

## Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dengan *Problem Based Learning* Terintegrasi Pembelajaran Berdiferensiasi Berbantuan E-Modul *Flipbook*

Anisa Kusumawardhani<sup>1✉</sup>, Erni Widiyastuti<sup>2</sup>, dan Abdul Aziz Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Muhammadiyah Purwokerto

<sup>3</sup> SMAN 2 Purwokerto

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima  
Direvisi  
Disetujui

Keywords: *Mathematical Communicaton Skills, PBL, E-Modul Flipbook*

#### Paper type:

*Research paper*

### Abstract

*The purpose of this research was to increase mathematical communication with integrated Problem Based Learning (PBL) differentiated learning with a flipbook e-modules media. The type of research was classroom action research (CAR) which four stages namely planning, acting, observing, reflecting. The research subjects were students in class XI.4 at SMAN 2 Purwokerto. Data collection was analysis to used were written tests, observations and field notes. Data analysis was data analysis of written mathematical communication ability test results and observation in class and learning activities. Based on the findings and discussions can be concluded that learning using the integrated Problem Based Learning (PBL) model differentiated learning assisted by flipbook e-modules media can improve student's mathematical communication skills of. This can be shown from the results of the mathematical communication ability test in the pre-cycle which had an average of 66, cycle I 73.3 and cycle II 80.5. Besides that, the success of the implementation of learning in class increased in cycle I with an average score percentage of 83.93% and cycle II 89.29% with good success criteria and learning can be said to be successful.*

### Abstrak

Penelitian yang dilakukan bertujuan meningkatkan komunikasi matematis melalui *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media e-modul *flipbook*. Jenis penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) memiliki empat tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan, observasi, refleksi. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas XI.4 di SMAN 2 Purwokerto. Pengumpulan data dilakukan dengan instrumen yaitu tes tertulis, pengamatan, dan catatan lapangan. Data kemudian di analisis pada hasil tes kemampuan komunikasi matematis tertulis dan pengamatan kegiatan belajar mengajar. Berdasarkan hasil temuan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan e-modul *flipbook* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Hal ini berdasarkan hasil tes kemampuan komunikasi matematis pada pra-siklus memiliki rata-rata 66, siklus I 73,3 dan siklus II 80,5. Selain itu, keberhasilan pelaksanaan pembelajaran di kelas mengalami kenaikan siklus I memiliki persentase rata-rata skor yaitu 83,93% dan siklus II 89,29% sehingga kriteria keberhasilan baik dan pembelajaran dapat dikatakan berhasil.

© 2024 Universitas Muria Kudus

✉Alamat korespondensi:

Program Studi Pendidikan Matematika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muria Kudus  
Kampus UMK Gondangmanis, Bae Kudus Gd. L. It I PO. BOX 53 Kudus  
Tlp (0291) 438229 ex.147 Fax. (0291) 437198  
E-mail: [anisakusumawardhani37@gmail.com](mailto:anisakusumawardhani37@gmail.com)

p-ISSN 2615-4196  
e-ISSN 2615-4072

## PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia (Karlina, Rahayu, and Purwaningrum 2020). Matematika merupakan suatu bidang ilmu yang memiliki peranan penting dalam satuan pendidikan (Rizal, Purwaningrum, and Rahayu 2021). Menurut capaian pembelajaran Matematika Lanjut fase F SMA/MA matematika dinilai sebagai materi pembelajaran untuk mengonstruksikan dan merekonstruksikan proses berpikir yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari. Selain itu, matematika mengenalkan peserta didik cara berpikir rasional dari fakta, konsep, dan prinsip. Melihat hal itu maka matematika memegang peranan penting dalam mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi permasalahan dalam dunia nyata. Namun realitanya, permasalahan kehidupan sehari-hari lebih dari permasalahan matematis. Pesatnya perkembangan teknologi modern dalam benuknya saat ini tidak terlepas dari perkembangan matematik di berbagai bidang seperti teori bilangan, aljabar, geometri dan teori probabilitas. Oleh karena itu matematika memiliki peranan penting agar peserta didik memperoleh keterampilan dan karakter sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika. Hal ini menunjukkan tujuan umum pelajaran matematika memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memiliki keterampilan dan karakter agar dapat menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan nyata.

Pembelajaran matematika di dalam kelas membutuhkan beberapa kemampuan matematis. Kemampuan yang dimaksud adalah kemampuan komunikasi matematis. Secara umum kemampuan komunikasi matematis mempunyai peranan penting dalam diri setiap siswa (Azizah and Purwaningrum 2022). Kemampuan komunikasi matematika dapat dikembangkan dengan paradigma baru pembelajaran matematika (Ningsih, Purwaningrum, and Sumaji 2023). Pembelajaran matematika tingkat lanjut ini memiliki tujuan salah satunya adalah penggunaan pernyataan atau ide dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas situasi atau masalah, serta menuliskan situasi dengan simbol atau model matematika. Komunikasi memiliki peranan penting dalam penyelesaian masalah matematis. Lomibao et al (2016) menyatakan bahwa keterampilan komunikasi dalam matematis adalah keterampilan untuk mengungkapkan ide dan menjelaskan serta menuliskan konsep matematis secara konsisten dan jelas. Oleh karena itu dengan kemampuan komunikasi

matematis, peserta didik mampu menyelesaikan masalah matematis sesuai yang diinginkan.

Perbaikan pembelajaran pada kemampuan komunikasi matematis dapat dilakukan oleh guru. Guru melakukan perbaikan dari pembelajaran yang dirasa belum optimal seperti kemampuan komunikasi matematis, ketersediaan bahan ajar dan sumber ajar di kelas, dan juga model pembelajaran yang dilakukan oleh guru. Seperti halnya menurut Emma et al (2020) bahwa pembelajaran dapat diperbaiki jika dirasa belum optimal dan tidak kondusif. Kemampuan komunikasi matematis memiliki peranan penting dalam menyelesaikan masalah. Namun yang terjadi kemampuan komunikasi pada pembelajaran di kelas seringkali menjadi sebuah hambatan untuk menyelesaikan permasalahan matematis misalnya peserta didik masih belum optimal dalam menuliskan permasalahan ke dalam bentuk simbol, gambar atau grafik. Sejalan dengan Nurhasanah et al (2019) menyatakan pembelajaran matematika memberikan fokus pada komunikasi tertulis dengan alasan banyak simbol dan gambar yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk memudahkan menyelesaikan masalah.

Berdasarkan asesmen awal di kelas XI.4 SMAN 2 Purwokerto ada peserta didik yang membutuhkan bimbingan untuk menemukan konsep awal, memahami dan menelaah permasalahan kontekstual dalam asesmen sehingga peserta didik tidak maksimal dalam menyelesaikannya. Kemudian, ada peserta didik yang mandiri tanpa diberikan bimbingan oleh guru sudah dapat memahami maksud dari permasalahan kontekstual karena karakteristik peserta didik yang berbeda. Hal ini perlu diperbaiki agar peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan matematis khususnya dalam soal cerita. Berikut salah satu soal beserta jawaban peserta didik dalam menyelesaikan masalah kontekstual tentang kemampuan komunikasi matematis.

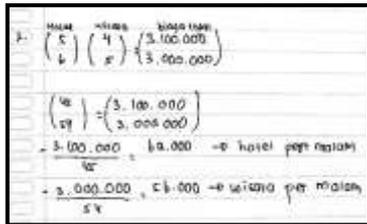
Agen perjalanan "Wisata Indah" menawarkan paket perjalanan *tour* seperti tabel di bawah ini:

Keterangan	Paket 1	Paket II
Sewa	5	6
Penginapan		
Lokasi <i>tour</i>	4	5
Total	3.100.000	3.000.000

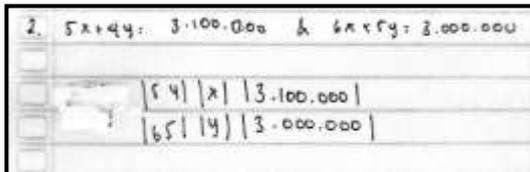
Tentukan bentuk matriks yang sesuai untuk menentukan biaya sewa penginapan tiap malam dan biaya satu lokasi *tour*!

Gambar 1. Soal

Jawaban peserta didik berkaitan dengan indikator komunikasi matematis.



Gambar 2. Jawaban 1



Gambar 3. Jawaban 2

Analisis jawaban peserta didik berdasarkan indikator kemampuan komunikasi menurut NCTM (1989:214) yang akan digunakan dalam penelitian tindakan kelas ini meliputi : (1) Kemampuan mengeskpresikan ide-ide matematika melalui lisan, tertulis, dan mendemonstrasikannya serta menggambarannya secara visual; (2) Kemampuan memahami, menginterpretasikan, mengevaluasi ide-ide matematika baik secara lisan maupun dalam bentuk visual lainnya; (3) Kemampuan dalam menggunakan istilah-istilah, notasi-notasi matematika dan struktur-strukturnya untuk menyajikan ide, menggambarkan hubungan-hubungan dan model-model situasi. Analisis indikator kemampuan komunikasi matematis menurut NCTM pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pada kemampuan menginterpretasikan ide dan konsep matematika yaitu menuliskan langkah-langkah penyelesaian dan kesimpulan sesuai dengan konsep invers matriks masih belum tepat. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kemampuan dalam menggunakan notasi matematika masih belum tepat sesuai dengan konsep penulisan dalam bentuk matriks dan kesamaan matriks.

Selain itu hasil observasi pada saat pembelajaran di kelas XI.4 dengan materi vektor, peserta didik masih ada yang membuka *smartphone* tanpa ada kaitannya dengan pembelajaran serta peserta didik tidak memiliki buku cetak dan sumber ajar yang dijadikan rujukan pada materi tersebut sehingga pembelajaran hanya berfokus kepada sumber belajar dari guru. Menurut Nurul et al (2020) media pembelajaran adalah komponen sumber belajar yang berisi bahan ajar untuk mendukung belajar bagi peserta didik. Peserta didik dapat

membuka sumber ajar tersebut sebelum memulai pembelajaran. Nurul et al (2020) juga menegaskan bahwa penggunaan media interaktif meningkatkan efektivitas pembelajaran sehingga menghasilkan hasil belajar yang sesuai dengan tujuan yang dicapai.

Salah satu alternatif model pembelajaran yang diduga dapat meningkatkan komunikasi matematis peserta didik sesuai karakteristik peserta didik adalah *Problem Based Learning* terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi. *Problem Based Learning* terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi dapat meningkatkan kemampn berpikir dan merujuk kepada komunikasi matematis peserta didik sesuai dengan keberagaman dan kemampuannya (Luthfia et al, 2022). Sejalan dengan penelitian Siagan et al (2019) yang mengatakan *Problem Based Learning* (PBL) dengan pembelajaran berdiferensiasi memiliki pengaruh positif terhadap hasil belajar, konsep matematis, metakognisi dan percaya diri yang mana hal tersebut berkaitan dengan komunikasi matematis memberikan pengaruh kepercayaan diri ada pesera didik. Mulyatiningsih (2012) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah adalah pembelajaran yang menyampaikan isi dengan mengajukan sebuah masalah, mengajukan pertanyaan, mendorong penyelidikan dan memulai dialog. Model pembelajaran ini berpotensi untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis.

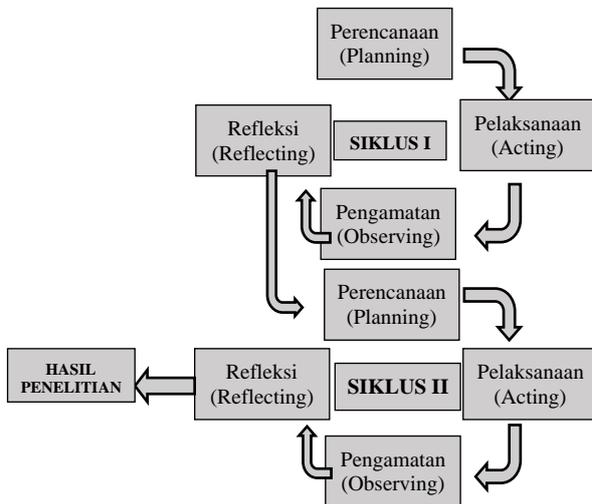
Selain permasalahan kognitif alternatif solusi dari permasalahan non kognitif dalam penggunaan *smart phone* dan ketersediaan sumber ajar yang belum optimal yang diduga akan mengoptimalkan pembelajaran dalam penggunaan *smartphone* adalah e-modul *flipbook* yang didesain untuk memenuhi kebutuhan dan sumber ajar dari peserta didik. Media pembelajaran yang disebut E-modul akan digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran (Fadilla, Purwaningrum, and Wanabuliandari 2022). E-modul *Flibook* merupakan media bahan ajar yang disajikan dalam bentuk virtual berupa tulisan, tetapi berisi gambar, video, audio, backsound, animasi bergerak bahkan *games* (Herlinda et al, 2024). Menurut hasil penelitian Eka et al (2022) penggunaan E-modul flipbook pada materi matriks untuk jenjang SMA melalui uji coba dinyatakan memiliki efek yang sangat baik terhadap hasil tes peserta didik memiliki ketuntasan 90%. Oleh karena itu penggunaan e-modul flipbook diharapkan dapat memperbaiki kemampuan komunikasi matematis di kelas.

Berdasarkan hal-hal yang sudah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian tindakan kelas ini adalah apakah model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan e-modul *flipbook* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis? sehingga tujuan penelitian tindakan kelas ini adalah untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dengan *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan e-modul *flipbook*.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) yang ditandai adanya upaya memperbaiki metode maupun strategi dan faktor lainnya di kelas. Subjek penelitian adalah kelas XI.4 (rumpun teknik) di SMAN 2 Purwokerto sebanyak 37 peserta didik yang terdiri dari 15 laki-laki dan 22 perempuan. Penelitian tindakan kelas dilaksanakan mulai tanggal 12 Februari 2024 – 30 April 2024 di kelas XI.4 (rumpun teknik) SMAN 2 Purwokerto.

Prosedur penelitian tindakan kelas ini beracuan pada model penelitian Kemmis dan MC Taggart yang dilakukan ada empat tahap diantaranya: (1) perencanaan (*planning*); (2) pelaksanaan (*acting*); (3) pengamatan (*observing*); (4) refleksi (*reflecting*). Adapun langkah-langkah penelitian tindakan kelas dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4. Prosedur PTK Kemmis dan MC Taggart**

Cara yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah tes tertulis, pengamatan (observasi), dan catatan lapangan. Analisis data dalam penelitian tindakan kelas ini menggunakan analisis deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk membuat gambaran yang

sistematis mengenai hasil temuan yang berada di kelas. Sedangkan data di analisis sebagaimana diuraikan berikut.

**Analisis Data Hasil Tes Tertulis kemampuan Komunikasi Matematis**

Analisis data hasil tes tertulis kemampuan komunikasi matematis dilakukan dengan menghitung nilai akhir dari setiap peserta didik sesuai dengan indikator kemampuan yang digunakan oleh peneliti yang kemudian dihitung rata-rata kelas menggunakan rumus sebagai berikut (Arikunto, 2013).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan

$\bar{x}$  = Rata-rata nilai kelas

$x_i$  = nilai setiap peserta didik

$n$  = total peserta didik yang mengikuti tes

**Analisis Data Hasil Pengamatan Kegiatan Belajar Mengajar**

Berdasarkan hasil lembar pengamatan atau observasi pada saat di kelas kemudian dianalisis hasilnya dengan menggunakan rumus skor dan kemudian dihitung rata-rata dari skor tiap pertemuan dan persentase rata-rata skor total setiap siklus. Interpretasi atas persentase skor rata-rata total yang diperoleh digunakan pedoman interpretasi sebagai kriteria keberhasilan pelaksanaan pembelajaran (Arikunto, 2013).

**Tabel 1. Kriteria Keberhasilan Pelaksanaan Pembelajaran**

Kriteria (%)	Kategori
76-100	Baik
56-75	Cukup Baik
40-55	Kurang Baik
<40	Tidak Baik

**Kriteria Keberhasilan Pelaksanaan Pembelajaran pada Peserta Didik**

Pelaksanaan pembelajaran di kelas memiliki kriteria keberhasilan yang sesuai dengan beberapa indikator. Indikator keberhasilan yang diterapkan adalah sebagai berikut.

1. Rata-rata kemampuan komunikasi matematis peserta didik meningkat dari setiap siklus.
2. Kriteria keberhasilan pelaksanaan pembelajaran minimal baik yaitu memiliki persentase 76-100.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Temuan Masalah A (Variabel A)**

Berdasarkan hal tersebut variabel A yang dimaksud disini adalah kemampuan komunikasi matematis kelas XI.4 di SMAN 2 Purwokerto.

Kemampuan komunikasi matematis yang menjadi pembahasan terfokus pada kemampuan komunikasi tertulis. Alasannya peserta didik terdapat kesulitan untuk menemukan konsep atau ide awal untuk memecahkan masalah matematis terutama dalam permasalahan kontekstual sehingga peserta didik tidak dapat menyelesaikannya. Selain itu, terdapat kesulitan dalam menggambar grafik pada saat peneliti melakukan observasi pembelajaran pada materi pemodelan fungsi tangga dan fungsi *piecewise* yang dialami peserta didik.

#### **Pra-Siklus**

Kegiatan pra-siklus dilaksanakan pada saat pembelajaran terbimbing dan observasi kelas pada 13 dan 20 Februari 2024 di kelas XI.4 SMAN 2 Purwokerto. Tahap pra-siklus peneliti mengobservasi masalah yang muncul di dalam kelas tersebut terkait permasalahan matematika. Pada tahap ini ditemukan jawaban soal dari peserta didik yang tidak dapat menemukan ide atau konsep awal dari soal cerita dan juga peserta didik belum optimal dalam menggambar grafik. Namun dari beberapa peserta didik ada juga yang dapat mengerjakan tanpa bimbingan dari guru. Hal ini dikarenakan kemampuan kognitif dan karakteristik peserta. Hasil asesmen awal dari tahap ini memiliki rata-rata sebesar 66 dan sebanyak 22 orang peserta didik masih memiliki hasil tes di bawah 70. Hal ini menandakan bahwa setengah lebih jumlah peserta didik di dalam kelas perlu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis agar dapat menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan materi matriks. Berdasarkan hal tersebut peneliti merancang pembelajaran di kelas dengan menerapkan *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan e-modul *flipbook*.

#### **Siklus I**

Siklus I terdapat dua pertemuan yakni pada tanggal 26 Maret 2024 dan 2 April 2024. Pada tahap perencanaan yang digunakan adalah model pembelajaran yang disusun dengan menerapkan *Problem Based Learning* (PBL) yang di dalamnya terdapat pembelajaran berdiferensiasi proses pada LKPD yang dibuat. Selain itu peneliti juga membuat e-modul *flipbook*. Tahap pelaksanaan tindakan pada siklus I dilaksanakan dua pertemuan. Tindakan yang dilakukan adalah dengan penerapan *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi proses pada kemampuan kognitif peserta didik. Guru menggunakan media berbantuan e-modul *flipbook* sebagai sumber belajar peserta didik. Pada kegiatan pendahuluan pembelajaran guru

membuka kelas dan mengondisikan peserta didik, menyampaikan alur pembelajaran, tujuan serta manfaat materi Vektor. Kegiatan pembelajarannya mengikuti *Problem Based Learning* (PBL) diawali orientasi masalah. Pada implementasinya peserta didik harus dituntun oleh guru agar dapat berperan aktif untuk merespon guru dalam orientasi masalah. Guru juga memberikan penguatan positif agar peserta didik percaya diri dengan pengetahuannya. Pembelajaran diferensiasi guru membagi kelompok dengan tiga kategori yaitu mahir, sedang berkembang, dan baru berkembang berdasarkan hasil asesmen diagnostik awal yang dilakukan pada pra-siklus. Penerapannya guru menggunakan diferensiasi proses pada LKPD dengan *scaffolding* sesuai dengan kategori kelompok mahir, sedang berkembang, dan baru berkembang. Guru menginstruksikan untuk membuka e-modul untuk langkah-langkah penyelesaian soal. Guru juga mengamati proses diskusi terkait kemampuan komunikasi matematis lisan.

Pada tahap observasi siklus I peserta didik mulai terbiasa untuk berlatih menggunakan pembelajaran berbasis masalah terutama pada pertemuan 2 karena guru memberikan bimbingan sesuai dengan kemampuan kognitif peserta didik. Proses kolaborasi pada siklus 1 pertemuan 1 masih guru melihat masih ada yang belum berperan aktif dalam anggota kelompoknya, namun pada pertemuan 2 proses diskusi sudah mulai aktif dan setiap peserta didik memiliki peran dalam kelompoknya. Proses diskusi pada saat pertemuan 2 tidak terlalu lama dibanding dengan pertemuan 1. Pada saat diskusi kelompok di beberapa kelompok dengan kategori baru berkembang dan sedang berkembang peserta didik cenderung banyak diskusi dan memiliki kemampuan komunikasi matematis secara lisan. Namun pada kelompok mahir peserta didik lebih cenderung memiliki komunikasi matematis secara tertulis setelah membagi perannya dan berdiskusi sesuai kebutuhan.

Pada tahap refleksi berdasarkan penerapan tindakan dan hasil tes kemampuan komunikasi matematis tertulis peneliti mengidentifikasi beberapa hal yang memerlukan perbaikan yaitu peserta didik terlihat merasa bosan dan tidak semangat dengan pembelajaran karena pada saat itu di jam terakhir, peserta didik masih merasa bingung dengan soal yang menggambar penjumlahan vektor secara grafis dan perbandingan vektor karena pada saat itu guru kurang mendalam dalam memberikan penguatan pada saat proses menggambar. Alternatif solusi dan tindakan pada siklus II yaitu

pembiasaan dengan soal cerita seperti guru menampilkan video implementasi materi yang diajarkan pada kehidupan sehari-hari, guru memberikan *ice breaking* serta waktu istirahat selama beberapa menit agar peserta didik tidak bosan. Selain itu memberikan penguatan materi sebelum diskusi dan setelah presentasi proses menggambar vektor menggunakan media tulis maupun aplikasi geogebra sebagai pengenalan.

**Siklus II**

Siklus II terdapat dua pertemuan pada tanggal 24 April 2024 dan 29 April 2024. Pada tahap perencanaan yang dilakukan peneliti masih sama dan disesuaikan dengan hasil refleksi siklus I yaitu membuat rancangan pembelajaran untuk satu siklus dan asesmen kemampuan komunikasi matematis yang dilaksanakan pada pertemuan 2. Rancangan pembelajaran yang disusun pada *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi proses pada LKPD yang dibuat dengan berbantuan *flipbook*. Peneliti menambahkan *ice breaking* agar peserta didik tidak bosan dan memberikan kesan yang menyenangkan dalam pembelajaran matematika.

Tahap pelaksanaan siklus II dilaksanakan dua pertemuan. Siklus II pertemuan 1 guru memberikan *ice breaking* berupa senam otak agar peserta didik tidak mengantuk. Peserta didik terlihat antusias dan banyak tertawa, pada pertemuan 2 guru memberikan *ice breaking* tebak gambar dan peserta didik terlihat fokus dan memperhatikan. Kemudian guru memberikan apersepsi mengenai materi sebelumnya. Langkah-langkah kegiatan mengikuti *problem based learning* (PBL) yang diawali orientasi masalah. Pada pertemuan 1 guru memberikan permasalahan kontekstual berbasis kebudayaan sekitar atau berbasis *Culturally Relevant Teaching* (CRT). Budaya yang dikaitkan dengan materi persamaan lingkaran adalah budaya alat musik Calung Banyumasan yang didalamnya terdapat konsep unsur-unsur lingkaran. Hal ini guru lakukan sebagai solusi untuk membuat peserta didik tidak jenuh dengan soal cerita yang terus menerus. Pada pertemuan 2 guru memberikan permasalahan kontekstual yang dikaitkan dengan kedudukan garis pada lingkaran. Siklus II sistematika kelompok diubah pada beberapa peserta didik misalnya yang awalnya kategori sedang berkembang menjadi mahir. Hal ini dikarenakan peserta didik tersebut memiliki selisih yang tinggi dari hasil asesmen awal. Kemudian pada langkah pembelajaran menyajikan hasil karya pada siklus II pertemuan 1 terdapat peserta didik yang berasal dari kelompok mahir menyanggah jawaban dari kelompok presenter. Hal ini dapat dikatakan

bahwa peserta didik tersebut memahami apa yang salah dan benar sehingga peserta didik mulai dapat menunjukkan kemampuan komunikasi matematisnya.

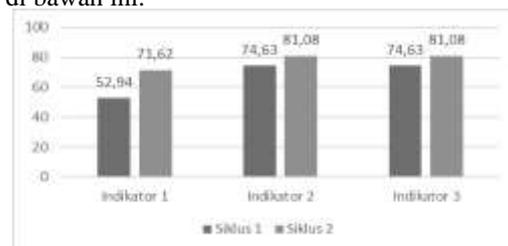
Pada tahap observasi tindakan siklus II peserta didik mulai memahami dan mengenal jalannya pembelajaran matematika di kelas yaitu menyelesaikan masalah matematis. Pada siklus II proses pembelajaran yang berjalan lancar dan manajemen waktu sudah tepat waktu sampai penggunaan *quizizz*. Namun pada pertemuan 2 guru tidak melakukan presentasi karena jam pembelajarannya yang hanya 1 JP. Sebagian besar pembagian peran dalam kelompok sudah baik hal ini dibuktikan dengan optimalnya waktu diskusi dan dapat selesai dengan tepat waktu.

Pada tahap refleksi tindakan implementasi tindakan dan hasil tes kemampuan yang diperoleh secara tertulis peneliti mengidentifikasi masalah dari pra siklus dan siklus I terdapat pengaruh di siklus II. Pada saat pra-siklus dan siklus I peserta didik masih kesulitan dalam menggambar grafik namun siklus II dilihat dari pekerjaan peserta didik sudah banyak menuliskan gambar beserta keterangannya dengan baik, sebagian besar peserta didik mulai mandiri dengan proses kerja kelompok dan langsung membuka sumber ajar e-modul yang diberikan oleh peneliti. Adanya desain LKPD berdiferensiasi proses juga memiliki pengaruh terhadap estimasi pengerjaannya terutama pada kelompok kategori sedang berkembang. Adapun hasil tes kemampuan komunikasi matematis yang diperoleh berikut.

**Tabel 2.** Hasil Rata-rata Tes

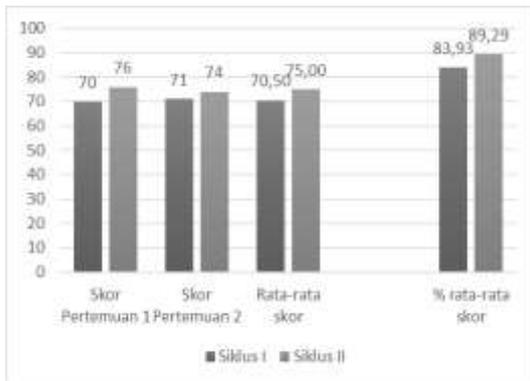
	Pra Siklus	Siklus I	Siklus II
Rata-rata	66	73,3	80,5
Hadir	33	33	37
Tidak Hadir	4	4	0

Berdasarkan tabel di atas, hasil tes terlihat naik dari pra-siklus hingga siklus II. Selain hasil rata-rata tiap siklus, peneliti juga menghitung ketercapaian indikator dari kemampuan komunikasi matematis pada diagram di bawah ini.



**Gambar 5.** Ketercapaian Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis Secara Tertulis

Menurut diagram hasil analisis indikator tersebut pada setiap indikator mengalami kenaikan di setiap siklus. Hal ini menjadi pendukung dari hasil rata-rata nilai peserta didik pada Tabel 2. Pembelajaran siklus II lebih optimal dari siklus sebelumnya. Hal ini dilihat dari hasil keberhasilan pembelajaran di kelas pada setiap siklus berikut.



**Gambar 6. Hasil Skor Keberhasilan Pelaksanaan Pembelajaran**

Berdasarkan Gambar 6 diperoleh bahwa persentase keberhasilan proses pembelajaran siklus ke I 83,933% dan siklus II 89,29%. Hal ini membuktikan adanya peningkatan pada pembelajaran di kelas oleh guru yang mencapai kategori baik.

Hasil Penelitian tindakan kelas membuktikan bahwa kemampuan komunikasi matematis tertulis peserta didik dengan menerapkan *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan e-modul *flipbook* terjadi kenaikan dari siklus I ke siklus II dengan hasil asesmen awal yang memiliki rata-rata pada mulanya sebesar 66, kemudian mendapatkan tindakan siklus I memiliki rata-rata hasil tes 73,3 dan siklus II memiliki rata-rata hasil tes 80,5. Hal tersebut dikarenakan peserta didik mendapatkan pembelajaran model *Problem Based Learning* (PBL) yang diawali dengan orientasi masalah dan pertanyaan pemantik dari guru sehingga guru dapat membimbing peserta didik dapat memahami konsep awal pada materi tersebut. Konsep awal atau ide awal inilah yang akan membantu peserta didik untuk menyelesaikan langkah-langkah pemecahan masalah. Hal ini sesuai dengan Liu (2005) bahwa salah satu ciri *Problem Based Learning* (PBL) adalah menyajikan masalah-masalah otentik sehingga meningkatkan konsentrasi peserta didik dalam mengeksplorasi, menemukan dan mengomunikasikan ide-ide tersebut melalui langkah-langkah proses diskusi yang sistematis.

Permasalahan yang disajikan membuat peserta didik merasa tertantang untuk untuk menyelesaikannya sehingga peserta didik mengalami proses berpikir untuk menemukan ide awal dan mengomunikasikannya melalui lisan atau tertulis. Sependapat dengan Widiyastuti (2022) pada saat peserta didik ditantang berpikir dan bernalar matematika, mereka akan menggunakan beberapa simbol atau matematika untuk mengomunikasikannya kepada orang lain. Selain itu peningkatan komunikasi matematis peserta didik terutama pada indikator mengekspresikan ide-ide menggunakan tulisan seperti prinsip konstruktivisme Piaget bahwa kemampuan kognitif peserta didik dibentuk dari proses menghubungkan wawasan yang dimiliki dengan wawasan yang didapatkan dalam hal ini peneliti memberikan orientasi masalah dan pertanyaan pemantik.

Selain model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi juga ikut andil dalam mempengaruhi peningkatan kemampuan komunikasi peserta didik. Hal ini dikarenakan dalam pengelompokan yang dilakukan oleh peneliti secara homogen dan berdiferensiasi proses. Hal ini juga memudahkan peneliti untuk memberikan *scaffolding* atau bimbingan kepada peserta didik agar fokus dengan kelompok yang sedang dibimbing oleh peneliti karena tingkatan kognitifnya yang sama. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahmayanti et al (2023) menyimpulkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) yang didalamnya terdapat TaRL pada matematika menunjukkan adanya kenaikan minat belajar di kalangan peserta didik sebagai syarat berkembangnya kemampuan komunikasi matematis karena dalam penelitian ini juga menggunakan diferensiasi proses. Proses pemberian bimbingan kepada peserta didik dalam kelompok juga memberikan dampak positif yaitu peserta didik dapat dengan percaya diri dalam mengomunikasikan jawaban LKPD dan mengomunikasikan ide awal secara lisan pada saat proses diskusi antar anggota kelompok terutama pada kelompok kategori sedang berkembang dan kategori baru berkembang.

Pembelajaran dengan berbasis masalah terkadang juga dapat memberikan rasa bosan terhadap peserta didik sehingga peneliti menggunakan sumber ajar yang memanfaatkan teknologi multimedia agar dapat menarik minat peserta didik yaitu dengan menggunakan e-modul berbentuk *flipbook*. Pembelajaran tingkat menengah atas diharapkan mampu membangun kemandiriannya dengan mencari berbagai sumber ajar untuk menunjang proses belajarnya.

Merujuk penelitian Herlinda et al (2024) bahwa pembelajaran menggunakan *flipbook* lebih menarik dan menyenangkan untuk peserta didik dengan fitur-fitur yang ada sebagai bentuk peran teknologi dalam pembelajaran abad ke-21. Penggunaan e-modul *flipbook* saat pembelajaran setiap siklus memberikan manfaat kepada peserta didik karena sumber ajar yang bentuk cetak tidak dimiliki oleh peserta didik sehingga peneliti membuat e-modul yang dapat dibuka secara fleksibel waktu dan tempat.

Dalam e-modul *flipbook* terdapat fitur menyisipkan video dan audio yang digunakan oleh peneliti untuk melengkapi langkah-langkah penyelesaian dalam soal atau materi sehingga jika peneliti ingin menyisipkan tambahan sumber ajar peneliti langsung menyematkan link di samping soal atau materi. Hal ini dapat membantu peserta didik agar mandiri, fokus dan efisien waktu agar peserta didik langsung terarah dalam belajar dan mencari sumber belajar. Sesuai dengan Hadiyanti (2021) yang menjelaskan bahwa e-modul *flipbook* dapat memotivasi peserta didik untuk memiliki karakter mandiri di samping kemampuan komunikasi matematisnya. Devi et al (2022) menyimpulkan media e-modul *flipbook* dikembangkan untuk memfasilitasi kemampuan komunikasi matematis.

## SIMPULAN

Berdasarkan temuan dan pembahasan dari pra-siklus, siklus I dan siklus II dapat disimpulkan pembelajaran menggunakan *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbantuan e-modul *flipbook* pada penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis yang dibuktikan dari hasil tes kemampuan komunikasi matematis pada pra siklus memiliki rata-rata nilai sebesar 66, siklus I 73,3 dan siklus II 80,5. Di samping itu, keberhasilan pelaksanaan pembelajaran di kelas oleh guru juga meningkat siklus I memiliki persentase rata-rata skor 83,93% dan siklus II 89,29% yang memiliki kriteria keberhasilan baik sehingga pembelajaran yang dilakukan dapat dikatakan berhasil. Temuan unik pada penelitian ini adalah peserta didik pada kelompok mahir cenderung memiliki komunikasi matematis tertulis yang baik daripada komunikasi secara lisan begitu juga sebaliknya.

## DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. (Edisi 2). Jakarta: Bumi Aksara.

- Azizah, Niken Ayu Noor, and Jayanti Putri Purwaningrum. 2022. "Pendekatan Pembelajaran Somatic, Auditory, Visualization, Intellectually (SAVI) Dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Komunikasi Matematis Pada Materi Program Linier." *PEDAMATH Journal on Pedagogical Mathematics* 4(2): 25–33. <https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/pedamath/article/view/1925/939>.
- Devi Nutria S, Yus Mochamad C. & Siti Khoiruli U. (2022). Pengembangan *Flipbook* Bermuatan Literasi Numerasi untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis. *Jurnal Tadris Matematika*, 5(2): 135-148.
- Emma et al. (2020). Upaya Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Aktivitas Belajar Siswa Menggunakan Model *Problem Based Learning*. *PRISMA Universitas Suryakencana*, 9(1):1-9.
- Fadilla, Fany, Jayanti Putri Purwaningrum, and Savitri Wanabuliandari. 2022. "Peningkatan Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa Diskalkulia Menggunakan Model Auditory, Intellectually, Repetition (AIR) Berbantuan Modul Digital Interaktif." *Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNAPMAT)* (1): 49–57.
- Herlinda R, Lina Novita & Tustiyana W. (2024) Pengembangan E-Modul Berbasis *Flipbook* Materi Manusia dan Lingkungan. *Journal on Education*, 6(3): 16091-16099.
- Karlina, Richa, Ratri Rahayu, and Jayanti Putri Purwaningrum. 2020. "Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Melalui Penerapan Pembelajaran Inkuiri Berbantuan Puzzle." *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 3(1): 57–66.
- Mulyatiningsih, Endang. 2012. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1989. *Assesment Standar for School Mathematics*. USA: The National Council of Teachers of Mathematics Inc.
- Ningsih, Suci Rahayu, Jayanti Putri Purwaningrum, and Sumaji. 2023. "Pengaruh Model Pembelajaran Two Stay-Two Stray Berbantuan Media Mathcircle Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa." *Jurnal Pendidikan Matematika* 14(2): 178–85.

- Nurhasanah et al. (2019). Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Menyelesaikan Masalah Soal Cerita. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*.
- Nurul et al. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran IPA berbasis *Information Communication and Technology (ICT)*. *Pedadidaktika: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 7(4):20-31.
- Liu, M. (2005). *Motivating Students Through Problem-based Learning*. *University of Texas: Austin*.
- Lomibao, L. S., Luna, C. A., & Namoco, R. A. (2016). The Influence of Mathematical Communication on Students' Mathematics Performance and Anxiety. *American Journal of Education Research*, 4(5): 378-382.
- Luthfia et al. (2022). Upaya Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Tulis dan Lisan Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi Metode Diskusi. *International Conference on Lesson Study Universitas Muhammadiyah Gresik*, 485-501.
- Rahmayanti, et al (2023). Penerapan Model Pembelajaran PBL Menggunakan Pendekatan TaRL. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(1), 4545–4557.
- Rizal, Ahmat Fatoni, Jayanti Putri Purwaningrum, and Ratri Rahayu. 2021. "Pengembangan E-Modul Berbasis Etnomatematika Untuk Menumbuhkan Kemampuan Komunikasi Matematis Dan Minat Belajar Siswa." *Koordinat Jurnal MIPA* 2(2): 1–14.
- Siagan et al. (2019). Development of Learning Materials Oriented on Problem-Based Learning Model to Improve Students' Mathematical Problem Solving Ability and Metacognition Ability. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 331–340.
- Widiyastuti, E., Ernawati, N., Setyaningsih, E., & Sugihandardji, C. (2022). Ability Of Mathematical Representation Junior High School Students In Completing Open-Ended Problems Are Reviewed From The Style Of Thinking. *International Journal of Multidisciplinary Research and Literature*, 1(1), 98-105.