



DISEMINASI DIDAKTIS NUMERASI BERBANTUAN AUGMENTED REALITY DI SEKOLAH WILAYAH YOGYAKARTA

Sugiman^{1*}, Rina Dyah Rahmawati², Githa Stien Tuntunan¹, Silfi Nisa Fitriana¹, Tsabita Nurul Izza¹, Hanifah Mar'atush Shalihah¹

¹Program Studi Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

²Program Studi PGSD, FKIP, Universitas PGRI Yogyakarta, Indonesia

E-mail: sugiman@uny.ac.id

Abstrak: Kemampuan numerasi adalah keterampilan dalam menerapkan konsep bilangan dan operasi hitung dalam kehidupan sehari-hari. Namun, tingkat numerasi siswa SD di Indonesia, khususnya di kelas tinggi, masih rendah, yang kemungkinan disebabkan oleh kurang optimalnya pembelajaran operasi bilangan di kelas rendah. Berdasar penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa guru mengalami kesulitan dalam menyusun perangkat pembelajaran yang kontekstual, sehingga berdampak pada rendahnya partisipasi belajar dan kemampuan numerasi siswa. Penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan media Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan siswa, seiring dengan meningkatnya keterbiasaan siswa menggunakan gadget sejak pandemi Covid-19. Selain itu, desain didaktik berbasis teknologi berbantuan media AR dengan perangkat pembelajaran yang sesuai menjadikan pembelajaran lebih menarik dan relevan dengan kehidupan siswa, juga dapat memperdalam numerasi siswa SD. Untuk meningkatkan efektivitasnya perlu pelatihan guru berkaitan dengan desain didaktik berbasis teknologi dengan perangkat yang sesuai kebutuhan siswa. Pelatihan tersebut mencakup rangkaian agenda yang terdiri dari pengenalan teori didaktis numerasi berbantuan AR dan perangkatnya; workshop penyempurnaan dan simulasi desain didaktis numerasi berbantuan AR; implementasi desain didaktis Berbantuan AR; dan Monitoring dan Evauasi pelaksanaan kegiatan. Rangkaian agenda tersebut melibatkan 13 sekolah, 26 guru, dan 51 siswa yang berperan aktif di semua kegiatan. Hasil dari pelatihan tersebut menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan guru berkaitan dengan desain didaktik numerasi berbantuan AR. Selain itu guru juga merasakan adanya relevansi dan kebermanfaatan yang dapat diterapkan di kelas, sehingga pembelajaran matematika SD akan semakin optimal.

Kata-kata Kunci: Augmented Reality, Didaktis, Numerasi

DISSEMINATION OF NUMERACY DIDACTICS ASSISTED BY AUGMENTED REALITY IN SCHOOLS IN THE YOGYAKARTA REGION

Abstract: Numeracy is the skill of applying number concepts and counting operations in everyday life. However, the level of numeracy skills of primary school students in Indonesia, especially in the high grades, is still low, which may be due to the less than optimal learning of arithmetic operations in the low grades. Based on previous research that shows that teachers have difficulty in preparing contextualized learning tools, which has an impact on the low learning participation and numeracy skills of students. Research also shows that the use of Augmented Reality (AR) media in learning can increase student engagement, along with the increasing habits of students in using gadgets since the Covid-19 pandemic. In addition, technology-based didactical design assisted by AR media with appropriate learning tools

makes learning more interesting and relevant to students' lives, and can deepen the numeracy skills of elementary school students. To increase its effectiveness, it is necessary to train teachers related to technology-based didactical design with tools that are suitable for students' needs. This training includes a series of agendas consisting of an introduction to AR-assisted numeracy didactic theory and its tools; workshops to refine and simulate AR-assisted numeracy didactic design; implementation of AR-assisted didactic design; and monitoring and evaluation of the implementation of activities. This agenda involved 13 schools, 26 teachers, and 51 students who actively participated in all activities. The results of this training showed an increase in teacher knowledge related to AR-assisted numeracy didactical design. In addition, teachers also feel the relevance and usefulness that can be applied in the classroom, so that elementary mathematics learning becomes more optimal.

Keywords: *Augmented Reality, Didactics, Numeracy*

PENDAHULUAN

Kemampuan numerasi adalah kemampuan dalam menerapkan konsep bilangan dan keterampilan operasi hitung di dalam kehidupan sehari-hari, misalnya, di rumah, pekerjaan dalam kehidupan masyarakat, dan kemampuan untuk menjelaskan suatu informasi yang terdapat di sekitar kita (Perso, 2006; Tout, 2020a, 2020b). Secara sederhana kemampuan numerasi merupakan salah satu kemampuan dalam menganalisis sesuatu dengan pemahaman melalui pemikiran matematika dalam memecahkan suatu masalah (Lusardi, 2012).

Berdasarkan hasil temuan lapangan tentang numerasi siswa SD di Indonesia ditemukan bahwa numerasi siswa pada kelas tinggi masih tergolong rendah, hal ini kemungkinan terjadi karena adanya proses pembelajaran operasi bilangan yang tidak optimal saat siswa berada di kelas rendah (I, II, dan III). Dengan demikian, penting untuk mengoptimalkan proses penanaman konsep operasi bilangan di kelas rendah agar fenomena ini tidak terjadi lagi. Selain itu, berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada guru SD ditemukan fakta bahwa guru tidak pernah menggunakan variasi model pembelajaran dan hanya mengajar dengan metode ceramah.

Pada tahun 2023, peneliti melakukan riset kolaborasi di sekolah dasar yang berlokasi di sekitar Keraton Yogyakarta. Temuan di kedua sekolah ini menunjukkan bahwa guru-guru masih mengalami kesulitan

dalam menyusun perangkat pembelajaran terutama untuk mata Pelajaran matematika. Hasil Focus Group Discussion yang dilaksanakan dengan Kepala Sekolah dan Guru menghasilkan informasi bahwa guru-guru sulit untuk mengelaborasi materi-materi matematika yang dasar seperti operasi bilangan dan geometri kedalam situasi yang kontekstual dan dekat dengan siswa. Meskipun guru sudah menggunakan alat peraga atau media yang bervariasi, tetapi lemahnya konteks yang digunakan membuat partisipasi belajar siswa menjadi tidak optimal. Hal ini berdampak pada hasil kemampuan numerasi siswa di sekolah-sekolah ini menjadi tidak optimal. Selain pembelajaran dengan konteks yang kuat, tim akan memperkuat perangkat pembelajaran dengan media Augmented Reality.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan variasi model pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika, termasuk operasi bilangan (Brumbaugh et al., 2005; Lowrie et al., 2017; Wood et al., 2001). Salah satu model yang dapat digunakan adalah model pembelajaran berbasis masalah (problem-based learning) yang mendorong siswa untuk aktif mencari solusi melalui pemecahan masalah matematika yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Bennett et al., 2010; Berry et al., 2009; de Walle et al., 2016). Selain itu, model pembelajaran kooperatif, seperti pembelajaran tim, juga dapat digunakan untuk meningkatkan kolaborasi antara siswa dan

mengembangkan pemahaman mereka secara lebih mendalam. Selain perubahan dalam metode pengajaran, penting juga untuk memperhatikan aspek psikologis siswa. Pemahaman konsep matematika tidak hanya melibatkan pemahaman kognitif tetapi juga aspek emosional. Membangun kepercayaan diri siswa terhadap kemampuan matematika mereka dan mengurangi rasa takut terhadap kesalahan adalah langkah penting dalam meningkatkan numerasi siswa (Meeks et al., 2014; Tariq, 2014).

Melengkapi kajian terkait tawaran Solusi, hasil penelitian (Elmqaddem, 2019; McKnight, 2020) menunjukkan bahwa partisipasi belajar siswa dapat meningkat karena penggunaan media Augmented Reality dalam pembelajaran di kelas. Media AR tidak hanya dapat menjadi alat bantu pemberian konten, namun juga sebagai konteks yang disukai oleh anak (Barteit, 2021; Kobayashi, 2018). Hasil penelitian (K. T. Huang, 2019; Mangina, 2018; Syawaludin, 2019) menunjukkan bahwa penetrasi teknologi dan masa pandemi Covid-19 membuat siswa lebih “ramah” dan “dekat” dengan gadget dibandingkan media-media manipulatif yang tradisional. Karena itu, pendidik juga harus merespon hal tersebut dengan menggunakan media berbasis gadget seperti Augmented Reality untuk pembelajaran di kelas (T. C. Huang, 2016).

Dalam konteks Indonesia, beberapa penelitian telah menggarisbawahi pentingnya pelatihan dan pengembangan guru dalam penggunaan variasi model pembelajaran matematika. Salah satu studi oleh (Carspecken & Walford, 2021; Prahmana et al., 2023) menunjukkan bahwa pelatihan guru dalam mengimplementasikan model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap operasi bilangan. Selain itu, penelitian oleh (Suherman et al., 2021; Umbara et al., 2021) menyoroti pentingnya peran guru dalam memotivasi siswa dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang positif. Hasil penelitian

lain di Amerika Serikat oleh (Orey & Rosa, 2021) menyatakan bahwa pendekatan berbasis konsep dalam pengajaran matematika dapat membantu siswa memahami operasi bilangan dengan lebih baik. Mereka juga menekankan perlunya guru memiliki pemahaman yang mendalam tentang konsep matematika untuk mengajar dengan efektif.

Merujuk pada temuan lapangan dan beberapa hasil penelitian yang relevan, mitra kegiatan pengabdian yang dipilih oleh tim adalah SD Muhammadiyah Kleco Yogyakarta. Masalah di sekolah ini bermuara pada kesulitan guru dalam memodifikasi desain pembelajaran agar lebih situasional dan optimal di kelas. Fokus kegiatan pengabdian adalah masalah umum yang memiliki permasalahan pada peningkatan bidang Pendidikan di sekolah dasar. Fokus kegiatan pengabdian ini sesuai dengan Indikator Kinerja Utama (IKU) Universitas Negeri Yogyakarta ketujuh yakni kelas yang kolaboratif dan partisipatif. Tujuan dari pencapaian IKU ketujuh ini adalah meningkatkan keterlibatan akademisi (dosen) dan praktisi (guru) dalam menciptakan suasana kelas yang berkualitas.

METODE PENELITIAN

Tahapan Pengabdian

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat mencakup metode dalam kegiatan pengenalan teori didaktis dan numerasi dan produk hasil penelitian, workshop penyempurnaan desain didaktis numerasi berbantuan AR, workshop simulasi desain didaktis numerasi berbantuan AR, implementasi desain didaktis berbantuan AR, penyusunan desain didaktis final dan pengajuan HKInya, monitoring dan evaluasi, pelaporan hasil pengabdian masyarakat tentang didaktis numerasi berbantuan AR. Berikut penjabaran secara rinci terkait metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, apda masing-masing tahapan kegiatan pengabdian:

1. *Pengenalan teori didaktis numerasi dan produk hasil penelitian, yaitu didaktis numerasi berbantuan AR dan perangkatnya*

Kegiatan pertama yang dilakukan adalah pengenalan teori didaktis numerasi

dan produk hasil penelitian. Adapun produk tersebut adalah didaktis numerasi berbantuan AR. Berikut penjabaran dari kegiatan workshop.

Tabel 1. Rundown Acara Kegiatan Sosialisasi Desain Didaktis Numerasi dan Perangkat Pembelajaran

No	Kegiatan Workshop	
	Tim Pengabdi	Mitra
1	<p>Kegiatan diawali dengan proses sosialisasi program pengabdian, dilanjutkan pemberian materi tentang pembelajaran numerasi, pembelajaran berbasis konteks budaya, dan media augmented reality.</p> <p>Tim Pengabdi berperan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyiapkan sarana, prasarana, susunan kegiatan sosialisasi Pemberi materi tentang pembelajaran numerasi, pembelajaran berbasis konteks budaya, dan media augmented reality 	<p>Mitra menghadiri kegiatan sosialisasi sesuai dengan kesepakatan bersama perihal waktu dan tempat. Kegiatan diawali dengan proses sosialisasi program pengabdian, dilanjutkan pemberian materi tentang pembelajaran numerasi, pembelajaran berbasis konteks budaya, dan media augmented reality.</p> <p>Mitra berperan sebagai peserta sosialisasi</p>
2	<p>Setelah kegiatan pemberian materi, kegiatan berlanjut dengan kegiatan diskusi antara tim pengabdi dengan guru untuk melakukan analisis kebutuhan terkait implementasi pembelajaran numerasi, pembelajaran berbasis konteks budaya, dan media augmented reality.</p> <p>Tim Pengabdi berperan sebagai:</p> <ol style="list-style-type: none"> Moderator dan mediator diskusi Mendokumentasikan hasil diskusi berkaitan dengan analisis kebutuhan terkait implementas desain didaktis numerasi. 	<p>Tim pengabdi dan guru melakukan tanya jawab terkait penjelasan materi yang belum dipahami. Setelah itu guru melakukan analisis kebutuhan terkait implementasi pembelajaran numerasi, pembelajaran berbasis konteks budaya, dan media augmented reality.</p> <p>Mitra berperan sebagai peserta yang aktif dalam kegiatan tanya jawab.</p>

2. *Workshop penyempurnaan desain didaktis numerasi berbantuan AR*

Setelah dilaksanakan pengenalan teori didaktis numerasi dan produknya, tahapan selanjutnya adalah workshop penyempurnaan desain didaktis numerasi

berbantuan AR. Workshop ini dilaksanakan dengan melibatkan guru SD. Metode yang digunakan diantaranya diskusi dan tanya jawab untuk mendapatkan masukan atas desain didaktis numerasi berbantuan AR.

Tabel 2. Rundown Acara Kegiatan Workshop Penyusunan Perangkat Desain Didaktis Numerasi

No	Kegiatan Workshop	
	Tim Pengabdian	Mitra
1	<p>Kegiatan diawali dengan pemaparan desain didaktis numerasi berbantuan AR dan diskusi tanya jawab setelah pemaparan materi selesai.</p> <p>Tim pengabdian berperan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyiapkan perlengkapan yang diperlukan selama dilaksanakannya workshop penyempurnaan desain numerasi berbantuan AR Menyampaikan hasil desain didaktis kepada guru Menjadi moderator dan mediator diskusi. Mendokumentasikan dan mencatat hasil diskusi dan tanya jawab. 	<p>Guru menghadiri workshop sesuai dengan jadwal yang sudah diinformasikan. Kegiatan diawali dengan pemaparan desain didaktis numerasi dimana mitra menyimak penjelasan mengenai materi tersebut.</p> <p>Mitra berperan sebagai peserta workshop dan aktif bertanya dalam diskusi.</p>
2	<p>Menyimpulkan hasil workshop tentang penyusunan perangkat desain didaktis numerasi dan memberikan tugas kepada guru untuk mempelajari LKPD dan Media AR sebelum simulasi pada pertemuan selanjutnya.</p> <p>Tim pengabdian berperan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyimpulkan hasil workshop dan mengevaluasi hasil penyusunan LKPD dan Media AR yang sudah diselesaikan Guru. Memberikan arahan untuk mempelajari perangkat sebelum pertemuan kegiatan pengabdian selanjutnya. 	<p>Menyimpulkan hasil penyempurnaan desain didaktis numerasi berkonteks budaya berbantuan media AR.</p> <p>Mitra berperan sebagai peserta workshop.</p>
3.	<p>Workshop simulasi desain didaktis numerasi berbantuan AR</p> <p>Setelah dilaksanakan workshop penyempurnaan desain didaktis numerasi berbantuan AR, kegiatan selanjutnya adalah melaksanakan workshop simulasi desain</p>	<p>numerasi berbantuan AR terhadap guru. Metoda yang digunakan pada workshop ini diantaranya ceramah, simulasi, diskusi, dan tanya jawab. Kegiatan workshop simulasi desain didaktis numerasi berbantuan AR dijabarkan pada tabel berikut.</p>

Tabel 3. Rundown Acara Kegiatan Workshop Simulasi Desain Didaktis Numerasi

No	Kegiatan Workshop	
	Tim Pengabdian	Mitra
1	Tim pengabdian memberikan kesempatan kepada guru untuk memberikan urun rembuk	Guru-guru memberikan pendapat dan pertanyaan terkait dengan LKPD

dan pendapat terkait perangkat yang sudah dipelajari.	dan Media AR kepada tim pengabdian untuk di diskusikan.
Tim pengabdian berperan: Memoderatori dan memediasi hasil urun rembung dengan guru.	Mitra berperan sebagai peserta workshop dan aktif memberikan pendapatnya dalam kegiatan diskusi.
2 Tim pengabdian menunjukkan simulasi pelaksanaan desain didaktis bersama guru sehingga diperoleh gambaran tentang pelaksanaan didaktis yang sudah disusun oleh tim.	Guru turut mempraktikkan pelaksanaan desain didaktis tersebut. Melaksanakan diskusi dan tanya jawab terhadap hal-hal yang belum dipahami.
Tim pengabdian berperan: 1. Mensimulasikan proses pembelajaran menggunakan desain didaktis numerasi berkonteks budaya berbantuan media Augmented Reality. 2. Mendokumentasikan pembelajaran dan mendampingi guru jika ingin bertanya atau berpendapat selama proses simulasi.	Mitra berperan sebagai siswa dalam simulasi, dan terlibat aktif dalam pembelajaran menggunakan desain didaktis numerasi berkonteks budaya berbantuan media AR.
3 Tim pengabdian menyempurnakan LKPD dan Media AR berdasarkan masukan yang diberikan guru setelah kegiatan simulasi pembelajaran.	Guru memastikan dan memahami simulasi desain didaktis sudah sesuai dengan prosedur yang diharapkan.
Tim pengabdian berperan: 1. Mencatat masukan dan gagasan yang diberikan oleh guru selama proses simulasi. 2. Menyempurnakan perangkat desain didaktis numerasi berkonteks budaya berbantuan media AR sesuai dengan masukan yang diberikan oleh guru.	Mitra berperan sebagai peserta workshop dan aktif memberikan pendapatnya dalam kegiatan diskusi
4. Implementasi desain didaktis Berbantuan AR Setelah dipastikan desain didaktis dapat digunakan, tahapan selanjutnya adalah	melaksanakan implementasi desain didaktis berbantuan AR di kelas oleh guru diampingi tim pengabdian. Berikut ini penjabaran kegiatan implementasi desain didaktis berbantuan AR.

Tabel 4. Detail Kegiatan Implementasi Desain Didaktis Numerasi

No	Kegiatan Workshop	
	Tim Pengabdian	Mitra
1	Tim pengabdian menyiapkan desain didaktis yang sudah disempurnakan dan segala sesuatu yang dibutuhkan dalam proses pelaksanaan pembelajaran.	Guru mendampingi siswa menyelesaikan LKPD dan Media AR yang sudah disusun. Guru juga berperan menyiapkan kondisi siswa sebelum proses implementasi berjalan.

Tim pengabdian berperan:

1. Mendistribusikan LKPD dan Media AR ke Sekolah Mitra untuk diimplementasikan oleh guru.
2. Memastikan proses implementasi pembelajaran berjalan sesuai dengan *learning trajectory* yang dirumuskan oleh tim.

Mitra berperan sebagai fasilitator implementasi LKPD dan Media AR di kelas.

2. Desain didaktis yang sudah melalui proses penyempurnaan dan sudah dilakukan simulasi diimplementasikan pada pembelajaran matematika di kelas oleh guru.

Desain didaktis yang sudah melalui proses penyempurnaan dan sudah dilakukan simulasi diimplementasikan pada pembelajaran matematika di kelas oleh guru.

Tim pengabdian berperan sebagai:

1. Observasi yang mengamati keterlaksanaan proses pembelajaran dengan desain didaktis.
2. Mendokumentasikan dengan video sebagai bahan tambahan untuk selanjutnya dilakukan evaluasi.

Mitra berperan melaksanakan pembelajaran di kelas dengan memanfaatkan desain didaktis.

5. Penyusunan Desain Didaktis Final Dan Pengajuan HKInya

Penyusunan desain didaktis final ini dilaksanakan setelah dilakukan implementasi. Berdasar implementasi tersebut diharapkan diperoleh masukan dari pelaksanaan desain didaktis di kelas. Selanjutnya desain didaktis yang sudah diperbaiki menjadi desain didaktis final yang siap untuk diajukan HKInya. Kegiatan penyusunan didaktis ini dilaksanakan kolaboratif antara guru dan sekolah mitra. Selanjutnya tim pengembang bertugas merekam hasil desain didaktis final untuk dapat didaftarkan HKI.

6. Monitoring dan Evaluasi

Kegiatan monitoring dan evaluasi pada pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat bertujuan untuk memantau pelaksanaan pengabdian. Tujuan dari kegiatan ini agar kegiatan yang sudah disusun dilaksanakan sesuai dengan rencana dan evaluasi dapat dijadikan masukan bagi tim pengabdian dan guru agar menjadi lebih baik dan dapat menghasilkan luaran sesuai dengan

yang direncanakan. Dalam hal ini tim pengabdian dan guru berperan sebagai obyek yang dimonitor dan dievaluasi berkaitan dengan pelaksanaan pengabdian sehingga selanjutnya dapat dilakukan evaluasi untuk perbaikan terhadap pengabdian yang sedang dilakukan. Adapun 3 metode yang digunakan tim untuk mengevaluasi adalah:

a. Angket Respon Guru. Untuk mengevaluasi keseluruhan kegiatan pengabdian, mulai dari sosialisasi, workshop, simulasi, hingga implementasi. Peneliti ingin melihat respon guru sebagai peserta terkait dengan kegiatan yang sudah dilaksanakan oleh tim.

b. Soal Tes (Pre-Post) Pemahaman Desain Didaktis Guru. Untuk mengevaluasi Tingkat keberhasilan penyampaian materi, workshop, dan simulasi yang dilakukan oleh tim. Peningkatan pemahaman guru akan menunjukkan bahwa kegiatan yang dilaksanakan oleh tim berjalan dengan efektif.

Hasil Implementasi Desain Didaktis

Numerasi Siswa. Untuk mengevaluasi hasil implementasi pembelajaran desain didaktis numerasi pada siswa. Tim akan melihat apakah kemampuan numerasi siswa dapat meningkat setelah desain didaktis numerasi diimplementasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Desain Didaktis berbantuan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran matematika, khususnya untuk materi operasi bilangan bulat, menunjukkan variasi hasil yang signifikan antara dua lokasi penelitian: SDN Baluwarti dan SDN Kleco, keduanya di kelas 3. Implementasi pertama di SDN Baluwarti mencatat skor yang seragam, yaitu 60 pada semua kelompok, sementara implementasi kedua di SDN Kleco menunjukkan peningkatan yang progresif, dengan skor 70, 75, 80, dan 85. Perbedaan ini mengindikasikan adanya faktor-faktor lain yang memengaruhi keberhasilan implementasi AR dalam pembelajaran matematika, seperti perbedaan konteks sekolah, keterampilan pengajar dalam memanfaatkan teknologi, atau karakteristik siswa.

Hasil implementasi pertama menunjukkan bahwa AR sebagai media pembelajaran belum berhasil secara optimal dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam operasi bilangan bulat di SDN Baluwarti. Nilai yang sama pada semua kelompok (60) mengindikasikan bahwa media ini mungkin belum berhasil menarik perhatian atau belum diterapkan secara efektif. Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya familiaritas siswa dan guru terhadap teknologi AR. Menurut teori Cognitive Load, beban kognitif yang berlebihan dapat menghambat proses pembelajaran (Gupta, 2022; Nembhard, 2000; Santos et al., 2019). Dalam hal ini, siswa yang tidak terbiasa dengan teknologi AR mungkin mengalami kesulitan tambahan dalam memproses materi pelajaran dan fitur teknologi secara bersamaan, yang berdampak

pada hasil yang tidak optimal.

Sebaliknya, implementasi di SDN Kleco menunjukkan hasil yang lebih positif. Skor meningkat pada setiap kelompok, mulai dari 70 hingga 85. Peningkatan skor ini menunjukkan bahwa Desain Didaktis berbantuan AR mungkin lebih diterima di lingkungan ini, yang mungkin memiliki dukungan teknis lebih baik atau siswa yang lebih terampil dalam menggunakan perangkat digital. Menurut teori Multimedia Learning (Herbert, 2018; Luna, 2019), penggunaan media yang mendukung visualisasi dapat meningkatkan pemahaman konsep abstrak seperti operasi bilangan bulat. Fakta bahwa siswa di SDN Kleco memperoleh nilai lebih tinggi dapat menunjukkan bahwa mereka lebih mampu memanfaatkan keunggulan AR untuk memahami materi.

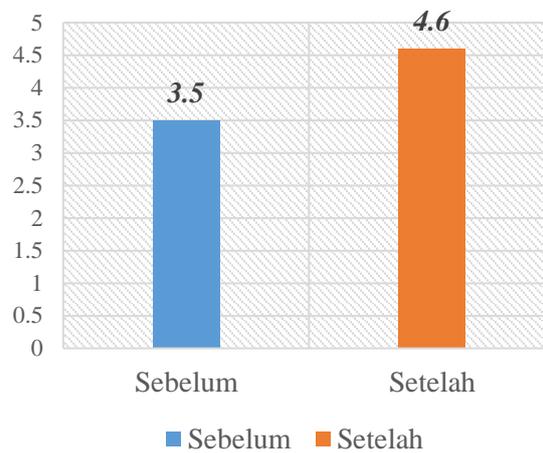
Komparasi teori dan hasil penelitian relevan juga menunjukkan beberapa temuan yang mendukung implementasi AR dalam pendidikan matematika. Misalnya, penelitian oleh Bacca (Bacca, 2019) menunjukkan bahwa AR memiliki potensi untuk meningkatkan engagement siswa melalui elemen visual dan interaktif, yang penting dalam meningkatkan pemahaman matematika. Siswa di SDN Kleco mungkin lebih berhasil karena AR memfasilitasi mereka untuk melihat konsep bilangan bulat secara visual, yang mempermudah proses pemahaman. Selain itu, hasil ini sejalan dengan penelitian (Klimova, 2018; Nechypurenko, 2018), yang menemukan bahwa AR dapat mengurangi abstraksi dan meningkatkan interaksi siswa dengan konten pembelajaran, sehingga membuat materi lebih mudah dipahami.

Namun, faktor lingkungan juga memengaruhi efektivitas AR dalam pembelajaran. Menurut teori Contextual Learning (Kaminski & Sloutsky, 2020), efektivitas pembelajaran sering kali dipengaruhi oleh konteks di mana pembelajaran terjadi, termasuk dukungan infrastruktur, kompetensi guru, dan kesiapan siswa. Misalnya, hasil di SDN Baluwarti yang

kurang optimal bisa disebabkan oleh kurangnya dukungan perangkat teknologi atau kendala teknis yang mungkin dialami selama implementasi. Sebaliknya, jika SDN Kleco memiliki fasilitas teknologi yang lebih baik, siswa mungkin mendapatkan pengalaman yang lebih lancar dan interaktif selama pembelajaran dengan AR, yang dapat berkontribusi pada peningkatan skor yang signifikan. Implikasi dari hasil ini adalah pentingnya mempertimbangkan kesiapan teknologi dan faktor pendukung lain saat mengimplementasikan AR dalam pembelajaran. Meskipun AR memiliki potensi untuk meningkatkan pemahaman matematika, implementasi yang tidak optimal bisa berujung pada hasil yang kurang memuaskan, seperti yang terlihat di SDN Baluwarti. Untuk implementasi ke depan, pelatihan khusus untuk guru dan penyesuaian terhadap kebutuhan siswa di setiap konteks sekolah bisa dilakukan untuk memaksimalkan potensi AR dalam meningkatkan kemampuan matematika.

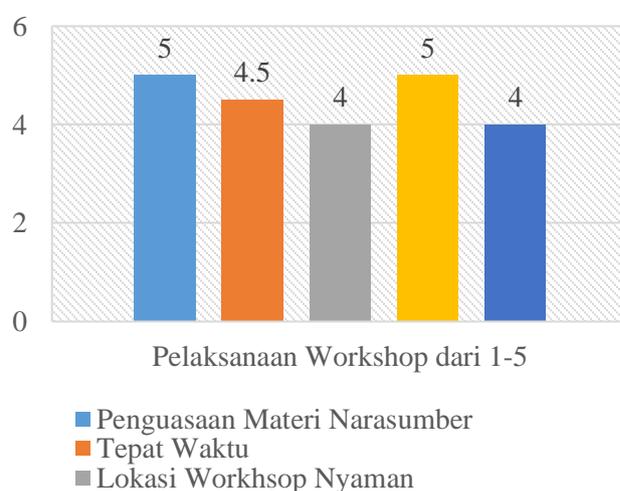
Dengan demikian, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa AR dapat memberikan dampak positif pada pembelajaran matematika, namun efektivitasnya sangat bergantung pada konteks penerapannya. Upaya untuk meningkatkan literasi digital guru dan kesiapan teknis siswa dapat memainkan peran penting dalam memastikan keberhasilan Desain Didaktis berbantuan AR di berbagai sekolah. Dengan pendekatan yang lebih menyeluruh dan kontekstual, potensi AR dalam mendukung pembelajaran matematika diharapkan dapat lebih dioptimalkan di masa depan.

Untuk mengevaluasi keberhasilan kegiatan workshop yang sudah dilaksanakan. Tim PKM menggunakan dua indikator capaian yakni (1) Hasil angket evaluasi; dan (2) Produk yang dihasilkan oleh guru setelah kegiatan workshop. Hasil angket evaluasi dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 berikut:



Gambar 1. Peningkatan Pemahaman Guru Sebelum dan Setelah Workshp

Dari hasil evaluasi pemahaman guru terhadap desain didaktis pasca workshop mengalami peningkatan. Awalnya rata-rata pemahaman guru dari skala 1-5 adalah 3.5. Setelah pemberian materi dan workshp penyusunan langsung dengan pendampingan, rata-rata pemahaman guru meningkat menjadi 4.6. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan workshp sudah berhasil meningkatkan pemahaman guru. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh (McNeill & Knight, 2013), yang menyatakan bahwa profesional development yang terstruktur dan mendalam dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru secara signifikan. Selain itu, dari sisi pelaksanaan workshop, hasil angket respon dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Respon Guru terhadap

Pelaksanaan Workshop

Dari hasil angket, penguasaan materi oleh narasumber dan kebermanfaatan kegiatan masing-masing mendapatkan skor sempurna 5 dari 5, yang menunjukkan bahwa materi yang disampaikan sangat relevan dan bermanfaat bagi para peserta. Meskipun terdapat sedikit keterlambatan di awal kegiatan yang menyebabkan nilai ketepatan waktu pelaksanaan workshop mendapat skor 4.5, keseluruhan kegiatan tetap dinilai baik. Peserta juga memberikan penilaian yang cukup tinggi untuk aspek kemungkinan implementasi dan lokasi workshop dengan skor 4 dari 5. Hal ini menandakan bahwa peserta merasa tempat pelaksanaan sudah cukup memadai dan materi yang diberikan dapat diterapkan dalam konteks pembelajaran di sekolah mereka.

Komparasi hasil ini didukung oleh teori dari (Golovanova & Asafova, 2017; Uysal, 2012), yang menekankan pentingnya komponen pembinaan dan dukungan berkelanjutan dalam pelatihan guru agar terjadi peningkatan keterampilan dan penerapan di kelas. Selain evaluasi melalui angket, keberhasilan workshop juga diukur dari jumlah produk yang dihasilkan oleh para guru setelah kegiatan. Menurut penelitian oleh (Akçadağ, 2010), pelatihan yang mendorong guru untuk menghasilkan dan berbagi hasil karya mereka dapat memperkuat pemahaman dan penerapan materi yang dipelajari. Lebih lanjut, teori pembelajaran konstruktivis dari (Eggen & Kauchak, 2016; Santrock, 2016) juga mendukung hasil ini, karena workshop yang melibatkan partisipasi aktif dan kolaborasi dalam penyusunan desain didaktis memungkinkan guru untuk membangun pengetahuan mereka sendiri melalui pengalaman langsung. Pendekatan ini menciptakan lingkungan belajar yang mendukung pemahaman yang lebih dalam dan keterampilan praktis. Selain itu, teori andragogi oleh (Amiruddin et al., 2023) menyatakan bahwa orang dewasa belajar

lebih efektif ketika mereka terlibat secara langsung dalam proses belajar dan materi yang dipelajari relevan dengan pekerjaan mereka. Dalam konteks workshop ini, relevansi materi dengan praktik pengajaran sehari-hari guru membantu meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka, sehingga hasil pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berdampak.

PENUTUP

Dari hasil evaluasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kegiatan workshop yang dilaksanakan oleh tim PKM tidak hanya meningkatkan pemahaman guru terhadap desain didaktis, tetapi juga berhasil memotivasi mereka untuk menghasilkan produk yang dapat diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran. Peningkatan signifikan dalam pemahaman guru, dari rata-rata 3.5 menjadi 4.6, mencerminkan keberhasilan materi yang disampaikan dan metode pendampingan yang diterapkan selama workshop. Selain itu, tanggapan positif dari peserta mengenai penguasaan materi, kebermanfaatan kegiatan, ketepatan waktu, dan lokasi pelaksanaan workshop menunjukkan bahwa aspek-aspek penting dalam pelaksanaan kegiatan telah dikelola dengan baik.

Secara umum, kegiatan ini dapat dianggap sukses dan memberikan dampak positif bagi peningkatan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran yang efektif. Keberhasilan ini mengindikasikan bahwa program pelatihan berkelanjutan sangat penting untuk memastikan bahwa peningkatan pemahaman dan keterampilan yang dicapai selama workshop dapat terus berkembang dan diaplikasikan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, tim PKM disarankan untuk mengembangkan program pendampingan jangka panjang yang dapat mendukung guru dalam mengimplementasikan desain didaktis mereka di kelas. Ini bisa berupa sesi pelatihan tambahan, bimbingan online, atau pertemuan

berkala untuk membahas tantangan dan kemajuan yang telah dicapai. Selain itu, materi pelatihan perlu terus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik guru dan kondisi di lapangan. Pendekatan yang kontekstual ini akan membantu memastikan bahwa pelatihan yang diberikan relevan dan dapat langsung diterapkan dalam lingkungan pengajaran sehari-hari. Di samping itu, mendorong kolaborasi antar guru sangat penting untuk membangun komunitas pembelajaran profesional. Guru dapat berbagi praktik terbaik, ide, dan solusi untuk tantangan yang mereka hadapi, baik melalui forum diskusi, kelompok kerja, atau platform online.

Implikasi dari kegiatan ini sangat luas. Peningkatan pemahaman dan keterampilan guru dalam merancang pembelajaran yang didaktis diharapkan akan berdampak langsung pada peningkatan kualitas pengajaran di sekolah-sekolah, yang pada akhirnya akan meningkatkan hasil belajar siswa. Selain itu, keberhasilan program ini dapat berkontribusi pada pembentukan budaya pembelajaran profesional di kalangan guru, di mana mereka terus berupaya untuk meningkatkan kompetensinya melalui pelatihan dan kolaborasi berkelanjutan. Program PKM yang sukses juga dapat menjadi model bagi implementasi kebijakan pendidikan yang lebih luas, yang menekankan pentingnya pelatihan dan pengembangan profesional guru sebagai faktor kunci dalam peningkatan kualitas pendidikan. Produk yang dihasilkan dari workshop ini, seperti analisis learning obstacle dan rancangan desain didaktis, juga dapat menjadi sumber daya pendidikan yang berharga dan dapat disebarluaskan ke sekolah-sekolah lain untuk digunakan dan diadaptasi sesuai kebutuhan mereka. Dengan mempertimbangkan rekomendasi dan implikasi ini, diharapkan program PKM ke depan dapat semakin meningkatkan kompetensi guru dan memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçadağ, T. (2010). The training needs of teachers concerning methods & techniques and assessment & evaluation in the primary school curriculum. *Bilig*, 53, 29–50.
- Amiruddin, A., Baharuddin, F. R., Takbir, T., Setialaksana, W., & Nurlaela, N. (2023). Andragogy, Peeragogy, Heutagogy and Cybergogy Contribution on Self-Regulated Learning: A Structural Equation Model Approach. *International Journal of Instruction*, 16(3), 551–572. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16330a>
- Bacca, J. (2019). Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3), 102–117. <https://doi.org/10.14742/ajet.4182>
- Barteit, S. (2021). Augmented, mixed, and virtual reality-based head-mounted devices for medical education: Systematic review. *JMIR Serious Games*, 9(3). <https://doi.org/10.2196/29080>
- Bennett, A., Burton, L., & Nelson, T. (2010). *Mathematics for Elementary Teachers: A Conceptual Approach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Berry, R. Q., Bol, L., & McKinney, S. E. (2009). Addressing the principles for school mathematics: A case study of elementary teachers' pedagogy and practices in an urban high-poverty school. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(1), 1–22.
- Brumbaugh, D. K., Moch, P. L., & Wilkinson, M. (2005). *Mathematics Content for Elementary Teachers* (1st ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Carspecken, P. F., & Walford, G. (2021). *Studies in Educational Ethnography: Critical Ethnography and Education* (5th ed., Vol. 5). Elsevier Science.
- de Walle, J. A. Van, Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally* (9th ed.). Pearson Education Limited.
- Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2016). Educational psychology: Windows on Classrooms. In *Annual review of psychology* (10th ed., Vol. 4). Pearson

- Education Limited.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ps.04.020153.002131>
- Elmqaddem, N. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3), 234–242.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
- Golovanova, I., & Asafova, E. (2017). Training of a Modern Teacher in the Settings of Interactive Technologies Implementation. *Modern Journal of Language Teaching Methods*, 11(4), 131–142.
- Gupta, P. (2022). Cognitive profiles of students with hearing loss as a pathway for differentiated instruction. *International Journal of Special Education (IJSE)*, 37(2), 55–66.
<https://doi.org/10.52291/ijse.2022.37.40>
- Herbert, B. (2018). Design considerations for combining augmented reality with intelligent tutors. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 77, 166–182.
<https://doi.org/10.1016/j.cag.2018.09.017>
- Huang, K. T. (2019). Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105–110.
<https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>
- Huang, T. C. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers and Education*, 96, 72–82.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Kaminski, J. A., & Sloutsky, V. M. (2020). The use and effectiveness of colorful, contextualized, student-made material for elementary mathematics instruction. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 6.
<https://doi.org/10.1186/s40594-019-0199-7>
- Klimova, A. (2018). Existing Teaching Practices in Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 136, 5–15.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.232>
- Kobayashi, L. (2018). Exploratory application of augmented reality/mixed reality devices for acute care procedure training. *Western Journal of Emergency Medicine*, 19(1), 158–164.
<https://doi.org/10.5811/westjem.2017.10.35026>
- Lowrie, T., Logan, T., & Ramful, A. (2017). Visuospatial training improves elementary students' mathematics performance. *British Journal of Educational Psychology*, 87(2), 170–186.
<https://doi.org/10.1111/bjep.12142>
- Luna, U. (2019). Augmented reality in heritage apps: Current trends in Europe. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(13).
- Lusardi, A. (2012). Numeracy, Financial Literacy, and Financial Decision-Making. *Numeracy*, 2(1), 34–67.
<https://doi.org/10.5038/1936-4660.5.1.2>
- Mangina, E. (2018). 3D learning objects for augmented/virtual reality educational ecosystems. *Proceedings of the 2017 23rd International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2017, 2018*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/VSMM.2017.8346266>
- McKnight, R. R. (2020). Virtual Reality and Augmented Reality – Translating Surgical Training into Surgical Technique. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(6), 663–674.
<https://doi.org/10.1007/s12178-020-09667-3>
- McNeill, K. L., & Knight, A. M. (2013). Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on K-12 teachers. *Science Education*, 12(3), 45–57.
<https://doi.org/10.1002/sce.21081>
- Meeks, L., Kemp, C., & Stephenson, J. (2014). Standards in literacy and numeracy: Contributing factors. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(7), 106–139.
<https://doi.org/10.14221/ajte.2014v39n7.3>

- Nechypurenko, P. P. (2018). Use of augmented reality in chemistry education. *CEUR Workshop Proceedings*, 2257, 15–23.
- Nembhard, D. (2000). Experiential learning and forgetting for manual and cognitive tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(4), 315–326. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00021-9)
- Orey, D. C., & Rosa, M. (2021). Ethnomodelling as a glocalization process of mathematical practices through cultural dynamism. *Mathematics Enthusiast*, 18(3), 439–468. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1533>
- Perso, T. (2006). Teachers of Mathematics or Numeracy? *Australian Mathematics Teacher*, 62(2).
- Prahmana, R. C. I., Arnal-Palacián, M., Risdiyanti, I., & Ramadhani, R. (2023). Trivium curriculum in Ethno-RME approach: An impactful insight from ethnomathematics and realistic mathematics education. *Jurnal Elemen*, 9(1), 298–316. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.7262>
- Santos, S. C., Morris, M. H., Caetano, A., Costa, S. F., & Neumeyer, X. (2019). Team entrepreneurial competence: multilevel effects on individual cognitive strategies. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 25(6), 1259–1282. <https://doi.org/10.1108/IJEER-03-2018-0126>
- Santrock, J. W. (2016). *Educational Psychology* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Suherman, Rahmadani, N. A., Vidákovich, T., Mujib, Fitria, N., Sari Putri, N. I., Addarajat, M. R., & Priadi, M. (2021). SQ3R method assisted by ethnomathematics-oriented student worksheet: The impact of mathematical concepts understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012059. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012059>
- Syawaludin, A. (2019). Development of augmented reality-based interactive multimedia to improve critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331–344. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12421a>
- Tariq, V. (2014). Numeracy, Mathematical Literacy and the Life Sciences. *MSOR Connections*, 4(2), 25–29. <https://doi.org/10.11120/msor.2004.04020025>
- Tout, D. (2020a). Evolution of adult numeracy from quantitative literacy to numeracy: Lessons learned from international assessments. *International Review of Education*, 23(3), 456–478. <https://doi.org/10.1007/s11159-020-09831-4>
- Tout, D. (2020b). Evolution of adult numeracy from quantitative literacy to numeracy: Lessons learned from international assessments. *International Review of Education*, 23(3), 456–478. <https://doi.org/10.1007/s11159-020-09831-4>
- Umbara, U., Wahyudin, W., & Prabawanto, S. (2021). Exploring Ethnomathematics with Ethnomodeling Methodological Approach: How Does Cigugur Indigenous People Using Calculations to Determine Good Day to Build Houses. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(2), 1–19. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/9673>
- Uysal, H. (2012). Evaluation of an in-service training program for primary-school language teachers in Turkey. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(7), 14–29. <https://doi.org/10.14221/ajte.2012v37n7.4>
- Wood, T., Nelson, B. S., & Warfield, J. (2001). *BEYOND CLASSICAL PEDAGOGY: Teaching Elementary School Mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates.