

Pengembangan Modul Ajar Trigonometri Pembelajaran Diferensiasi Berbasis PBL untuk Meningkatkan Bernalar Kritis Siswa

Sulia Anis Prastika^{1*}, Abi Suwito², Nurcholif Diah Sri Lestari³, Erfan Yudianto⁴, Didik Sugeng Pambudi⁵

Universitas Jember, Jember, Indonesia^{1*,2,3,4,5}
anisziyah883@gmail.com^{1*}, abi.fkip@unej.ac.id², nurcholif.fkip@unej.ac.id³,
erfanyudi@unej.ac.id⁴, didikpambudi.fkip@unej.ac.id⁵

ABSTRAK

Penelitian ini fokus mengembangkan modul ajar matematika kurikulum merdeka materi trigonometri SMA Fase E. Modul ajar yang dikembangkan menggunakan pembelajaran diferensiasi berbasis *Problem Based Learning* (PBL) materi trigonometri fase E. Tujuan penelitian ini menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif. Produk yang dikembangkan berupa modul ajar pembelajaran diferensiasi berbasis PBL yang dilengkapi dengan LKPD, bahan ajar trigonometri, soal *pretest* dan soal *posttest*. Prosedur pengembangan produk yang digunakan mengacu pada model pengembangan ADDIE yang meliputi *analyze, design, development, implementation* dan *evaluation*. Modul ajar, LKPD, bahan ajar, soal *pretest* dan *posttest* bernalar kritis yang dihasilkan dari penelitian ini memenuhi kriteria kevalidan dengan skor validasi berturut-turut adalah 3.77; 3.69; 3.81; 3.89; dan 3.78 dengan skala 1-4. Selain itu produk yang dikembangkan juga memenuhi kriteria kepraktisan karena hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran diperoleh rata-rata sebesar 83.3% masuk kategori sangat baik dan angket respon siswa sebesar 3.14 masuk kategori baik. Produk yang dikembangkan juga memenuhi kriteria keefektifan karena 83% tuntas secara klasikal dan peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa berdasarkan analisis *N-Gain* sebesar 0.38 dengan kategori sedang.

Kata kunci : pembelajaran diferensiasi, PBL, bernalar kritis

ABSTRACT

This study focuses on the development of a mathematics teaching module for the *Kurikulum Merdeka*, specifically targeting the topic of trigonometry for senior high school students at Phase E. The instructional module, designed using a differentiated learning approach based on Problem-Based Learning (PBL), aims to produce a product that is valid, practical, and effective. The developed product consists of a PBL-based differentiated teaching module, supported by student worksheets (LKPD), trigonometry learning materials, as well as pretest and posttest items. The development procedure follows the ADDIE model—an instructional design framework comprising five phases: Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The teaching module, LKPD, learning materials, and critical reasoning-based pretest and posttest instruments developed through this research meet the validity criteria, with validation scores of 3.77, 3.69, 3.81, 3.89, and 3.78 respectively on a 1–4 scale. In addition to achieving content validity, the product demonstrated a high level of practicality, as reflected in the lesson implementation observation results, which averaged 83.3%—classified as “excellent”—and the student response questionnaire, which scored 3.14 and fell into the “good” category. Furthermore, the product met the effectiveness criteria, with 83% of students achieving mastery at the class level

and a moderate improvement in students' critical reasoning skills, as indicated by an N-Gain score of 0.38.

Keywords : differentiated learning, PBL, critical reasoning

PENDAHULUAN

Pembelajaran diferensiasi bukan hal yang baru dalam pendidikan. Champan dan King (Siburian et al., 2019) mengemukakan bahwa pembelajaran diferensiasi (*Differentiated Instruction*) adalah pembelajaran yang berdasarkan pada keberagaman kesiapan (*readiness*), profil belajar siswa (*learning profile*), dan ketertarikan (*interest*). Martanti (Gusteti & Neviyarni, 2022) mengemukakan prinsip pembelajaran berdiferensiasi di kurikulum merdeka tidak hanya memperoleh pemahaman dan pengalaman belajar, juga upaya untuk membentuk profil pelajar Pancasila. Dilansir dari laman Kemendikbud, Profil Pelajar Pancasila merupakan pelajar sepanjang hayat yang memiliki kompetensi global dan berperilaku sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, yang meliputi enam elemen antara lain beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, bergotong royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif. Sejalan dengan prinsip pembelajaran berdiferensiasi, penerapan pembelajaran berdiferensiasi harus mampu membentuk siswa memiliki keenam karakter dimensi profil pelajar Pancasila, salah satunya yaitu bernalar kritis. Tabel 1 adalah alur perkembangan dimensi bernalar kritis (Kemendikbud, 2022).

Tabel 1. Alur perkembangan dimensi bernalar kritis

Subelemen	Alur Perkembangan Bernalar Kritis Diakhir Fase E (Kelas X - XII, Usia 16-18 tahun)
Elemen memperoleh dan memproses informasi dan gagasan	
Mengajukan pertanyaan	Mengajukan pertanyaan untuk menganalisis dengan kritis permasalahan yang kompleks.
Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan	Mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber. Memprioritaskan suatu gagasan yang relevan dari hasil klarifikasi dan analisis.
Elemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	
Elemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	Menganalisis dan mengevaluasi penalaran yang digunakannya dalam mencari solusi serta mengambil keputusan.
Elemen refleksi pemikiran dan proses berpikir	
Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri	Menjelaskan alasan untuk mendukung pemikiran dan memikirkan pandangan yang mungkin berlawanan dengan pemikiran tersebut.

Salah satu pelajaran di sekolah yang memerlukan bernalar kritis adalah pelajaran matematika. Domain capaian pembelajaran matematika fase E elemen geometri yaitu membahas tentang materi Trigonometri. Tabel 2 merupakan indikator kemampuan bernalar kritis (Kemendikbud, 2022).

Tabel 2. Indikator kemampuan bernalar kritis

Elemen	Subelemen	Indikator
memperoleh dan memproses informasi dan gagasan	Mengajukan pertanyaan	Menganalisis soal untuk mengetahui permasalahan dan apa yang ditanyakan pada soal yang selanjutnya menuliskan yang ditanya dalam soal.
	Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan	Mengidentifikasi soal trigonometri dan memahami masalah yang ditunjukkan dengan menuliskan apa yang diketahui dalam soal dan apa yang ditanyakan dalam soal dengan tepat.
menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	Elemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	Menganalisis hubungan antara pernyataan, pertanyaan dan konsep pada soal yang ditunjukkan dengan mampu membuat ilustrasi atau sketsa gambar dari permasalahan yang yang diberikan, membuat model matematika dan memberi penjelasan atau memberikan langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah dengan tepat.
refleksi pemikiran dan proses berpikir	Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri	Menggunakan strategi dalam perhitungan yang tepat dalam menyelesaikan soal dengan tepat dan benar serta dapat membuat kesimpulan dan jawaban yang ditanyakan dengan tepat.

Secara umum trigonometri merupakan pembelajaran yang berkaitan dengan perhitungan perbandingan dan nilai sudut, namun permasalahan yang sering terjadi berkaitan dengan kemampuan penalaran kritis dalam trigonometri yaitu (1) kesalahan dalam memahami pernyataan tentang masalah trigonometri; (2) kesalahan dalam penggunaan strategi dan rumus dalam menyelesaikan soal trigonometri; (3) kurangnya pengetahuan prasyarat (Iswanto & Faradillah, 2023). Banyak yang berasumsi bahwa trigonometri merupakan salah satu materi yang dianggap sulit. Hal ini sesuai dengan penelitian Sofiyah (Nuralif & Hakim, 2023) yang menyatakan bahwa trigonometri merupakan materi yang dianggap sulit dalam mata pelajaran matematika sehingga siswa mengalami kebingungan dalam penerapannya. Penelitian di atas sangat relevan dengan hasil wawancara yang dilakukan terhadap guru matematika SMAN 1 Tempeh, Lumajang. Guru matematika SMAN 1 Tempeh Lumajang menjelaskan bahwa saat pembelajaran matematika beliau dihadapkan pada kondisi siswa yang heterogen dengan berbagai macam karakter dan gaya belajar. Selain itu guru tidak pernah melakukan pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar untuk menghadapi macam-macam karakteristik siswa tersebut.

Pentingnya kemampuan bernalar kritis siswa dalam pembelajaran matematika khususnya mater trigonometri, sehingga diperlukan suatu model pembelajaran yang mampu melatih dan mengembangkan kemampuan menyelesaikan masalah yang berorientasi pada masalah kehidupan nyata, guna merangsang kemampuan bernalar kritis siswa. Salah satu model pembelajaran yang cocok diterapkan adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) atau pembelajaran berbasis masalah. Dutch (Labibatussolihah et al., 2020) menyatakan bahwa PBL merupakan metode instruksional yang menantang siswa agar belajar untuk belajar, bekerjasama dalam kelompok untuk mencari solusi bagi masalah yang nyata.

Penelitian Zainal (2022) mengungkapkan bahwa pembelajaran menggunakan model PBL merupakan model pembelajaran yang direkomendasikan khususnya dalam pembelajaran matematika, karena mendorong peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik sejak dini melalui penyelidikan, pemecahan masalah, penyajian pemecahan masalah, *review* pemahaman peserta didik terkait konsep pemecahan masalah dan evaluasi proses pemecahan masalah yang berimplikasi pada perkembangan konstruksi pengetahuan peserta didik. Hal ini selaras dengan penelitian Nurkhasanah et al. (2023) yang menyatakan bahwa menguatkan nilai profil pelajar pancasila elemen bernalar kritis melalui model PBL dinyatakan berhasil karena telah melewati ketercapaian yaitu 75%. Selain itu penelitian Amedume et al. (2022) juga mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah sangat efektif untuk pengajaran dan pembelajaran trigonometri karena mendorong partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran, penguasaan konten dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mandiri.

Berbagai macam permasalahan dan rekomendasi yang telah diuraikan, maka peneliti tertarik untuk mengembangkan suatu modul ajar matematika Kurikulum Merdeka materi trigonometri fase E menggunakan pembelajaran diferensiasi berbasis PBL. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan modul ajar pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL untuk meningkatkan bernalar kritis siswa pada materi trigonometri fase E yang valid, praktis dan efektif.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Dikatakan penelitian pengembangan karena dalam penelitian ini dikembangkan suatu produk berupa modul ajar pembelajaran berdiferensiasi berbasis problem based learning yang dilengkapi dengan LKPD 3 gaya belajar (LKPD visual, LKPD auditori dan LKPD kinestetik), bahan ajar trigonometri, soal *pretest* dan soal *posttest* bernalar kritis. Subjek dalam uji coba pada penelitian ini adalah 36 siswa kelas X-6 SMAN 1 Tempeh, Lumajang. Prosedur pengembangan perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Model ADDIE. Prosedur pengembangan ADDIE dikembangkan oleh Reiser dan Molenda yang meliputi tahap *analyze*, *design*, *development*, *implementation* dan *evaluation*.

Tahapan *analyze* yaitu tahapan dasar untuk menetapkan berbagai kebutuhan dalam pembelajaran. Tahapan *design* merupakan tahapan mulai merancang produk apa yang akan dikembangkan dan mulai menyusun produk. Tahapan *development* merupakan tahapan mengembangkan produk yang menghasilkan draf 1, kemudian draf 1 divalidasi oleh dua orang validator. Masukan dan saran dari dua orang validator dijadikan acuan untuk merevisi produk sehingga dihasilkan draft 2. Selanjutnya draft 2 yang telah direvisi divalidasi oleh dua orang validator. Draft 2 yang telah dinyatakan valid diujicoba lapangan. Selanjutnya memasuki tahapan *implementation* yaitu produk kemudian diuji cobakan skala besar dengan subjek kelas X-6 sebanyak 36 siswa di SMAN 1 Tempeh. Tahapan terakhir yaitu *evaluation* yaitu tahap penilaian produk yang dihasilkan yang meliputi aspek kevalidan, kepraktisan dan keefektifan. Adapun soal *pretest* dan *posttest* diberikan untuk menganalisis peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa sebelum dan sesudah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan produk yang telah dikembangkan.

Lickona (Kurniati, 2013) menyatakan bahwa suatu material dikatakan berkualitas, jika memenuhi kriteria-kriteria kevalidan (*validity*), kepraktisan (*practically*) dan keefektifan (*effectiveness*). Berikut adalah penjelasan analisis data:

1. Analisis kevalidan

Analisis ini dilakukan untuk menguji kelayakan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian. Selanjutnya hasil validasi dianalisis dengan cara menghitung nilai rerata total untuk semua aspek (V_a) dengan cara merekap data penilaian masing-masing validator, menghitung rerata nilai hasil validator untuk setiap indikator, menghitung rerata nilai untuk setiap aspek dan menentukan nilai V_a dari rerata nilai untuk semua aspek. Selanjutnya, perangkat pembelajaran dinyatakan valid jika minimal mencapai kategori valid pada skor $3 \leq V_a < 4$.

2. Analisis kepraktisan

Data yang dihasilkan dari lembar observasi keterlaksanaan perangkat pembelajaran dan angket respon siswa selanjutnya dianalisis guna melihat kepraktisan produk yang telah dikembangkan. Analisis hasil observasi keterlaksanaan modul ajar, dikategorikan berdasarkan kriteria pada Tabel 3. Analisis hasil angket dikategorikan berdasarkan kriteria pada Tabel 4. Produk yang dikembangkan dikatakan praktis apabila memenuhi kriteria lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran minimal kriteria baik dan angket respon siswa masuk dalam kriteria minimal baik.

Tabel 3. Kriteria keterlaksanaan pembelajaran

Presentase	Kriteria
81%-100%	Sangat baik
61%-80%	Baik
41%-60%	Cukup
21%-40%	Kurang
0%-20%	Sangat kurang

Tabel 4. Respon siswa

Interval Skor	Nilai	Kriteria
$x > 3,40$	A	Sangat Baik
$2,80 < x \leq 3,40$	B	Baik
$2,20 < x \leq 2,80$	C	Cukup Baik
$1,60 < x \leq 2,20$	D	Kurang Baik
$x \leq 1,60$	E	Sangat Kurang Baik

3. Analisis keefektifan

Penilaian keefektifan sebuah perangkat pembelajaran mengacu pada hasil *posttest* bernalar kritis siswa dan peningkatan bernalar kritis siswa. Perangkat dikategorikan efektif apabila data hasil tes bernalar kritis $\geq 70\%$ dari keseluruhan jumlah siswa tuntas klasikal dan peningkatan bernalar kritis siswa memasuki kategori minimal sedang. Pengukuran peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa diperoleh dari hasil post tes bernalar kritis selanjutnya dianalisis menggunakan *N-Gain*. Selanjutnya mengutip dari penelitian Arafah et al. (2023) interpretasi *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori *N-Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut deskripsi proses dan hasil pengembangan modul ajar trigonometri pembelajaran diferensiasi berbasis PBL untuk meningkatkan bernalar kritis siswa dengan mengacu model pengembangan ADDIE yang meliputi *analyze, design, development, implementation* dan *evaluation*.

Tahap analisis (*analyze*)

Tahap ini terdiri dari analisis kebutuhan, analisis siswa, dan analisis materi pembelajaran. Berdasarkan kegiatan analisis kebutuhan, diperoleh permasalahan bahwa modul ajar yang digunakan belum memfasilitasi siswa untuk belajar sesuai dengan kebutuhan dan gaya belajar siswa, serta belum memfasilitasi siswa dalam mengembangkan bernalar kritisnya. Sumber pembelajaran juga bergantung pada buku paket yang disediakan oleh sekolah dan lembar kerja siswa hanya berisi latihan-latihan soal yang diambil dari buku paket. Padahal lembar kerja peserta didik yang baik harus menyesuaikan dengan kondisi pembelajaran disekolah dan karakteristik siswa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prastowo (2016) bahwa lembar kerja siswa sebenarnya bisa dibuat sendiri oleh guru yang bersangkutan. Sehingga lembar kerja siswa dapat lebih menarik serta lebih kontekstual dengan situasi dan kondisi sekolah ataupun lingkungan sosial budaya peserta didik. Selain itu pembelajaran trigonometri dominan menggunakan metode ceramah.

Tahap perancangan (*design*)

Tahap perancangan meliputi penyusunan modul ajar pembelajaran diferensiasi berbasis PBL yang dilengkapi LKPD tiga gaya belajar, bahan ajar trigonometri, soal *pretest* dan soal *posttest* bernalar kritis. Rancangan modul ajar terdiri dari 3 kali pertemuan dengan mengacu pada kurikulum merdeka. Selanjutnya yaitu merancang LKPD. LKPD dirancang dengan tiga gaya belajar siswa. Dalam penelitian ini dirancang tiga LKPD yang meliputi LKPD visual, LKPD audio, dan LKPD kinestetik. LKPD visual dalam penelitian ini merupakan LKPD yang menyajikan banyak gambar dan ilustrasi dalam isinya. LKPD auditori dalam penelitian ini merupakan LKPD yang berisi perintah untuk memecahkan permasalahan menggunakan rekaman audio. Sedangkan LKPD kinestetik dalam penelitian ini merupakan LKPD yang lebih berisi perintah untuk memecahkan permasalahan dengan melakukan percobaan atau praktik.

Tahap Pengembangan (*development*)

Rancangan modul ajar, LKPD, bahan ajar trigonometri, soal *pretest*, soal *posttest* kemudian divalidasi oleh para ahli yaitu dosen matematika dan guru matematika dengan kualifikasi minimal Pendidikan S2. Kemudian validator memberikan saran dan masukan untuk direvisi sehingga nantinya dapat dilakukan uji coba lapangan. Hasil validasi disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 hasil validasi modul ajar, LKPD, bahan ajar trigonometri, soal *pretest* dan soal *post test* bernalar kritis adalah 3.77; 3.69; 3.81, 3.89 dan 3.78. Kesimpulannya ialah modul ajar yang telah dikembangkan dinyatakan valid. Selanjutnya pada tahap pengembangan (*develop*) ini bertujuan untuk menganalisis kepraktisan dan keefektifan modul yang telah dikembangkan.

Tabel 6. Hasil validasi produk

Komponen	Hasil validasi	Kategori
Modul ajar	3,77	Valid
LKPD	3,69	Valid
Bahan Ajar	3,81	Valid
Soal pretest	3,89	Valid
Soal Posttest	3,78	Valid

Selanjutnya yaitu mengembangkan LKPD. Contoh LKPD visual yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2. Contoh soal *posttest* yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 3.

Berapa ya tinggi pohon beringin besar itu?

"Suatu sore Rudi sedang mengamati dua pohon beringin yang terdiri dari satu pohon beringin kecil dan satu pohon beringin besar yang ia tanam di halaman rumahnya. Kedua pohon beringin tersebut membentuk sebuah bayangan. Jika tinggi pohon beringin kecil adalah 1,5 m, dan panjang bayangan yang terbentuk adalah 1 m. Sedangkan panjang bayangan yang terbentuk dari pohon beringin besar adalah 4,5 m. Maka berapakah tinggi pohon beringin besar tersebut?"

Gambar 4. Perbandingan ketinggian dua pohon
 Sumber : <https://vos3prens.wordpress.com/2012/11/31/penakuran-secara-tidak-langsung/>

Ayo mengingat kembali dengan mengisi bagian yang kosong!

tinggi pohon beringin kecil tinggi bayangan beringin besar

 SEHINGGA
 $\frac{1,5 \text{ m}}{\dots} = \frac{\dots}{4,5 \text{ m}}$

Gambar 2. Contoh LKPD visual

3. Diketahui nilai $\tan P = \frac{4}{12}$. Jika sudut P terletak di interval $0^\circ \leq P \leq 90^\circ$, tentukan nilai perbandingan trigonometri untuk $\sin P$ dan $\cos P$!

Jawaban

4. Gambar di bawah menunjukkan speed bump (polisi tidur) yang akan dibangun pada sebuah jalan dengan posisi miring. Tentukan Lebar jalan pada gambar di atas! ($\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$)

8 m
 30°

Gambar 3. Contoh soal *posttest*

Tahap Implementasi (*implementation*)

Tahap *implementation* merupakan tahap uji coba produk yang telah dikembangkan. Modul ajar, LKPD dan soal tes bernalar kritis yang telah dinyatakan valid, selanjutnya dilakukan uji coba pada skala besar dengan subjek satu kelas X-6 yaitu 36 siswa dengan tiga kali pertemuan. Pertama peneliti melakukan perkenalan diri dan menyampaikan tujuan dari penelitiannya. Setelah itu peneliti membagikan angket gaya belajar kepada 36 siswa untuk diisi. Kemudian setelah mengisi angket gaya belajar, peneliti menganalisis hasil jawaban dari angket gaya belajar yang telah dibagikan. Setelah itu peneliti memetakan murid berdasarkan gaya belajar, yang meliputi gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik. Ketika peneliti melakukan analisis gaya belajar ditemui satu siswa yang memiliki dua gaya belajar yaitu audio dan visual. Satu siswa tersebut kemudian dimasukkan dalam kelompok belajar visual, tetapi siswa tersebut juga diberikan video pembelajaran dari youtube dan dibantu dengan pemberian penjelasan materi oleh peneliti untuk menunjang gaya belajar auditorinya.

Pertemuan berikutnya peneliti memberikan soal *pretest* sebanyak 5 soal dengan waktu 20 menit. Soal *pretest* ini diberikan untuk mengetahui pemahaman terhadap materi prasyarat dan kesiapan siswa dalam pembelajaran. Selain itu hasil dari *pretest* digunakan juga untuk menganalisis peningkatan bernalar kritis siswa yang nantinya dibandingkan dengan hasil *posttest*. Selanjutnya guru memulai pembelajaran dengan memberikan pertanyaan pemantik berupa permasalahan sehari-hari yang berhubungan dengan materi trigonometri. Kegiatan selanjutnya ialah membentuk kelompok sesuai gaya belajar yang terdiri 6 kelompok, yang meliputi 3 kelompok audio, 2 kelompok visual, dan 1 kelompok kinestetik. Setelah semua siswa berkumpul pada kelompok gaya belajarnya, peneliti membagikan LKPD berdasarkan gaya belajarnya. Gambar 7 berikut merupakan proses diskusi kelompok gaya auditori.



Gambar 7. Proses diskusi gaya belajar auditori

Saat peneliti melakukan observasi disetiap pertemuan ditemui beberapa temuan antara lain, saat siswa diinstruksikan untuk menggambar segitiga siku-siku ABC siku-siku di C terdapat beberapa siswa yang masih kebingungan untuk menggambarannya. Serta ditemui beberapa siswa yang lupa dengan rumus *Pythagoras* dan kebingungan menerapkan konsep perbandingan. Ditemui juga siswa kebingungan dalam menuliskan perbandingan trigonometri sehingga guru memberikan *scaffolding* pada siswa agar siswa dapat mengingat kembali konsep yang telah mereka pelajari sebelumnya. Pada prosesnya bentuk bantuan yang diberikan berangsur-angsur akan

dikurangi untuk melatih kemandirian belajar dan tanggungjawab siswa. Melalui penelitian yang dilakukan oleh Priyati dan Lygia Mampouw (2018) pemberian *scaffolding* dapat mengatasi kesalahan yang dilakukan siswa. Pemahaman matematis siswa yang diberikan *scaffolding* lebih tinggi dibanding siswa yang tidak diberi *scaffolding* (Nurhayati et al., 2016; Sari & Surya, 2017).

Tahap Evaluasi (*evaluation*)

Tahap evaluasi merupakan tahap yang digunakan untuk menganalisis kepraktisan dan keefektifan modul ajar yang telah dikembangkan. Analisis kepraktisan terhadap modul ajar yang telah diujicobakan diperoleh dari hasil lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan hasil angket respon siswa. Modul ajar yang dikembangkan dikatakan praktis jika hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran masuk dalam kategori minimal baik dan angket respon siswa masuk kategori minimal baik. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran

Pertemuan ke-	Skor	Kategori
1	78,57 %	Baik
2	83,93 %	Sangat baik
3	87,50 %	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 7, skor dari tiap pertemuan akan dirata-rata sehingga diperoleh rerata hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran sebesar 83,33% dan berada pada rentang 81%-100% yang kesimpulannya adalah masuk kategori sangat baik. Hasil angket respon siswa dibagikan kepada 36 siswa kelas X-6 yang terdiri dari 8 pernyataan dengan rentang skor antara 1-4. Angket respon siswa yang telah diisi oleh 36 siswa hasilnya dianalisis untuk menentukan kategori perolehan angket respon siswa. Setelah dianalisis angket respon siswa memperoleh jumlah skor rata-rata 3.14 dan berada pada interval $2,80 < x \leq 3,40$ dan masuk dalam kategori baik. Jadi kesimpulan yang dapat diambil dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan kategori sangat baik dan angket respon siswa masuk dalam kategori baik, maka dapat dikatakan bahwa modul ajar yang dikembangkan adalah praktis.

Selanjutnya dilakukan analisis keefektifan. Berdasarkan hasil *posttest* dari 36 siswa dengan rentang skor 0-100, diperoleh skor tertinggi 100 dan skor terendah 44. Siswa dikatakan tuntas jika nilai dari post test adalah ≥ 70 . Berdasarkan hasil *posttest* terdapat 27 siswa dinyatakan tuntas, dan 9 tidak tuntas. Jika terdapat $\geq 70\%$ dari keseluruhan jumlah siswa yang tuntas, maka dikategorikan telah tuntas secara klasikal. Sedangkan untuk mengukur peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa diperoleh dari hasil post tes bernalar kritis selanjutnya dianalisis menggunakan *N-Gain*. Siswa dikatakan mengalami peningkatan kemampuan bernalar kritis jika hasil dari analisis *N-Gain* masuk dalam kategori minimal sedang. Berdasarkan hasil *posttest* bernalar kritis yang kemudian dianalisis diperoleh presentase ketuntasan klasikal di kelas X-6 sebesar 83% dan dinyatakan tuntas secara klasikal karena memenuhi $\geq 70\%$. Sedangkan untuk peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa yang telah dianalisis menggunakan *N-Gain* diperoleh skor 0.38 dan masuk kategori sedang. Sehingga berdasarkan hasil presentase ketuntasan dan analisis *N-Gain*, modul ajar yang telah dikembangkan dinyatakan efektif.

Hasil penelitian pengembangan modul ajar menggunakan pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL dengan menggunakan tahapan ADDIE dinyatakan valid,

praktis dan efektif. Modul ajar trigonometri pembelajaran diferensiasi berbasis PBL yang telah dikembangkan juga dinyatakan relevan untuk meningkatkan bernalar kritis siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian (Amedume et al., 2022) yang menyatakan bahwa model pembelajaran PBL untuk pengajaran dan pembelajaran trigonometri karena mendorong partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran proses, penguasaan konten dan meningkatkan pemikiran kreatif dan keterampilan pemecahan masalah mandiri. Dari segi pendekatan pembelajaran diferensiasi yang telah diterapkan, diperoleh hasil bahwa pendekatan diferensiasi relevan untuk meningkatkan bernalar kritis siswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Menurut hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa produk yang telah dikembangkan yaitu modul ajar pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL menggunakan tahapan ADDIE (*analyze, design, development, implementation, evaluation*) dinyatakan valid, praktis dan efektif. Temuan penelitian saat proses pembelajaran yaitu masih minimnya modul ajar menggunakan pembelajaran diferensiasi yang dapat meningkatkan bernalar kritis siswa. Sehingga dengan adanya modul ajar yang telah dikembangkan ini dapat memberikan alternatif bagi guru dan siswa untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah hendaknya penelitian ini dapat dijadikan salah satu sumber referensi dalam melaksanakan penelitian dengan kegiatan belajar mengajar yang lebih inovatif dan kreatif lagi. Selain itu peneliti selanjutnya dapat melakukan pengembangan perangkat pembelajaran yang lebih lengkap, inovatif dan interaktif, serta melakukan penelitian dengan analisis yang lebih detail lagi. Tidak hanya fokus untuk melihat tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan saja, tetapi juga melihat pengaruh modul ajar yang dikembangkan terhadap bernalar kritis pada setiap gaya belajar siswa. Selain itu diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan materi trigonometri yang lebih luas dan mendalam, serta indikator bernalar kritis yang berbeda dengan subjek penelitian yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amedume, L. K., Bukari, H. I., & Mifetu, R. K. (2022). Effect of Problem-Based Learning Approach on Students' Achievement in Trigonometry. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 5(4), 348–357.
- Arafah, R. A. D., Kurniati, D., Lestari, N. D. S., Pambudi, D. S., & Yuliati, N. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Analyticity Siswa. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 2700–2711.
- Gusteti, M. U., & Neviyarni. (2022). Pembelajaran Berdiferensiasi pada Pembelajaran Matematika di Kurikulum Merdeka. *Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 3(3), 636–646.
- Iswanto, A., & Faradillah, A. (2023). Analysis of Mathematical Reasoning Ability in Trigonometry Materials viewed from Students' Mathematical Resilience. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(3), 477–492.
- Kemendikbud. (2022). *Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.

- Kurniati, D. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Pertama dengan Sistem Character Based Integrated Learning. *Jurnal Kreano*, 4(2), 159–173.
- Labibatussolihah, L., Wiyanarti, E., & Adriani, N. M. (2020). Model Problem Based Learning dalam Pendidikan Sejarah: Antara Konsep, Aplikasi, dan Implikasinya. *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 5(1), 13–19.
- Nuralif, S., & Hakim, L. (2023). Desain Pembelajaran Trigonometri Menggunakan Model Pogil untuk Siswa SMA. *Jurnal Theorems (The Original Reasearch Of Mathematics)*, 8(1), 113–125.
- Nurhayati, E., Mulyana, T., & Martadiputra, B. A. P. (2016). Penerapan Scaffolding untuk Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika*, 2(2), 107–112.
- Nurkhasanah, E., Aisyah, I., & Amalia, A. R. (2023). Penguatan Nilai Profil Pelajar Pancasila Elemen Bernalar Kritis Melalui Model Problem Based Learning di Sekolah Dasar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(1), 6252–6262.
- Prastowo, A. (2016). *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktis* (2nd ed.). Kencana.
- Priyati, P., & Lygia Mampouw, H. (2018). Pemberian Scaffolding untuk Siswa yang Mengalami Kesalahan dalam Menggambar Grafik Fungsi Kuadrat. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 2(1), 87–95.
- Sari, N., & Surya, E. (2017). Efektivitas Penggunaan Teknik Scaffolding dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Pada Siswa SMP Swasta Al-Washliyah Medan. *Edumatica*, 7(1), 1–10.
- Siburian, R., Simanjuntak, S. ., & Simarongkir, F. (2019). Penerapan Pembelajaran Diferensiasi dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa pada Pembelajaran Daring. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2), 1–3.
- Zainal, N. F. (2022). Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3584–3593.