

SOSIALISASI PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) BAGI GURU ILMU PENGETAHUAN ALAM

Bening Anggraeni¹, Shelly Efwinda², Zeni Haryanto³, Muhammad Sholeh⁴,
Andina Armelia⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Mulawarman, Jalan Kuaro, Gn. Kelua, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

²e-mail: shelly.efwinda@fkip.unmul.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) berupa sosialisasi pembelajaran IPA berbasis *Augmented Reality* (AR) bagi guru bertujuan untuk menambah pengetahuan guru terkait pembelajaran berbasis AR. Target kegiatan PkM ini antara lain: (1) diikuti oleh minimal 30 guru bidang IPA dan (2) memperoleh respon sangat baik dari peserta atas kegiatan yang telah dilakukan. Kegiatan PkM dilakukan selama 8 JP pada 11 Maret 2023 melalui *Zoom meeting* dengan jumlah peserta sebanyak 73 guru IPA. Metode PkM yaitu metode ceramah, diskusi dan tanya jawab. Materi-materi yang disajikan pada PkM tentang profesi guru, *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dan *Technological Pedagogical Content and Knowledge* (TPACK), serta materi dan tutorial pembuatan media AR. Setelah kegiatan, peserta diminta kesediaannya untuk mengisi angket respon. Hasil analisis angket respon menunjukkan sebagian besar guru setuju bahwa kegiatan ini membuat guru dapat lebih memahami materi tentang PCK, TPACK, dan pembelajaran berbasis AR. Respon guru berada pada kategori sangat baik dengan persentase sebesar 85%. Guru sangat tertarik mengikuti PkM dan berharap akan ada kegiatan pelatihan lanjutan. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kegiatan PkM dapat memenuhi target dalam hal penambahan pengetahuan guru terkait pembelajaran berbasis AR.

Kata Kunci: *Augmented Reality* (AR), guru IPA, PCK, TPACK

Abstract

Community service activities (PkM) in the form of Socialization of Augmented Reality (AR) Based Science Learning for teachers aims to increase teachers' knowledge regarding AR-based learning. The targets for this socialization activity include: (1) being attended by a minimum of 30 science teachers and (2) getting a very good response from the participants for the activities that have been carried out. The socialization activity was carried out for 8 JP on March 11 2023 via Zoom meeting with a total of 73 participants. The method used in the socialization activity was the lecture method, followed by discussion and question and answer. The materials presented in the socialization about the teaching profession, Pedagogical Content Knowledge (PCK) and Technological Pedagogical Content and Knowledge (TPACK), as well as materials and tutorials for creating AR media. After the activity, participants were asked to complete a response questionnaire. The results of the response questionnaire analysis show that the majority of teachers agree that this activity allows teachers to better understand the material about PCK, TPACK, and AR-based learning. The teacher's response was in the very good category with a percentage of 85%. Teachers are very interested in participating in the socialization and hope that there will be further training activities. Based on these results, it can be concluded that socialization activities can meet targets in terms of increasing teacher knowledge regarding AR-based learning.

Keywords: *Augmented Reality (AR), Science Teacher, PCK, TPACK.*

PENDAHULUAN

Pendidikan di seluruh dunia, terutama di sekolah, sebaiknya memanfaatkan teknologi yang ada untuk mendukung proses pembelajaran (Ahmed et al., 2020). Hal ini mendorong para guru khususnya guru bidang sains untuk terus berinovasi dan berupaya memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran (Efwindi et al., 2021; Maulana et al., 2019). Guru memiliki peran sentral dalam proses pembelajaran, dan untuk memastikan kualitas dari metode pembelajaran yang dijalankan, guru modern harus memiliki kemampuan literasi digital yang handal (Rahmawati et al., 2021) dan kemampuan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) atau kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran (Efwindi & Mannan, 2021; Sarwa et al., 2020).

Keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk pentingnya memilih lingkungan belajar yang menarik dan interaktif bagi siswa, tanpa mengurangi substansi dari materi yang diajarkan (Mustaqim & Kurniawan, 2017). Guru bidang IPA khususnya di wilayah Samarinda, Kalimantan Timur sebagai Mitra utama kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini mengalami beberapa masalah antara lain: (1) guru masih kesulitan dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang ada pada mata pelajaran IPA, dan (2) guru masih kesulitan dalam menciptakan lingkungan belajar interaktif pada proses pembelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu kegiatan yang dapat menambah pengetahuan guru terkait pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru untuk visualisasi konsep-konsep abstrak dan menyediakan lingkungan belajar interaktif.

Dalam konteks pendidikan, salah satu bentuk teknologi yang dapat berfungsi sebagai alat pembelajaran interaktif adalah teknologi realitas tertambah (*Augmented Reality* atau AR) (Rejekiningsih et al., 2023). AR dapat digunakan untuk memaksimalkan materi yang diajarkan kepada siswa dengan menggabungkan secara interaktif komponen-komponen multimedia yang disajikan dalam suatu media untuk meningkatkan efisiensi pembelajaran (Saputra, 2020). Teknologi AR adalah aplikasi yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia

maya dalam bentuk dua dan tiga dimensi yang secara bersamaan diproyeksikan ke lingkungan nyata (Mustaqim & Kurniawan, 2017).

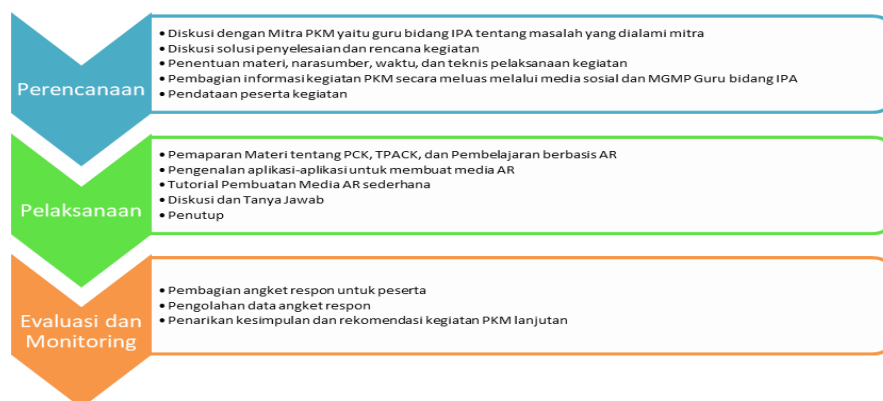
Penerapan AR dalam pembelajaran IPA telah diterapkan pada beberapa jenjang sekolah termasuk SMP dan SMA. Seperti yang dilakukan oleh Haryanto dan kawan kawan (Haryanto et al., 2019), dalam mata pelajaran biologi, terutama saat membahas pembelahan sel, menggunakan Media AR. Bakri dan rekan-rekannya juga melakukan penggunaan teknologi AR untuk mengembangkan materi pengajaran (Bakri et al., 2018) untuk mendukung pelajaran Fisika Materi Gelombang Bunyi dan Optik. Penggunaan teknologi AR untuk menyajikan materi kepada siswa merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam inovasi bahan ajar (Ariyana et al., 2022). Namun, dilansir dari republika.co.id (2015) menyatakan bahwa penggunaan AR di Indonesia belum terlalu meluas, sehingga perlu dilakukan pengenalan dan pemberian pemahaman lebih lanjut agar masyarakat terutama guru dapat turut serta dalam penggunaan AR sebagai media pembelajaran.

Kegiatan pendampingan berupa webinar, pelatihan, dan/atau sosialisasi bagi guru telah terbukti memberikan banyak manfaat, misalnya pelatihan yang dilakukan oleh Mulbar et al. (2019) menunjukkan adanya peningkatan motivasi oleh kepala sekolah dan guru-guru untuk mengetahui terkait *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dan mendesiminasikan di sekolah. Selain itu pelatihan oleh Pahlevi et al. (2021) yang menambah keterampilan guru dalam membuat rencana pelaksanaan pembelajaran dalam kerangka *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* serta *webinar* oleh Widiyatmoko et al. (2021) menunjukkan bahwa pelatihan *Science Augmented Reality* yang mendapat respon baik dari peserta kegiatan pelatihan. Sugiarni et al., (2022) melakukan sosialisasi dan memperoleh hasil meningkatkan motivasi peserta dalam membuat bahan ajar berbasis *Virtual* dan *Augmented Reality*. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan PkM terkait pembelajaran berbasis AR bagi guru bidang IPA pada jenjang SMP dan SMA. Dengan menggabungkan potensi AR dengan keahlian para guru, pembelajaran IPA akan menjadi lebih menarik, relevan, dan memberikan dampak yang lebih positif bagi perkembangan siswa dalam memahami dan

mengaplikasikan ilmu pengetahuan alam dalam kehidupan sehari-hari. PkM ini diharapkan bertujuan untuk menambah pengetahuan guru bidang IPA terkait pembelajaran berbasis AR.

METODE

Sosialisasi pembelajaran IPA Berbasis *Augmented Reality* (AR) bertujuan untuk menambah pengetahuan guru terkait pembelajaran berbasis AR, manfaat, dan cara membuatnya. Mitra kegiatan PKM ini antara lain guru bidang IPA khususnya guru di wilayah Samarinda, Kalimantan Timur. Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini (PkM) diadakan secara *online* dengan metode *webinar*. Kegiatan diikuti oleh peserta sebanyak 73 guru bidang IPA, yang berasal dari Samarinda, Kalimantan Timur, dan dari wilayah lain. Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan, monitoring, dan evaluasi, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan

Kegiatan PkM dilakukan selama 8 JP pada tanggal 11 Maret 2023 melalui media *Zoom Meeting*. Kegiatan ini berlangsung dengan beberapa sesi, meliputi: (1) pemaparan materi, (2) tutorial pembuatan media pembelajaran berbasis AR, (3) penugasan dan praktik oleh peserta, dan (4) diskusi dan tanya jawab. Adapun materi-materi yang diberikan pada kegiatan PkM ini antara lain: pengertian profesi guru dan kompetensi yang harus dimiliki guru, pengenalan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dan *Technological Pedagogical Content and Knowledge* (TPACK), pembelajaran berbasis AR, dan tutorial pembuatan AR. Setiap

pemaparan materi, peserta akan diberi kesempatan untuk berdiskusi dan melakukan tanya jawab dengan pemateri. Indikator keberhasilan kegiatan adalah terlaksananya seluruh kegiatan PkM dan adanya peningkatan pengetahuan dan ketertarikan pada peserta terhadap pembelajaran IPA berbasis *Augmented Reality* (AR).

Data respon peserta dikumpulkan melalui penggunaan instrumen kuesioner yang berisi 10 pernyataan, terdiri dari 8 pernyataan positif dan 2 pernyataan negatif, serta terdapat 1 pertanyaan mengenai saran peserta terhadap dilaksanakannya kegiatan PKM ini. Pernyataan-pernyataan angket respon yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar Pernyataan Angket Respon Peserta

No	Pernyataan	Jenis Pernyataan
1	Saya merasa tertarik dan semangat dalam mengikuti sosialisasi ini.	Pernyataan positif
2	Saya mengerti dan memahami penjelasan pada sosialisasi ini karena menggunakan bahasa yang mudah untuk dipahami.	Pernyataan positif
3	Aplikasi yang digunakan pada sosialisasi ini mudah diakses dan diaplikasikan bagi pemula.	Pernyataan positif
4	Setelah mengikuti Sosialisasi, saya menyadari bahwa Pembelajaran berbasis AR sangat menarik untuk diterapkan.	Pernyataan positif
5	Setelah mengikuti Sosialisasi, saya akan terus berlatih untuk membuat Media AR sebagai bentuk pengaplikasian ilmu yang didapatkan dari pelatihan ini.	Pernyataan positif
6	Penjelasan yang diberikan oleh narasumber sosialisasi membuat saya sulit memahami kompetensi yang perlu dimiliki guru, PCK, TPACK, dan Pembelajaran berbasis AR.	Pernyataan negatif
7	Penjelasan yang diberikan oleh narasumber Sosialisasi membuat saya sulit memahami materi tentang pembuatan Media AR.	Pernyataan negatif
8	Saya lebih mudah memahami tentang Pembelajaran AR dan cara membuat media AR setelah menerima materi dari narasumber.	Pernyataan positif
9	Saya lebih mudah memahami tentang pembuatan materi AR setelah melakukan kegiatan praktik dalam sosialisasi.	Pernyataan positif
10	Bahan sosialisasi dapat membantu saya dalam meningkatkan wawasan tentang pembelajaran berbasis AR yang menarik.	Pernyataan positif

Setiap pernyataan disediakan empat pilihan jawaban yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Pada setiap pilihan jawaban pada pernyataan yang diberikan akan diberi skor. Untuk pernyataan positif, Pilihan jawaban yang menunjukkan tingkat persetujuan tinggi akan mendapatkan skor 4, persetujuan sedang mendapat skor 3, ketidaksetujuan mendapat skor 2, dan ketidaksetujuan kuat mendapat skor 1. Pada pernyataan yang bersifat negatif, skor 4 diberikan untuk tingkat ketidaksetujuan kuat, skor 3 untuk tingkat ketidaksetujuan, skor 2 untuk tingkat persetujuan, dan skor 1 untuk tingkat persetujuan kuat. Kemudian, jawaban dari setiap peserta akan diberi skor pada setiap pernyataan, diikuti dengan perhitungan persentasenya. Setelah mendapatkan nilai rata-rata dari respon peserta, kategori nilai akan ditentukan dengan mengacu pada Tabel 2.

Tabel 2 Kategori Respon Peserta

Nilai Rata-Rata	Kategori
$\leq 20\%$	Sangat Tidak Baik
$20\% < x \leq 40\%$	Tidak Baik
$40\% < x \leq 60\%$	Cukup
$60\% < x \leq 80\%$	Baik
$80\% < x \leq 100\%$	Sangat Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

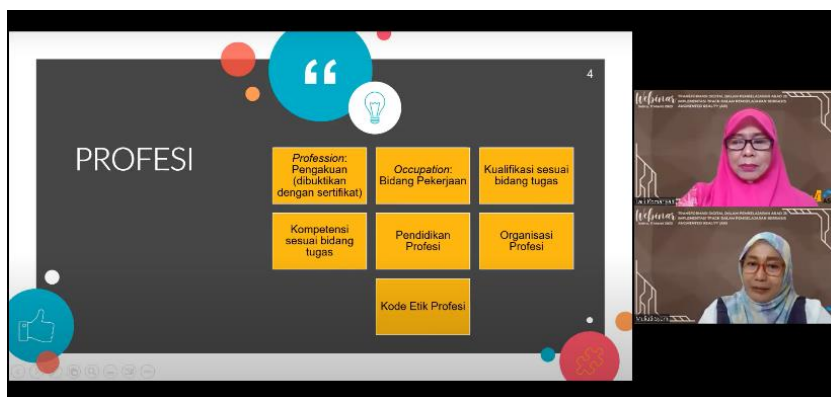
Tahap Persiapan

Kegiatan PkM bertema “Transformasi Digital dalam Pembelajaran Abad 21: Implementasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) dalam Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* (AR)” bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada para guru dalam mengimplementasikan teknologi AR dalam pembelajaran IPA serta sebagai upaya dalam pengimplementasian pembelajaran abad 21. Persiapan yang dilakukan antara lain menentukan waktu, materi-materi esensial yang perlu diberikan, menyiapkan contoh media AR pada salah satu materi bidang IPA, menentukan narasumber dengan bidang keahlian sesuai dengan materi yang telah ditetapkan, membuat *flyer* kegiatan dan membagikannya melalui media sosial dan forum MGMP bidang IPA.

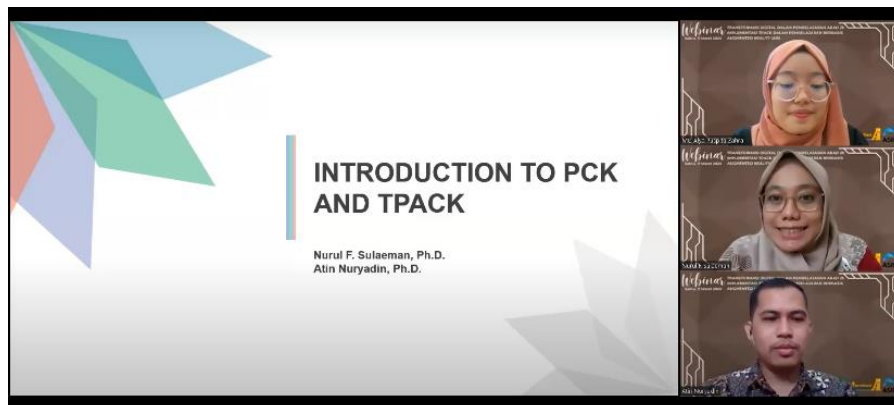
Tahap Pelaksanaan

Semua peserta yang mendaftar untuk kegiatan PkM ini memiliki kesempatan untuk mengikuti dan menghadiri acara PkM hingga selesai melalui *platform Zoom*. Kegiatan ini diikuti oleh 73 guru bidang IPA SMP maupun SMA dari beberapa provinsi di Indonesia. Adapun dokumentasi kegiatan dapat dilihat pada Gambar 2.

Peserta (guru) diberikan materi pengantar TPK, TPACK dan media AR oleh narasumber. Materi pengantar yaitu menekankan kembali terkait profesi guru, tugas, kewajiban, dan keterampilan yang dimiliki guru (Gambar 1). Guru antara lain berperan sebagai pengajar, pendidik, pengelola kelas, fasilitator, dan evaluator (Putri et al., 2019) serta berperan dalam memotivasi siswa untuk belajar (Johnson, 2017), terlibat dalam pengembangan kurikulum (Alsubaie, 2016). Pada materi kedua disajikan penyampaian terkait bagaimana perkembangan teknologi yang begitu cepat dan pesat saat ini turut berpengaruh dalam dunia pendidikan (Gambar 2). Guru perlu menyesuaikan kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik abad 21 saat ini (Jan, 2017) perlu menguasai TPACK dengan baik sebagai salah satu kompetensi guru Abad 21 (Sarwa et al., 2020).

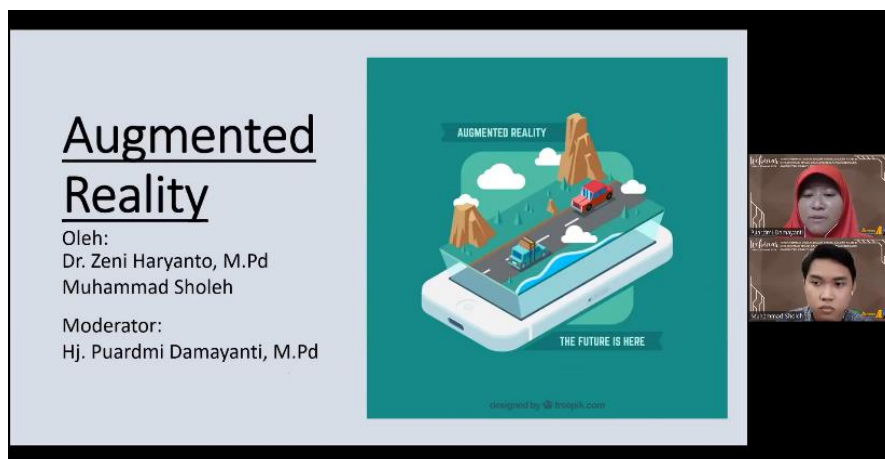


Gambar 1 Pemateri Menyampaikan Materi 1 tentang Profesi Guru



Gambar 2 Pemateri Menyampaikan Materi 2 tentang PCK dan TPACK

Materi ketiga merupakan materi inti yaitu tentang media AR dan bagaimana penerapannya dalam konteks pembelajaran IPA (Gambar 3). Guru-guru bidang IPA dikenalkan dengan contoh-contoh perangkat lunak dan aplikasi yang cocok bagi pemula dan dapat digunakan untuk menciptakan pengalaman AR yang interaktif. Selain itu, para guru juga disajikan contoh penggunaan AR dalam pembelajaran IPA, mulai dari eksperimen virtual hingga simulasi interaktif. Guru juga diberikan tutorial dan panduan praktis tentang cara mengintegrasikan AR ke dalam rencana pelajaran mereka dan bagaimana memanfaatkan teknologi ini secara efektif.



Gambar 3 Pemateri Menyampaikan Materi 3 tentang Media AR

Saat ini, pembelajaran berbasis AR menjadi topik populer di bidang Pendidikan (Alizkan et al., 2021). Pembelajaran yang efektif harus melibatkan interaksi, memberikan pengalaman menyenangkan, menantang, dan memotivasi siswa. Selain itu, harus memberikan ruang yang luas bagi siswa untuk

mengembangkan kreativitas dan kemampuan mandiri mereka sesuai dengan bakat dan minat individu mereka (Mustaqim & Kurniawan, 2017). AR dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang interaktif (Mustaqim & Kurniawan, 2017) menyenangkan (Marini et al., 2022) dan dapat mendukung bahkan meningkatkan keberhasilan pembelajaran IPA (Jiang et al., 2022). Penggunaan AR berpotensi mampu menghadirkan pengalaman belajar yang inovatif dan memberikan kesempatan bagi siswa untuk eksplorasi dan pemahaman yang lebih mendalam tentang ilmu pengetahuan alam.

Tahap Evaluasi

Data yang dihasilkan pada kegiatan PkM ini adalah berupa data angket respon peserta terhadap dilaksanakannya kegiatan ini. Berdasarkan hasil data angket respon, peserta memberikan respon yang tergolong sangat positif terhadap kegiatan ini, dengan tingkat persetujuan mencapai 85% (Tabel 3).

Tabel 3 Respon Guru pada Setiap Item Pernyataan

No	Pernyataan	Persentase	Kategori
1	Saya merasa tertarik dan semangat dalam mengikuti sosialisasi ini.	91	Sangat Baik
2	Saya mengerti dan memahami penjelasan pada sosialisasi ini karena menggunakan bahasa yang mudah untuk dipahami.	86	Sangat Baik
3	Aplikasi yang digunakan pada Sosialisasi ini mudah diakses dan diaplikasikan bagi pemula.	84	Sangat Baik
4	Setelah mengikuti sosialisasi, saya menyadari bahwa pembelajaran berbasis AR sangat menarik untuk diterapkan.	93	Sangat Baik
5	Setelah mengikuti sosialisasi, saya akan terus berlatih untuk membuat media AR sebagai bentuk pengaplikasian ilmu yang didapatkan dari pelatihan ini.	84	Sangat Baik
6	Penjelasan yang diberikan oleh narasumber sosialisasi membuat saya sulit memahami kompetensi yang perlu dimiliki guru, PCK, TPACK, dan pembelajaran berbasis AR.	80	Baik
7	Penjelasan yang diberikan oleh narasumber sosialisasi membuat saya sulit memahami materi tentang pembuatan media AR.	81	Sangat Baik
8	Saya lebih mudah memahami tentang pembelajaran AR dan cara membuat media AR setelah menerima materi dari narasumber.	83	Sangat Baik

No	Pernyataan	Persentase	Kategori
9	Saya lebih mudah memahami tentang pembuatan materi AR setelah melakukan kegiatan praktik dalam sosialisasi.	83	Sangat Baik
10	Bahan sosialisasi dapat membantu saya dalam meningkatkan wawasan tentang pembelajaran berbasis AR yang menarik.	88	Sangat Baik
	Secara keseluruhan	85	Sangat Baik

Tabel 4 Pesan dan Kesan Peserta Sosialisasi

Kode Peserta	Pesan dan Kesan
P1	Sudah baik, semoga ke depannya sering diadakan PKM seperti ini agar menambah wawasan bagi para calon guru sebelum memasuki dunia kerja.
P2	Sangat baik, mungkin bisa dilanjutkan dengan <i>workshop</i> supaya lebih memahami pembuatan media AR-nya.
P3	Sudah baik, mungkin ke depannya bisa diadakan PKM khusus pembuatan media pembelajaran berbasis AR pada materi tertentu dan bagaimana cara mengajar yang tepat dari media yang sudah dibuat tersebut.

Berdasarkan persentase respon peserta yang masuk dalam kategori sangat positif, serta pesan dan kesan yang tertera pada Tabel 4, dapat diambil kesimpulan bahwa mayoritas guru menunjukkan minat besar untuk mengikuti kegiatan PKM ini. Selain itu, mereka juga menilai materi yang disampaikan oleh narasumber mudah dipahami, dan merasa termotivasi untuk memperdalam pengetahuan serta menerapkan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran IPA di sekolah. Hal ini merupakan wujud dari penerapan TPACK dalam proses belajar-mengajar, yang berpotensi membuat pembelajaran lebih menarik dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep IPA.

Permasalahan lain yang teramati pada saat dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah, guru secara umum tertarik mengimplementasikan pembelajaran berbasis AR untuk mengajar mata Pelajaran bidang IPA. Namun belum banyak media pembelajaran berbasis AR bidang IPA yang sudah siap digunakan untuk pembelajaran. Beberapa media AR sifatnya berbayar, selain itu keterbatasan keterampilan guru dalam membuat media pembelajaran berbasis AR

juga menjadi hambatan dalam mengimplementasikannya. Solusi atas permasalahan ini antara lain, guru perlu aktif mengikuti kegiatan pelatihan-pelatihan sejenis, khususnya pelatihan dalam membuat media AR sendiri. Sekolah perlu memfasilitasi perangkat-perangkat pendukung agar Pembelajaran berbasis AR dapat diimplementasikan.

SIMPULAN

Kegiatan PkM berupa sosialisasi pembelajaran IPA berbasis *Augmented Reality* (AR) bagi guru bidang IPA terlaksana melebihi target dengan jumlah peserta sebanyak 73 guru bidang IPA dari beberapa provinsi di Indonesia. Terdapat tiga pokok materi yang diberikan pada kegiatan sosialisasi antara lain terkait profesi guru, pentingnya PCK dan TPACK untuk dimiliki guru, serta pembelajaran berbasis AR. Analisis angket respon menunjukkan respon guru berada pada kategori sangat baik dengan persentase sebesar 85%. Guru sangat tertarik dan senang mengikuti kegiatan ini dan berharap akan ada kegiatan pelatihan lanjutan secara *offline* untuk bersama-sama membuat media AR dalam pembelajaran IPA. Masih terdapat tantangan-tantangan agar pembelajaran berbasis AR dapat diimplementasikan oleh guru, karena masih banyak guru yang belum familier dalam membuat maupun menggunakan media pembelajaran dengan teknologi AR ini. Berdasarkan hasil ini, direkomendasikan perlu diadakan kegiatan lanjutan dalam pelatihan pembelajaran berbasis AR yang dapat mewadahi guru IPA berlatih membuat media AR sendiri pada mata Pelajaran bidang IPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Shehata, M., & Hassanien, M. (2020). Emerging faculty needs for enhancing student engagement on a virtual platform. *MedEdPublish*, 9, 75.
- Alizkan, U., Wibowo, F. C., Sanjaya, L., Kurniawan, B. R., & Prahani, B. K. (2021). Trends of augmented reality in science learning: A review of the literature. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1).
- Alsubaie, M. A. (2016). Teacher involvement in curriculum development. *Journal of Education and Practice*, 7(9), 106–107.
- Ariyana, R. Y., Lestari, U., & Nurnawati, E. K. (2022). Pengenalan augmented reality pada pendidikan bagi siswa dan guru smk negeri 1 magelang. *Jurnal*

Pengabdian Masyarakat (Abdira), 2(2), 147–154.

- Bakri, F., Ambarwulan, D., & Muliya, D. (2018). Pengembangan buku pembelajaran yang dilengkapi augmented reality pada pokok bahasan gelombang bunyi dan optik. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 4(2), 46–56.
- Efwinda, S., & Mannan, M. N. (2021). Technological pedagogical and content knowledge (TPACK) of prospective physics teachers in distance learning: Self-perception and video observation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1).
- Efwinda, S., Qadar, R., Rananda, N., Maburrah, F. F., & Setiawan, R. (2021). Pelatihan pembelajaran steam bagi guru ipa smp di kalimantan timur. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(4), 447.
- Haryanto, E. V., Lubis, E. L., Saleh, A., Fujiati, & Lubis, N. I. (2019). Implementation of augmented reality of android based animal recognition using marker based tracking methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1361(1).
- Jan, H. (2017). Teacher of 21 st century: characteristics and development. *Research on Humanities and Social Sciences*, 7(9), 1–6.
- Jiang, S., Tatar, C., Huang, X., Sung, S. H., & Xie, C. (2022). Augmented reality in science laboratories: investigating high school students' navigation patterns and their effects on learning performance. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 777–803.
- Johnson, D. (2017). The role of teachers in motivating students to learn davion johnson. *Journal of Graduate Studies in Education*, 9(1), 46–49.
- Marini, A., Nafisah, S., Sekaringtyas, T., Safitri, D., Lestari, I., Suntari, Y., Umasih, Sudrajat, A., & Iskandar, R. (2022). Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(7), 99–115.
- Maulana, I., Suryani, N., & Asrowi, A. (2019). Augmented reality: solusi pembelajaran ipa di era revolusi industri 4.0. *Proceedings of The ICECRS*, 2(1), 19–26.
- Mulbar, U., Alimuddin, A., Minggi, I., & Zaki, A. (2019). Peningkatan mutu proses pembelajaran melalui pelatihan pedagogik content knowledge (pck). *Seminar Nasional Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Makasar*, 598–601.
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 36–48.
- Pahlevi, M. R., Ridwan, I., & Kamil, A. B. (2021). Pelatihan tpack (technological, pedagogical, content knowledge) bagi guru bahasa inggris di kabupaten karawang jawa barat. *Jurnal Pengabdian*, 4(1), 34.
- Putri, A. A. F., Putri, A. F., Andrinigrum, H., Rofiah, S. K., & Gunawan, I. (2019, December). *Teacher function in class: A literature review*. In 5th international conference on education and technology (ICET 2019), 5-9. Atlantis Press.
- Rahmawati, A. Z., Haryanto, Z., & Sulaeman, N. F. (2021). Digital literacy of

- indonesian prospective physics teacher: challenges beyond the pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104(1).
- Rejekiningsih, T., Maulana, I., Budiarto, M. K., & Qodr, T. S. (2023). Android-based augmented reality in science learning for junior high schools: Preliminary study. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(2), 630–637.
- Saputra, H. N. (2020). Augmented reality dalam pembelajaran. *Idealmathedu: Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 7(2), 92–97.
- Sarwa, Simaremare, A., Hasibuan, N. I., & Priyadi, M. (2020). Teacher readiness in accommodating the TPACK framework to meet teacher competence the 21st Century. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1).
- Sugiarni, R., Inayah, S., Herman, T., Juandi, D., Pahmi, S., Supriyadi, E., Srah Fauziah, R., Lutfi Fauzi, A., & Mahmudi. (2022). Sosialisasi penggunaan teknologi virtual reality dan augmented reality dalam pembelajaran untuk menyongsong era metaverse. *Jurnal Abdi Nusa*, 2(3), 134–140.
- Widiyatmoko, A., Taufiq, M., Wusqo, I. U., Purwinarko, A., Darmawan, M. S., Memoriano, E., & Laksono, A. (2021). Pelatihan pemanfaatan science augmented reality model problem based learning pada mgmp guru ipa kota semarang. *Journal of Community Empowerment*, 1(2), 12–18.