ide yang diperlukan dalam proses pemecahan masalah (Mahmudi, 2006: 178).

METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE meliputi *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan) dan *Evaluation* (Evaluasi) (Branch, 2009: 3). Penelitian ini berlangsung dari tanggal 20 Agustus 2019 hingga 12 September 2019 di SMP N 2 Bambang Lipuro, Kab. Bantul, D.I. Yogyakarta. 32 siswa kelas VIII C dipilih secara acak dari 6 kelas sebagai subjek penelitian. Objek penelitian adalah perangkat pembelajaran yaitu RPP dan LKS dengan materi sistem koordinat Kartesius.

Data pada penelitian ini yaitu: (1) data kualitatif berupa data deskriptif yang diperoleh selama tahap pengembangan produk, (2) data kuantitatif meliputi data dari hasil penilaian kevalidan produk oleh validator, hasil penilaian angket respon siswa oleh siswa, persentase hasil pengisian lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh observer, dan skor siswa pada tes kemampuan justifikasi siswa.

Instrumen dalam penelitian ini meliputi: (1) instrumen untuk menilai kevalidan berupa lembar penilaian RPP, lembar penilaian LKS, lembar validasi angket respon siswa, lembar validasi observasi keterlaksanaan pembelajaran dan lembar penilaian instrumen tes KJM siswa, (2) instrumen untuk menilai kepraktisan berupa angket respon siswa dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, (3) instrumen untuk menilai keefektifan berupa instrumen tes KJM siswa meliputi rubrik penilaian, kisi-kisi soal, soal tes kemampuan justifikasi matematis siswa serta kunci jawaban dan pedoman penskoran. Aspek-aspek penilaian kemampuan justifikasi dikembangkan dalam rubrik $A+E+I+O=U$ and always 'Y' meliputi aspek *Answer, Explanation, Information, Organization, Understand, always 'Y'* (Vazquez, 2008: 17).

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu: (1) Tes, yaitu tes kemampuan justifikasi, (2) Non tes, meliputi pengisian angket respon siswa dan lembar observasi pembelajaran. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas perangkat pembelajaran ditinjau dari aspek kevalidan, kepraktisan dan keefektifan (N. Nieveen, 1999: 126). Data kuantitatif dalam skala 5 dari hasil penilaian kevalidan dan pengisian angket respon siswa dikonversi menjadi data kualitatif berdasarkan rumus oleh (Widoyoko, 2009: 238) yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Konversi Skor Penilaian dengan Skala 5 ke Data Kualitatif

Rentang Skor	Kategori
$\bar{x} > 4,2$	Sangat Baik
$3,4 < \bar{x} \leq 4,2$	Baik
$2,6 < \bar{x} \leq 3,4$	Cukup
$1,8 < \bar{x} \leq 2,6$	Kurang
$\bar{x} > 1,8$	Sangat Kurang

Keterangan: \bar{x} = rata-rata perolehan skor

Sementara data kuantitatif dari pengisian lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dikonversi menjadi data kualitatif berdasarkan pendapat Yamasari (2010: 4) pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Konversi Presentase Keterlaksanaan Pembelajaran ke Data Kualitatif

Rentang Skor	Kategori
$85 < p$	Sangat Baik
$70 < p \leq 85$	Baik
$50 < p \leq 70$	Kurang Baik
$p \leq 50$	Tidak baik

Keterangan: p = keterlaksanaan kegiatan pembelajaran

Perangkat pembelajaran dikatakan valid jika rata-rata skor penilaian kevalidan mencapai kategori minimal **baik**, dikatakan praktis jika rata-rata skor pengisian angket respon siswa dan

rata-rata presentase keterlaksanaan pembelajaran dari pengisian lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran mencapai kategori minimal baik dan dikatakan efektif jika lebih dari 70% skor siswa pada tes kemampuan justifikasi mencapai kategori minimal tinggi. Pedoman menentukan kategori ketercapaian kemampuan justifikasi siswa dilakukan menurut pengonversian skor skala lima oleh Widoyoko (2009: 238) dengan rincian: kategori 'sangat rendah' jika skor tes berada dalam rentang $0 < \bar{x} \leq 20$, kategori 'rendah' jika skor tes berada dalam rentang $20 < \bar{x} \leq 40$, kategori 'cukup' jika skor tes berada dalam rentang $40 < \bar{x} \leq 60$, kategori 'tinggi' jika skor tes berada dalam rentang $60 < \bar{x} \leq 80$, dan kategori 'sangat tinggi' jika skor tes berada dalam rentang $80 < \bar{x} \leq 100$. Data dari hasil tes kemampuan justifikasi dipastikan berdistribusi normal dengan bantuan SPSS menggunakan *One Sample Kolmogorov-Spirnov Test* pada $\alpha=0,05$. Jika lebih dari 70% siswa memiliki KJM pada kategori minimal tinggi, dilakukan uji-z menurut Sudjana (2005: 221-228) dengan rumus:

$$z_{hitung} = \frac{\frac{x}{n} - \pi}{\sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}}}$$

Keterangan:
 x = banyak siswa yang mencapai skor tes >60
 n = banyak siswa yang mengikuti tes
 π = proporsi yang ditetapkan, yaitu 70%

Kriteria keputusan yang ditentukan adalah tolak H_0 jika $Z_{hitung} > Z_{\alpha}$ dengan $\alpha=0,05$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah tahap *Analysis* (Analisis). Berdasarkan hasil analisis, kemampuan justifikasi matematis siswa Indonesia dan penguasaan siswa pada materi sistem koordinat kartesius masih rendah. Sementara masih jarang dijumpai perangkat pembelajaran yang memfasilitasi berbagai alur belajar dan KJM siswa, khususnya pada materi sistem koordinat Kartesius. Observasi pembelajaran di kelas VIII C SMP N 2 Bambang Lipuro menunjukkan siswa belum sepenuhnya aktif bahkan tidak memiliki ruang yang cukup untuk mengembangkan pola pikir mereka. Guru masih mendominasi kegiatan pembelajaran dan sering mengajukan pertanyaan yang mengarah langsung pada jawaban. Perangkat pembelajaran yang digunakan juga belum memperhatikan berbagai alur belajar siswa dan belum memfasilitasi KJM siswa.

Tahap selanjutnya adalah *Design* (Desain). Perangkat pembelajaran yang didesain berupa RPP dan LKS berbasis PBL yang dilengkapi *learninig trajectory* untuk memfasilitasi KJM siswa pada materi sistem koordinat Kartesius. Instrumen penelitian yang dirancang berupa lembar penilaian RPP, lembar penilaian LKS, angket respon siswa dan lembar validasinya, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan lembar validasinya, serta intrumen tes KJM siswa dan lembar penilaiannya.

Tahap ketiga adalah *Development* (Pengembangan). RPP, LKS dan instrumen penelitian yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh validator untuk mengetahui kelayakan dan kevalidanya. Hasil penilaian kevalidan RPP oleh validator dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Penilaian Kevalidan RPP

Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor	Keterangan
Identitas RPP	4,88	Sangat Valid
Indikator dan tujuan Pembelajaran	4,50	Sangat Valid
Materi	4,70	Sangat Valid
Metode pembelajaran	4,50	Sangat Valid
Kegiatan pembelajaran	4,76	Sangat Valid
Sumber/media pembelajaran	4,60	Sangat Valid
Penilaian hasil belajar	5,00	Sangat Valid
Kebahasaan	5,00	Sangat Valid
Rata-Rata Skor	4,74	Sangat Valid

Sementara hasil penilaian kevalidan LKS oleh validator dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Penilaian Kevalidan LKS

Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor	Keterangan
Materi	4,92	Sangat Valid
Kesesuaian dengan syarat didaktik	4,63	Sangat Valid
Kesesuaian dengan syarat konstruksi	4,86	Sangat Valid
Kesesuaian dengan syarat teknis	4,73	Sangat Valid
Rata-Rata Skor	4,78	Sangat Valid

Berdasarkan **Tabel 3** dan **Tabel 4**, RPP dinyatakan valid dan layak diujicobakan, sementara LKS dinyatakan sangat valid dan layak diujicobakan. Selanjutnya, hasil penilaian instrumen tes KJM siswa oleh validator dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Penilaian Kevalidan Instrumen Tes KJM Siswa

Nomor Soal	Rata-Rata Skor	Keterangan
1	4,5	Sangat Valid
2	3,5	Valid
3	4,5	Sangat valid
4	5	Sangat Valid
5	5	Sangat Valid
6	5	Sangat Valid
7	4	Valid
8	4,5	Sangat Valid
9	5	Sangat Valid
Rata-Rata	4,56	Sangat Valid

Berdasarkan **Tabel 5**, instrumen tes KJM siswa dinyatakan valid dan layak diujicobakan. Untuk angket respon siswa dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran masing-masing dinyatakan valid dan layak diujicobakan dalam penelitian. Setelah dilakukan beberapa revisi,

produk memasuki tahap *Implementation* (Implementasi) dengan diujicobakan di kelas VIII C SMP Negeri 2 Bambang Lipuro pada tanggal 27 Agustus 2019 – 10 September 2019. Selama masa implementasi, peneliti menemukan sejumlah masalah yang kemudian menjadi bahan guru dalam melakukan evaluasi produk. Pada tahap *evaluation* (evaluasi), dilakukan pula analisis kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran. Analisis kepraktisan dilakukan berdasarkan hasil pengisian angket respon siswa oleh siswa dan pengisian lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh observer. Hasil penilaian siswa pada angket respon siswa dapat dilihat dalam **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Pengisian Angket Respon Siswa

Aspek	Rata-Rata Skor	Keterangan
Keterbantuan	3,83	Praktis
Kemudahan	3,67	Praktis
Kemenarikan	3,75	Praktis
Rata-Rata	3,75	Praktis

Sementara hasil pengisian lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dapat dilihat dalam **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan Ke-	Rata-Rata Presentase	Keterangan
1	87,50%	Sangat Praktis
2	93,75%	Sangat Praktis
3	93,75%	Sangat Praktis
4	87,50%	Sangat Praktis
Rata-Rata	90,63%	Sangat Praktis

Berdasarkan **Tabel 6.**, perangkat pembelajaran dinyatakan praktis dan berdasarkan **Tabel 7.**, perangkat pembelajaran dinyatakan sangat praktis. Selanjutnya, dilakukan analisis keefektifan berdasarkan hasil tes KJM siswa. Data dari hasil tes berdistribusi normal berdasarkan perhitungan SPSS menggunakan statistik uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dengan $\alpha = 0,05$. 24 dari 32 siswa yang mengikuti tes, mencapai kemampuan justifikasi pada kategori minimal tinggi atau sebanyak 75% siswa memiliki KJM pada kategori minimal tinggi. Selanjutnya hasil uji-z menunjukkan $Z_{hitung} = 0,6172 < Z_{\alpha} = 1,654$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat dikatakan tidak lebih dari 70% siswa mencapai kemampuan justifikasi matematika pada kategori baik.

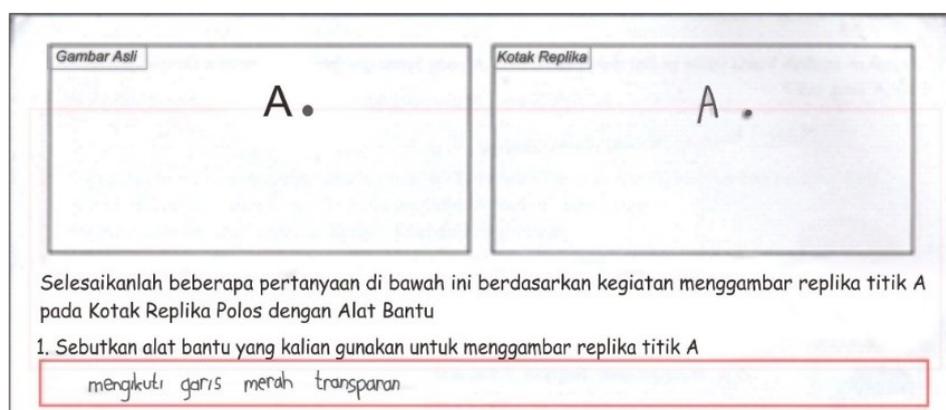
Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, peneliti mencoba mengembangkan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS berbasis PBL yang dilengkapi dengan *learning trajectory* guna memfasilitasi KJM siswa. Selanjutnya, kerangka awal dari RPP, LKS dan instrumen penelitian didesain. Setelah membuat desain awal, perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian siap dikembangkan. RPP dikembangkan untuk 3 pertemuan, masing-masing pertemuan yaitu 3 JP, 2 JP dan 3 JP (1 JP = 40 menit). Materi yang dikembangkan adalah sistem koordinat Kartesius. Kegiatan-kegiatan dalam RPP merupakan penjelasan dari kegiatan-kegiatan dalam LKS yang telah dilengkapi dengan *learning trajectory*. Kegiatan

dalam LKS dikembangkan berdasarkan sintaksis PBL menurut Arends (2012: 411) meliputi siswa menyelesaikan kegiatan '*Ayo Mengingat*' → berdiskusi memecahkan masalah pada kegiatan '*Ayo Meneliti*' → mempresentasikan hasil penelitian → menyelesaikan kegiatan '*Ayo Berlatih*' secara kelompok → menyelesaikan kegiatan '*Ayo Menalar*' sebagai tugas di rumah. Setelah dikembangkan, perangkat pembelajaran dan instrumen memasuki tahap validasi oleh validator.

Hasil penilain validasi kemudian dianalisis untuk mengetahui kevalidan produk yang telah dikembangkan. RPP dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata validasi sebesar 4,74. LKS dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata validasi sebesar 4,78. Angket respon siswa dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran masing-masing dinyatakan valid oleh validator. Sementara instrumen tes KJM siswa dinyatakan sangat valid dengan perolehan skor rata-rata validasi sebesar 4,56. Berdasarkan hasil validasi, dapat disimpulkan perangkat pembelajaran valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Sebelum diujicobakan, dilakukan revisi terhadap produk sesuai dengan saran dari validator.

Selama tahap implementasi, peneliti menemukan beberapa masalah. Salah satunya muncul jawaban siswa diluar dugaan guru. Pada hasil cetak LKS seperti pada Gambar 1, terdapat garis merah di halaman selanjutnya yang tembus pandang. Tanpa disengaja, Garis tersebut segaris dengan posisi titik A yang asli dan siswa menjadikan garis merah tersebut sebagai '*alat bantu*' dalam menggambar replika titik A. Padahal, diharapkan siswa menggambar replika titik A dengan bantuan penggaris untuk menentukan kedudukan posisi titik A berdasarkan jarak titik A dengan garis tepi kotak. Guru kemudian bertanya "*Seandainya tidak ada garis merah transparan, alat bantu apa yang akan kalian pilih?*" untuk mengarahkan siswa berpikir lebih matematis. Contoh jawaban siswa diluar dugaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Jawaban Diluar Dugaan

Selain jawaban diluar dugaan, masalah lain yang ditemui guru adalah kegiatan pembelajaran membutuhkan waktu lebih lama dari rencana karena siswa masih menyesuaikan kegiatan pembelajaran dengan metode PBL. Guru memutuskan merubah jumlah pertemuan dalam RPP. Mulanya materi akan disampaikan dalam 3 pertemuan, menjadi disampaikan dalam 4 pertemuan masing-masing 3 JP, 2 JP, 3 JP dan 2 JP dengan durasi 1 JP selama 40 menit. Selain itu, ada beberapa siswa tidak menyelesaikan tugas menulis pada kegiatan '*Ayo Menalar*'. Berbagai masalah dan kendala yang ditemukan peneliti selama masa uji coba, menjadi bahan evaluasi dalam tahap *Evaluation* (evaluasi) (Branch, 2009: 5). Peneliti juga melakukan perbaikan terhadap RPP dan LKS yang telah dikembangkan berdasarkan fakta

dilapangan. Salah satunya menambahkan jawaban siswa diluar dugaan guru dalam *learning trajectory* baik pada RPP maupun pada LKS guru. Contoh penambahan jawaban siswa diluar dugaan guru dapat dilihat pada Gambar 2.

1. Jelaskan apakah kamu yakin posisi dari replik titik A yang kamu gambar sama persis dengan posisi titik A yang asli?

Jawaban yang diharapkan

Siswa menjelaskan bahwa ia merasa yakin berdasarkan hasil mengamati dan perkiraan jarak titik terhadap sisi kotak

Jawaban yang kurang tepat:

Siswa menjelaskan ia tidak yakin menggambar replika titik A karena tidak dalam kotak berpetak. (*Seharusnya belum membahas kotak berpetak*) (Guru memberikan pertanyaan: *Coba jelaskan, seakan-akan belum diketahui ada kotak berpetak. Gunakan gambar replika titik A pada kotak polos sebagai acuan*)

Jawaban miskonsepsi:

Siswa memberikan penjelasan yang kurang matematis, seperti yakin menggambar replika titik A karena sesuai hati nurani (Guru mengajukan pertanyaan: *Bagaimana orang lain dapat mengukur hati nurani seseorang? Coba gunakan gambar Titik A pada kegiatan Menggambar Replika titik A pada Kotak Replika Polos sebagai acuan*)

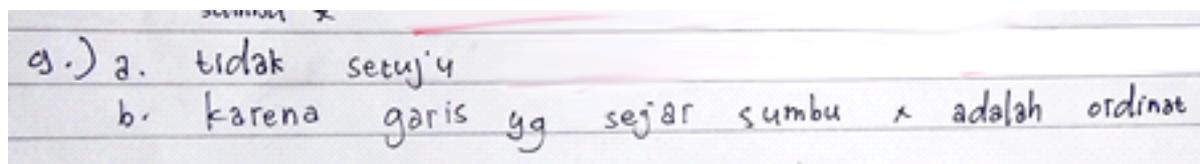
Gambar 2. Contoh Penambahan Jawaban Siswa diluar Dugaan Guru (teks berwarna merah)

Pada tahap evaluasi, dilakukan pula analisis kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran. Berdasarkan penilaian siswa dalam angket respon siswa, perangkat pembelajaran dinyatakan praktis dengan skor rata-rata pengisian angket sebesar 3,75 dari skor maksimal 5. Sementara berdasarkan penilaian observer dalam observasi keterlaksanaan pembelajaran, perangkat pembelajaran dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata presentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 90,63%. Selanjutnya, analisis keefektifan dilakukan berdasarkan hasil tes KJM siswa. Data dari skor siswa pada tes kemampuan justifikasi berdistribusi normal berdasarkan perhitungan *SPSS* menggunakan statistik uji *one sample Kolmogorov-Smirnov Test* dengan $\alpha=0,05$. Presentase banyaknya siswa yang mencapai kemampuan justifikasi pada kategori minimal tinggi, yaitu siswa yang mencapai skor lebih dari 60 dari maksimal 100 sebesar 75%. Perhitungan uji *z* dengan $\alpha=0,05$ menunjukkan $Z_{hitung} = 0,6172 < Z_{\alpha} = 1,654$. Sehingga dapat disimpulkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan valid dan praktis untuk diterapkan, tetapi belum efektif dalam memfasilitasi KJM siswa. Peneliti juga melakukan analisis terhadap jawaban siswa pada masing-masing aspek penilaian kemampuan justifikasi.

Rata-rata siswa kelas VIII C SMP N 2 Bambang Lipuro telah mencapai kemampuan justifikasi pada kategori minimal tinggi dengan rata-rata presentase ketercapaian sebesar 68,96%. Aspek *Answer* adalah aspek dimana siswa diharapkan dapat menentukan jawaban yang tepat dengan melakukan identifikasi masalah dan memberikan label dengan tepat (Vasquezz, 2008: 17). Aspek *Answer* mencapai kategori sangat tinggi dengan rata-rata presentase ketercapaian sebesar 81,40%. Hal ini diduga karena selama kegiatan pembelajaran, siswa memecahkan berbagai masalah sehingga menemukan informasi baru yang dapat membawa siswa pada pemahaman suatu konsep (Lambdin, 2009: 7).

Aspek *Efficiently Explanation* adalah aspek dimana siswa dituntut untuk dapat menyajikan proses berpikir dan menalar dalam menyelesaikan masalah dalam penjelasan yang tepat, efisien dan logis (Vazquez, 2008: 17). Aspek *Efficiently Explanation* mencapai kategori baik dengan rata-rata presentase ketercapaian sebesar 67,11%. Hal ini diduga karena guru sering melakukan tanya-jawab dengan pertanyaan terbimbing yang dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan komunikasi matematisnya (Mahmudi, 2006: 17). Tetapi, aspek *Efficiently Explanation* masih memerlukan banyak latihan, karena beberapa siswa kurang tepat dalam menyusun kalimat saat menjelaskan jawaban mereka. Seperti jawaban siswa pada

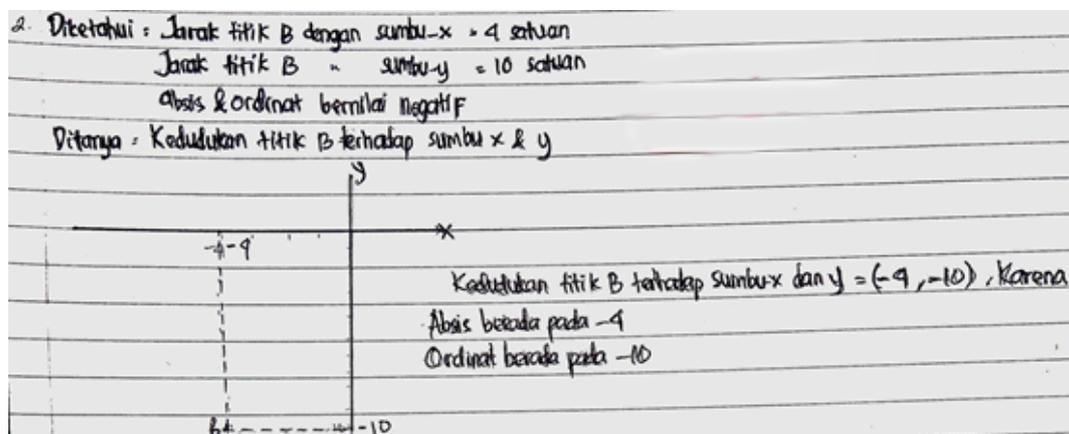
soal nomor 9 tes kemampuan justifikasi yang dapat dilihat pada Gambar 3. Soal nomor 9 menanyakan apakah siswa setuju dengan pernyataan Adi yang menyebutkan bahwa garis yang melalui titik $P(5,5)$ adalah garis yang sejajar sumbu-x bernilai selalu benar.



Gambar 3. Contoh Jawaban Siswa yang Kurang Tepat

Pada Gambar 3, terlihat siswa kurang tepat menyusun kalimat dalam menjelaskan garis sejajar sumbu-x. Tetapi ada kemungkinan maksud jawaban siswa adalah benar yaitu garis sejajar sumbu-x adalah garis dengan ordinat dari titik yang dilalui garis selalu sama.

Aspek *Information* adalah aspek dimana siswa diharapkan dapat menggunakan semua informasi yang diperlukan dalam proses pemecahan masalah, baik informasi yang tertulis dalam soal maupun informasi yang tidak tertulis dalam soal, serta memberikan label yang tepat (Vazquez, 2008: 17). Aspek *Information* telah mencapai kategori baik dengan rata-rata presentase ketercapaian sebesar 67,93%. Tetapi beberapa siswa mengalami miskonsepsi dalam pemberian label. Seperti jawaban siswa pada soal nomor 2 tes kemampuan justifikasi yang dapat dilihat pada Gambar 4. Soal nomor 2 menanyakan kedudukan titik B terhadap sumbu-x dan sumbu-y. Dalam soal nomor 2 diketahui jika titik B berjarak 4 satuan terhadap sumbu-x dan 10 satuan terhadap sumbu-y.



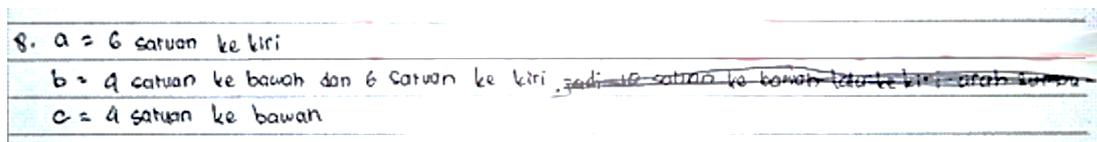
Gambar 4. Contoh Jawaban Miskonsepsi

Pada Gambar 4, siswa mengalami miskonsepsi dalam mendefinisikan informasi mengenai absis dan ordinat dalam soal. Dalam soal nomor 2 tertulis jika titik B berjarak 4 satuan terhadap sumbu-x. Seharusnya informasi ini menjadi bekal dalam menentukan ordinat, namun oleh siswa justru menjadi acuan dalam menentukan absis titik B. Begitupun dengan informasi jarak titik B dengan sumbu-y adalah 10 satuan. Siswa salah mendefinisikan informasi tersebut sebagai acuan dalam menentukan ordinat.

Aspek *Organization* adalah aspek dimana siswa diharapkan dapat melakukan tahapan-tahapan pengerjaan masalah dengan tepat dan lengkap (Vazquez, 2008: 17). Aspek *Organization* mencapai kategori baik dengan rata-rata presentase ketercapaian sebesar 68,53% juga masih

memerlukan perbaikan. Banyak siswa yang tidak menyajikan proses atau tahapan berpikir dan bernalar dalam jawaban mereka dengan jelas. Hal ini mengindikasikan siswa masih sulit mengomunikasikan ide atau gagasan mereka dalam tulisan. Kesulitan siswa dalam mengomunikasikan idenya diduga karena siswa belum menyelesaikan tugas menulis dengan maksimal. Hal senada juga terlihat dari pencapaian siswa pada aspek *Always 'Y'*.

Aspek *Always 'Y'* adalah aspek dimana siswa diharapkan dapat menyampaikan alasan mengapa atas jawaban mereka secara tepat, sesuai dan logis (Vazquez, 2008: 17). Aspek *Always 'Y'* mencapai hasil terendah dengan rata-rata presentase ketercapaian sebesar 59,85%. Rendahnya ketercapaian aspek *always 'Y'* diduga karena siswa belum maksimal dalam menyelesaikan tugas menulis, berupa kegiatan Ayo Berlatih dan Menalar. Padahal menurut Mahmudi (2006: 178), tugas menulis merupakan salah satu cara untuk membentuk kecakapan komunikasi matematika, membantu siswa untuk mengorganisasi, merangkum, dan mengkomunikasikan pemikiran mereka secara tertulis, dapat meningkatkan daya ingat akan konsep dan memberikan siswa kesempatan untuk merefleksi pemikiran mereka. Sikap kurang tegas dari guru di duga menjadi faktor siswa belum maksimal dalam menyelesaikan tugas menulis. Peneliti juga menganalisis soal nomor 8 sebagai soal dengan pencapaian terendah. Contoh jawaban siswa pada soal nomor 8 dapat dilihat pada Gambar 5. Pada soal nomor 8, siswa diminta untuk menentukan koordinat titik sudut B, C dan D pada persegi ABCD berdasarkan kedudukan titik B, C dan D terhadap titik A. Kebanyakan siswa mengalami miskonsepsi dengan maksud soal dalam menentukan titik acuan untuk menjelaskan kedudukan titik B, C dan D terhadap titik A.



Gambar 5. Contoh jawaban Tes Nomor 8

Berdasarkan soal nomor 8, titik acuan yang diminta adalah titik A. Namun siswa salah dengan menyebutkan titik B atau C atau D sebagai acuan. Meskipun penjelasan kedudukan titik terhadap titik tertentu benar secara teori, namun tidak mendapat nilai maksimal karena jawaban siswa tidak sesuai dengan maksud soal. Miskonsepsi siswa pada soal nomor 8 juga mengindikasikan belum tercapainya indikator 3.2.4: *Menyebutkan kedudukan suatu titik terhadap titik asal $O(0,0)$ dalam bidang koordinat Kartesius* dan 3.2.5 *Menentukan kedudukan titik terhadap suatu titik tertentu (a,b) dalam bidang koordinat Kartesius*. Belum tercapainya indikator 3.2.4 dan 3.2.5 diduga karena saat pelaksanaan penelitian pada materi ketiga yaitu: *Menentukan kedudukan titik terhadap titik asal dan titik tertentu*, guru belum menegaskan titik acuan dalam menjelaskan kedudukan titik terhadap titik tertentu. Selain itu, pada kegiatan Ayo Berlatih dalam materi ketiga, soal yang disajikan berbentuk tabel, sehingga membuat siswa mengalami kesulitan dalam memahami titik acuan dalam menentukan kedudukan titik terhadap titik tertentu.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang mengacu pada *learning trajectory* dan berorientasi pada KJM siswa. Ditinjau dari aspek kevalidan, RPP dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata validasi sebesar 4,74. LKS dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata validasi sebesar 4,78. Angket respon siswa dan lembar observasi

keterlaksanaan pembelajaran masing-masing dinyatakan valid oleh validator. Sementara instrumen tes KJM siswa dinyatakan sangat valid dengan perolehan skor rata-rata validasi sebesar 4,56. Ditinjau dari aspek kepraktisan, berdasarkan penilaian siswa dalam angket respon siswa, perangkat pembelajaran dinyatakan praktis dengan skor rata-rata pengisian angket sebesar 3,75 dari skor maksimal 5. Sementara berdasarkan penilaian observer dalam observasi keterlaksanaan pembelajaran, perangkat pembelajaran dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata presentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 90,63%. Ditinjau dari aspek keefektifan, perangkat pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan belum efektif dalam memfasilitasi KJM siswa karena perhitungan uji z dengan $\alpha=0,05$ menunjukkan $Z_{hitung} = 0,6172 < Z_{\alpha} = 1,654$. Sehingga dapat disimpulkan perangkat pembelajaran valid dan praktis untuk diimplementasikan tetapi belum efektif dalam memfasilitasi KJM siswa. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan belum efektif dalam memfasilitasi kemampuan justifikasi matematis siswa diduga karena beberapa kendala yang dialami selama masa uji coba, seperti pembelajaran dengan PBL membutuhkan waktu lebih lama dari rencana dan adanya beberapa siswa yang tidak menyelesaikan tugas menulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (Ninth Edit). New York: Mc Graw Hill.
- Atsnan, M. F. (2016). Keterlaksanaan Learning Trajectory pada Pembelajaran Matematika. *Lentera: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(1), 57–63.
- Back, R. J., Mannila, L., & Wallin, S. (2010). Student Justifications in High School Mathematics. *Proceedings of CERME 6*, 291–300. www.inrp.fr/editions/cerme6
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Brown, A. E. (2016). *Critical Thinking to Justify an Answer in Mathematics Classrooms*. Walden University.
- Cioe, M., King, S., Ostien, D., Pansa, N., & Staples, M. (2015). Moving Students to “the Why?” *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(8), 485–491.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectory Approach* (A. H. Schoenfeld (ed.)). Routledge.
- Confrey, J., Maloney, A., Shah, M., & Belcher, M. (2019). *Future of Education and Skills 2030: Curriculum analysis. A Synthesis of Research on Learning Trajectories/Progressions in Mathematics*.
- Daro, P., Mosher, F. A., & Corcoran, T. B. (2011). *Learning Trajectories in Mathematics : A Foundation for Standards , Curriculum , Assessment , and Instruction Learning Trajectories in Mathematics : A Foundation for Standards ,. (CPRE) Research Report*. http://repository.upenn.edu/cpre_researchreports/60
- Duskri, M., Maidiyah, E., Risnawati, & Ilham, S. (2017). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pemecahan Masalah di Kelas IX SMPN 8 Banda Aceh. *Al Khawarizmi: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 1(1), 75–101.
- Firda, J., Setiawani, S., & Murtikusuma, R. P. (2019). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Peserta Calistung SMP Negeri 8 Jember. *Kadikma*, 10(1), 116–125.
- Fuadiah, N. F. (2017). Hypothetical Learning Trajectory pada Pembelajaran Bilangan negatif Berdasarkan teori Situasi Didaktis di Sekolah Menengah. *Mosharofa*, 6(1), 13–24.
- Gardenia, N. (2016). Peningkatan Kemampuan pemahaman dan Komunikasi Matematis Siswa SMK Melalui Pembelajaran Konstruktivisme Model Needham. *Jurnal Formatif*, 6(2), 110–118.

- Hamidy, A., & Suryaningtyas, S. (2016). Kemampuan Justifikasi Matematis Siswa SMP pada materi segitiga. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika, August*, 1–13.
- Kemendikbud. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah*
- Khodijah, S., Suharno, & Triyanto. (2018). Strategy for Increasing The Students' Interpersonal Communication Skills through Problem-Based Learning. *International Journal of Educational Research Review*, 3(4), 150–158.
- Lambdin, D. V. (2009). *Benefits of Teaching through Problem Solving* (pp. 77–82). NCTM.
- Lesseig, K. (2016). *Fostering Teacher Learning of Conjecturing , Generalising and Justifying through Mathematics Studio*. 18(1), 100–119.
- Mahmudi, A. (2006). *Pengembangan Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Melalui Pembelajaran Matematika*. 175–182.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2011). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2015). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Olson, J. F., Preuschoff, C., Erberber, E., Arora, A., & Galia, J. (2007). *TIMSS 2007 International Mathematics*. OECD.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. In *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 125–136). Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7>
- OECD. (2019). *Mathematics performance (PISA)*. <https://doi.org/10.1787/04711c74-en>
- Padmavathy, R. D., & Mareesh, K. (2013). Effectiveness of Problem Based Learning In Mathematics. *International Multidisciplinary E-Journal*, 2(1), 45–51.
- Puspitasari, & Ratu, N. (2019). Deskripsi Pemahaman Konsep Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA pada Konten Space and Shape. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 155–166.
- Rahmiah, & Mustamin. (2016). Upaya Peningkatan Efektivitas Proses Belajar Sistem Koordinat Cartesius dengan Penggunaan Peta Buatan. *Journal of Education and Learning*, 6(2), 99–108. http://repository.upenn.edu/cpre_researchreports/60
- Rosnawati, R. (2013). Kemampuan Penalaran Matematika Siswa SMP Indonesia pada TIMSS 2011. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA, FMIPA UNY*, 1–6.
- Setiyawati, R. Z. (2018). *Role Play Mudahkan Pahami Koordinat Kartesius*. Jateng Pos. <https://jatengpos.co.id/role-play-mudahkan-pahami-koordinat-kartesius/>.
- Simon, M. A., & Tzur, R. (2004). Explicating the Role of Mathematical Tasks in Conceptual Learning: An Elaboration of the Hypothetical Learning Trajectory. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 91–104. <https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602>
- Sudjana. (2005). *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sumarsih. (2016). Analisis Kesulitan Siswa SMP dalam Mempelajari Persamaan Garis Lurus dan Alternatif Pemecahannya. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika FKIP UNS, November*, 415–430.
- Surya, A., & Aman. (2016). Developing Formative Authentic Assessment Instruments Based on Learning Trajectory for Elementary School. *Research and Evaluation in Education*, 2(1), 13–24. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/reid.v2i1.6540>
- Vazquez, L. T. (2008). A, E, I, O, U and Always Y: A Simple Technique for Improving Communication and Assessment in the Mathematics Classroom. *The Mathematics*

Teacher, 102(1), 16–23.

Widoyoko. (2009). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Yamasari, Y. (2010). *Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis ICT yang Berkualitas*. 979.

Zendrato, J. (2016). Tingkat Penerapan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dalam Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas: Suatu Studi Kasus di SMA Dian Harapan Jawa. *Scholaria*, 6(2), 58–73.