

Implementasi Media *Augmented Reality* Terintegrasi dengan *Virtual Reality* untuk Meningkatkan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) bagi Guru Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Madrasah Aliyah (MA) DKI Jakarta

Ucu Cahyana*, Agung Purwanto, Annisa Aulia Rahmah, Citra Santikasari

Program Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia

Corresponding Author Email: *ucahyana@unj.ac.id

Received : 16 March 2026
Revised : 11 June 2026
Accepted : 12 June 2026
Online : 15 June 2026
Published : 15 June 2026

Sarwahita
Volume 23, Issue 1 (2026)
P-ISSN : 0216-261X
E-ISSN : 2620-9519



Abstract

This community service activity aims to enhance the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of chemistry teachers in the Chemistry Subject Teacher Forum (MGMP) at Madrasah Aliyah (MA) in the Jakarta Capital Region through the implementation of Augmented Reality (AR) integrated with Virtual Reality (VR). The program was conducted through Focus Group Discussions (FGD), training and workshop sessions, and program evaluation. The training focused on introducing and implementing AR- and VR-based digital learning media to support chemistry instruction. Evaluation results showed an improvement in participants' knowledge of digital learning media. The average post-test score reached 85.83, indicating an increase of 16.25 points compared to the pre-test score. In addition, 93.2% of participants provided positive responses to the training activities, reflecting a high level of satisfaction and acceptance of the program. The TPACK assessment results indicated that participants achieved scores above 75% in the Technological Knowledge (TK) aspect, 78% in the Content Knowledge (CK) aspect, and above 75% in the Pedagogical Knowledge (PK) aspect. The integration of these domains into TPACK produced a maximum score of 85.7%. These findings suggest that AR- and VR-based digital media are relevant and effective tools for improving chemistry teachers' TPACK and supporting innovative learning practices in the digital era.

Keywords: digital media; Virtual Reality; Augmented Reality; TPACK

A. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat telah membawa dampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang pendidikan. Pada era revolusi industri 4.0 ini, guru dituntut tidak hanya sekadar menjadi penyampai materi, tetapi juga harus mampu memfasilitasi pembelajaran yang inovatif dengan memanfaatkan teknologi.

Hal ini sesuai dengan arah perkembangan kurikulum terbaru yang menekankan pembelajaran berpusat pada siswa (*student centered learning*), di mana guru berperan sebagai fasilitator yang mendorong peserta didik untuk aktif dalam proses belajar. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa masih banyak guru yang kesulitan mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran, khususnya dalam mata pelajaran kimia yang menuntut visualisasi konsep abstrak agar lebih mudah dipahami.

Dalam konteks tersebut, kemampuan guru untuk memiliki dan mengembangkan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) menjadi sangat penting. Kerangka TPACK menekankan pentingnya integrasi antara teknologi, pedagogi, dan materi pembelajaran untuk mendukung proses belajar yang efektif (Mishra & Koehler, 2006). Salah satu bentuk implementasi TPACK yang relevan adalah penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran. *Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi yang memungkinkan penggabungan objek virtual dengan lingkungan nyata sehingga keduanya dapat terlihat secara bersamaan dalam satu ruang visual. Dalam pendidikan, AR menawarkan berbagai keunggulan yang dapat mendukung proses pembelajaran. Teknologi ini memungkinkan peserta didik untuk melakukan eksplorasi terhadap objek atau fenomena yang sulit diamati secara langsung dalam kehidupan nyata (Akçayır & Akçayır, 2017). AR dan VR dapat membantu guru menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan immersive, memungkinkan siswa untuk mengamati konsep-konsep kimia yang sulit divisualisasikan secara nyata, seperti struktur molekul, ikatan kimia, atau proses reaksi dalam skala mikroskopis. Chen dan Liu (2020) menemukan bahwa penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran kimia mampu meningkatkan pemahaman konsep reaksi kimia dan minat peserta didik terhadap sains dibandingkan pembelajaran berbasis demonstrasi.

Namun demikian, tingkat literasi digital guru dalam memanfaatkan media AR dan VR masih perlu ditingkatkan. Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan tujuan untuk meningkatkan kompetensi TPACK para guru kimia yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Madrasah DKI Jakarta. Melalui program pelatihan dan pendampingan implementasi AR terintegrasi dengan VR, diharapkan guru-guru dapat mengoptimalkan penggunaan media digital ini dalam pembelajaran kimia di kelas. Lebih jauh, kegiatan ini juga bertujuan menumbuhkan kreativitas guru dalam merancang pembelajaran kimia yang lebih menarik, sehingga mampu meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan.

B. TINJAUAN LITERATUR

TPACK merupakan kerangka pengetahuan yang mengintegrasikan aspek teknologi, pedagogi, dan konten pembelajaran dalam proses pembelajaran. Kerangka ini dikembangkan oleh Mishra dan Koehler sebagai pengembangan dari konsep *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) yang diperkenalkan oleh Shulman. Menurut Mishra dan Koehler, penguasaan teknologi saja tidak cukup untuk menghasilkan pembelajaran yang efektif. Guru juga harus mampu mengintegrasikan teknologi dengan strategi pedagogis dan materi pembelajaran secara tepat sesuai dengan konteks pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan kompetensi TPACK

menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung implementasi pembelajaran berbasis teknologi di era digital.

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata sehingga keduanya dapat diamati secara bersamaan oleh pengguna. Dalam bidang pendidikan, AR banyak dimanfaatkan untuk membantu peserta didik memvisualisasikan konsep-konsep yang abstrak dan sulit diamati secara langsung. Hasil kajian sistematis menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar, motivasi, keterlibatan, serta pengalaman belajar peserta didik. Meskipun demikian, implementasi AR juga menghadapi beberapa tantangan seperti kendala teknis dan kesiapan pengguna dalam mengoperasikan teknologi tersebut. Penelitian Di Serio et al. (2013) menunjukkan bahwa penggunaan AR memberikan dampak positif terhadap motivasi belajar peserta didik, khususnya pada aspek perhatian (*attention*) dan kepuasan (*satisfaction*) selama proses pembelajaran.

Teknologi AR dan *Virtual Reality* (VR) memiliki potensi besar dalam pembelajaran kimia karena mampu memvisualisasikan fenomena mikroskopis yang sulit diamati secara langsung, seperti struktur molekul, ikatan kimia, dan mekanisme reaksi. Penggunaan teknologi tersebut memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep. Penelitian Chen dan Liu (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AR yang melibatkan aktivitas *hands-on* mampu meningkatkan pemahaman konsep reaksi kimia, minat terhadap sains, serta motivasi belajar peserta didik. Efek positif tersebut bahkan masih bertahan beberapa bulan setelah kegiatan pembelajaran selesai dilaksanakan. Oleh karena itu, AR dan VR berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif untuk mendukung pembelajaran kimia abad ke-21.

C. METODE PELAKSANAAN

Metode yang diterapkan dalam kegiatan ini mencakup tiga tahapan utama, yaitu:

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah sebagai berikut:

- a) Menyiapkan materi konsep *Augmented Reality* (AR) terintegrasi dengan *Virtual Reality* (VR).
- b) Menyiapkan soal *pretest* dan *posttest* terkait pemahaman teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran kimia.
- c) Menyiapkan kuesioner guna mengumpulkan data dan umpan balik dari peserta.
- d) Mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR).
- e) Menyiapkan kartu AR dan Oculus Meta Quest 2 sebagai alat bantu praktik dalam penggunaan teknologi.

2. Pelaksanaan

Adapun langkah pelaksanaan kegiatan meliputi:

- a) Penyebaran soal *pretest* untuk mengetahui pemahaman awal peserta terkait teknologi digital *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran kimia.

- b) Penyampaian materi mengenai konsep *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran kimia.
 - c) Sesi tanya jawab sebagai sarana bagi peserta atau guru-guru untuk memperdalam pemahaman dan mengklarifikasi informasi yang disampaikan.
 - d) Praktik penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) berupa perangkat *mobile* dan teknologi *Virtual Reality* (VR) berupa alat *oculus* dan *controller* yang telah dikembangkan oleh tim KKN kepada peserta atau guru-guru.
 - e) Pendampingan langsung oleh tim pengabdian kepada masyarakat untuk membimbing peserta atau guru-guru dalam mengoperasikan teknologi *Augmented Reality* (AR) terintegrasi *Virtual Reality* (VR) yang dikembangkan.
 - f) Sesi wawancara dilakukan kepada beberapa peserta atau para guru untuk memperoleh informasi secara lebih mendalam mengenai pengalaman, tanggapan, dan kesan para guru terhadap kegiatan praktik penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR).
 - g) Penyebaran soal post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan pemahaman guru terkait materi yang telah diberikan, khususnya mengenai teknologi digital *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran kimia.
3. Evaluasi

Evaluasi kegiatan dilakukan sebagai upaya mengukur keberhasilan pelaksanaan pelatihan dan mengidentifikasi aspek yang masih perlu ditingkatkan. Evaluasi ini mencakup hasil pretest dan posttest, wawancara, pengisian instrumen pemahaman TPACK, dan analisis terhadap hasil kuesioner umpan balik yang diisi oleh peserta MGMP. Temuan dari evaluasi akan dijadikan sebagai acuan dalam peningkatan kegiatan serupa di masa mendatang dan memastikan bahwa teknologi yang dikenalkan dapat diimplementasikan secara optimal dalam proses pembelajaran kimia.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi zaman dalam dunia pendidikan yang terus berkembang secara signifikan, telah mengubah pola pikir tenaga pendidik dari yang tadinya masih konvensional dan rigid, kini harus beradaptasi menjadi lebih modern. Contohnya, kegiatan belajar mengajar yang sebelumnya berorientasi pada guru (*teacher centered*), kini dengan penerapan kurikulum terbaru, memaksa para guru untuk melaksanakan semua kegiatan pembelajaran yang berfokus pada siswa (*student center*), sementara peran guru dalam kelas berfungsi sebagai fasilitator dalam proses belajar siswa. Oleh sebab itu, pengembangan dalam praktik pembelajaran sangat diperlukan untuk dilakukan oleh guru di era kemajuan teknologi ini.

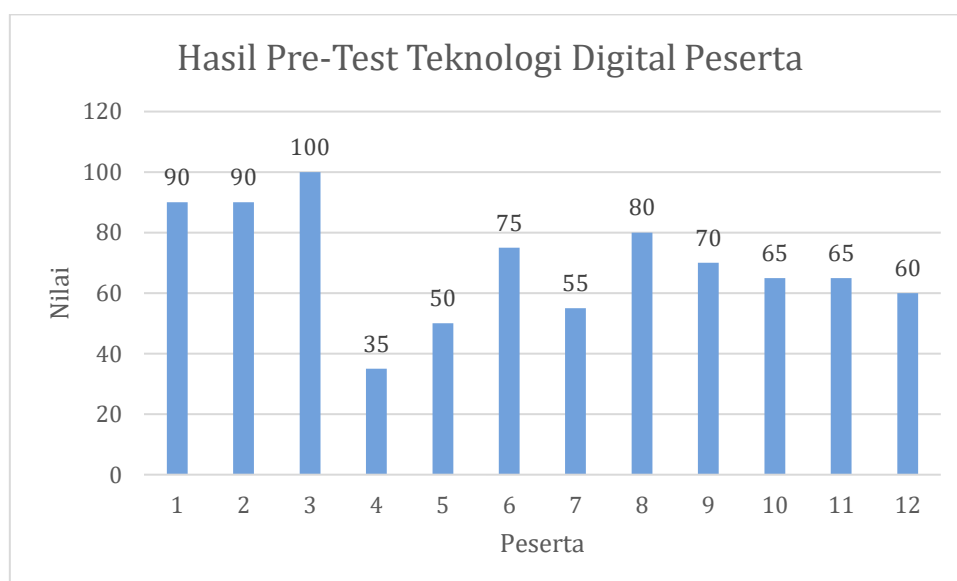
Melalui kegiatan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P2M) ini besar harapan kami memberikan dampak positif kepada guru kimia yang ada dengan mengangkat judul “Implementasi Media *Augmented Reality* Terintegrasi Dengan *Virtual Reality* Untuk Meningkatkan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Bagi Guru MGMP Kimia MA DKI Jakarta” telah sukses dilaksanakan pada hari Kamis, 3 Juli 2025 yang berlokasi

di Gedung KH. Hasyim Asj'arie Kampus A UNJ dan Kamis 17 Juli 2025 yang dilaksanakan menggunakan *Zoom Cloud Meeting*. Acara tersebut dihadiri oleh kurang lebih 12 peserta, yang terdiri dari dosen-dosen rumpun Kimia Universitas Negeri Jakarta, guru-guru Kimia dari berbagai sekolah di wilayah Jakarta, serta mahasiswa rumpun Kimia UNJ.

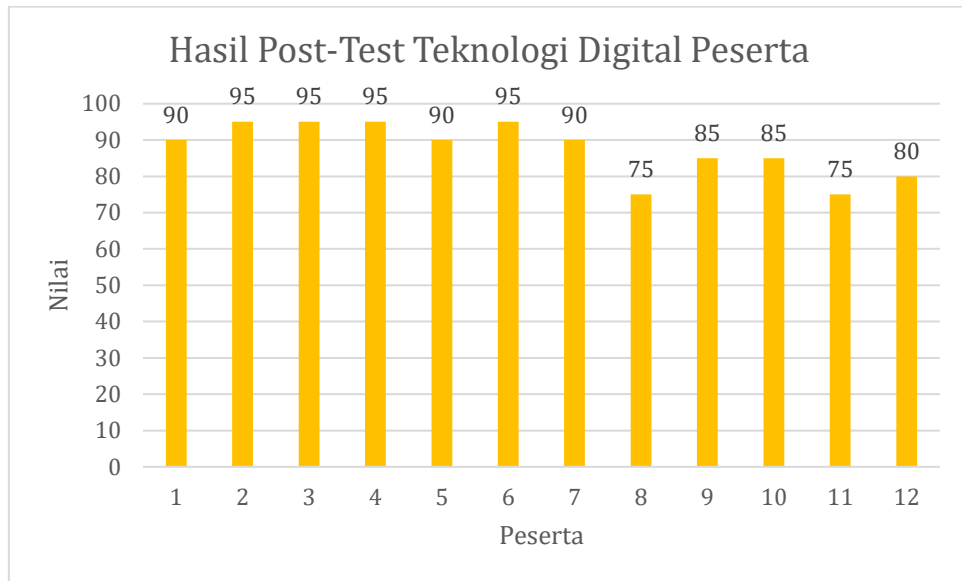
Kegiatan ini berbentuk workshop yang berfokus pada penerapan *mobile learning* yang terintegrasi AR dan pengalaman menggunakan *Virtual Reality* dalam pembelajaran kimia, yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman teknologi digital para guru kimia dalam mengembangkan kegiatan belajar di kelas. Kegiatan ini dirancang secara komprehensif dengan beberapa tahapan, mulai dari pengenalan konsep *mobile learning*, AR dan VR, hingga praktek langsung dalam memanfaatkan teknologi tersebut. Peserta dilatih bagaimana mengintegrasikan AR dalam materi pembelajaran menggunakan perangkat mobile dan dilatih untuk menggunakan *Virtual Reality* dalam pembelajaran kimia, dengan harapan dapat memperkaya metode pengajaran dan meningkatkan interaksi serta pemahaman siswa terhadap konsep-konsep Kimia yang kompleks.

Dalam workshop ini, para peserta akan mempelajari dua materi utama yang diterapkan dalam *mobile learning* dan *Virtual Reality*, yaitu larutan penyangga dan asam basa. kedua materi ini dipilih karena pentingnya pemahaman yang mendalam terhadap konsep-konsep dasar tersebut dalam kimia, yang seringkali menjadi tantangan bagi siswa. Dengan bantuan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR), diharapkan materi yang abstrak dan kompleks ini dapat dipahami dengan lebih mudah dan interaktif oleh siswa.

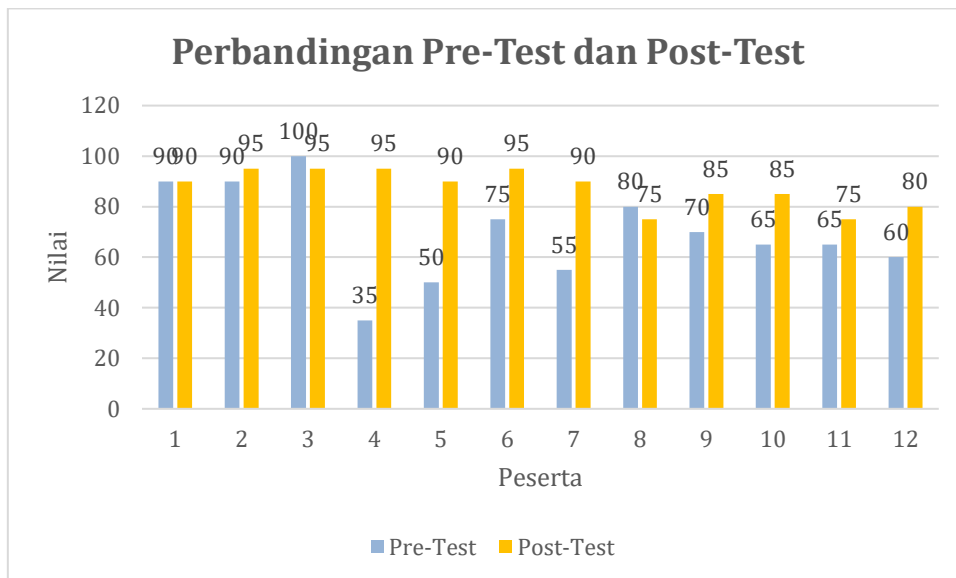
Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, kami melakukan beberapa macam pengujian berupa Pre-test, Post Test dan Angket TPACK serta dilakukan wawancara kepada beberapa guru setelah memakai dan menggunakan VR / AR. Pada pertemuan pertama kegiatan ini, dilakukan Pretest untuk mengetahui pemahaman awal guru-guru kimia mengenai perkembangan teknologi yang ada saat ini. Hasil Pretest ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pre-Test Pengetahuan Teknologi Digital Peserta Pelatihan



Gambar 1. Grafik Hasil Post Test Pengetahuan Teknologi Digital Peserta Pelatihan



Gambar 2. Hasil Pretest dan Postest Pengetahuan Teknologi Digital Peserta Pelatihan

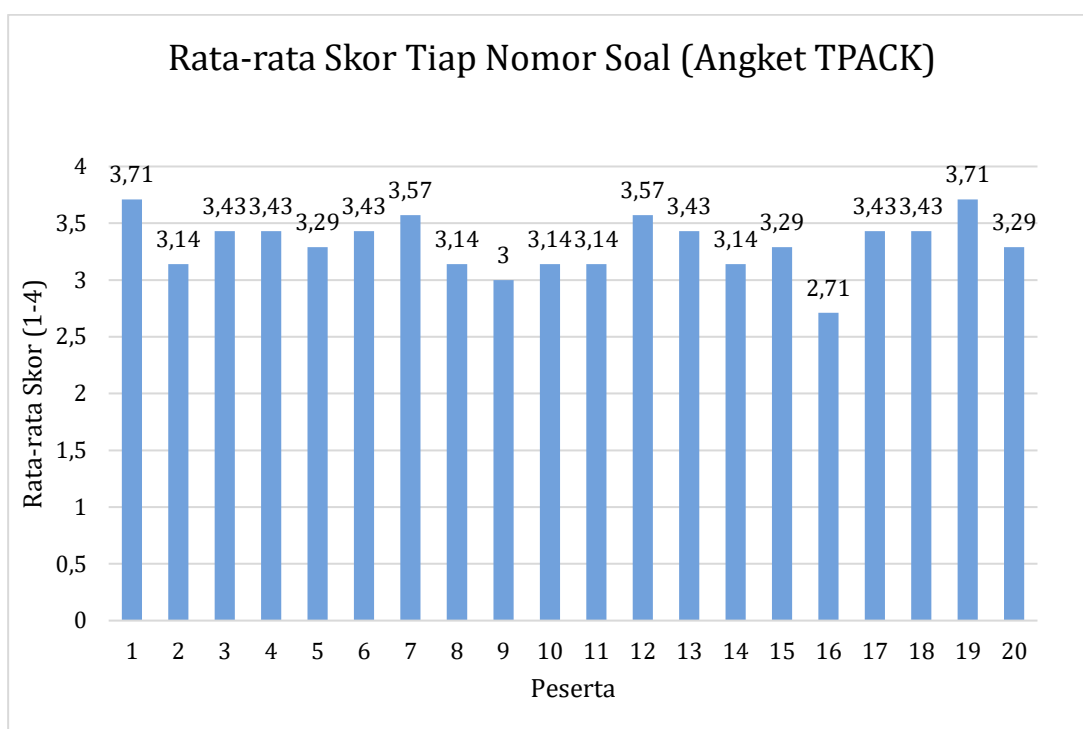
Berdasarkan diagram hasil pre-test berikut pada kegiatan awal ini, diperoleh gambaran kemampuan awal peserta sebelum memulai pelatihan. Nilai pre-test yang dikumpulkan dari 12 peserta menunjukkan variasi tingkat pemahaman yang cukup signifikan. Nilai tertinggi yang diperoleh oleh peserta skor sempurna, yaitu 100 sebanyak 1 orang, sementara nilai terendah adalah 35, yang diperoleh oleh peserta berjumlah 1 orang. Rata-rata nilai pre test tersebut adalah 69,58, yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki pemahaman awal yang tergolong cukup baik.

Kegiatan selanjutnya dilakukan secara online dan para guru diberikan Post test dan Tes TPACK untuk menguji kembali pemahaman guru-guru mengenai teknologi VR / AR dan Mobile Learning. Hasil dari Post test dan TPACK ditunjukkan pada gambar 2. Hasil post-test pada kegiatan kedua ini menunjukkan skor setelah mengikuti pelatihan ini. Berdasarkan diagram, seluruh peserta memperoleh nilai yang berada pada kategori baik hingga sangat baik, dengan rentang nilai antara 75 hingga 95 dengan rata-rata nilai post-test adalah 85,83 atau terdapat kenaikan nilai sebesar 16,25 dibandingkan skor pre-test. Hal tersebut mengindikasikan bahwa secara umum peserta kegiatan memiliki tingkat penguasaan materi yang tinggi. Nilai tertinggi diraih oleh 4 peserta, dengan masing-masing memperoleh skor 95. Hal ini menunjukkan bahwa mereka telah memahami materi dengan sangat baik. Sementara itu, nilai terendah tercatat sebesar 75, yang diperoleh oleh 2 peserta. Meskipun berada di posisi terbawah, nilai ini tetap termasuk ke dalam kategori cukup tinggi dan menunjukkan bahwa seluruh peserta kegiatan telah mencapai kompetensi dasar yang diharapkan.

Perbandingan antara hasil pre-test dan post-test dilakukan untuk melihat efektivitas seperti pada gambar 3. Pelatihan AR/VR ini terhadap peningkatan pemahaman peserta kegiatan, berdasarkan hasil pengolahan data diketahui bahwa terjadi peningkatan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test. Nilai rata-rata pre-test peserta adalah sebesar 69,58, sedangkan pada post-test mengalami peningkatan menjadi 85,83. Kenaikan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mengalami peningkatan penguasaan konsep setelah mengikuti proses pelatihan ini.

Secara keseluruhan, hasil perbandingan ini menunjukkan bahwa pembelajaran Teknologi Digital yang telah dilaksanakan berhasil secara efektif meningkatkan pemahaman dan kemampuan peserta kegiatan secara signifikan dan merata. Peningkatan yang terjadi tidak hanya terbatas pada peserta dengan kemampuan tinggi, tetapi juga mencakup peserta yang sebelumnya berada pada kategori rendah. Oleh karena itu, dengan adanya pelatihan yang dilakukan dapat dikatakan efektif dan diharapkan dapat meningkatkan implementasi pembelajaran dengan AR /VR di sekolah.

Selanjutnya dilakukan pengisian angket TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) dirancang untuk mengukur kesiapan dan kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran secara efektif dan bermakna serta membantu memetakan tiga aspek utama pengetahuan guru yaitu *Technological Knowledge* (TK) untuk mengidentifikasi seberapa baik guru menguasai dan memahami teknologi, *Pedagogical Knowledge* (PK) untuk mengidentifikasi sejauh mana guru memahami teori dan strategi mengajar dan *Content Knowledge* (CK) untuk mengidentifikasi seberapa dalam guru menguasai materi pelatihan yang diajarkan.



Gambar 3. Diagram rata-rata skor Pengetahuan Teknologi Digital Peserta Pelatihan

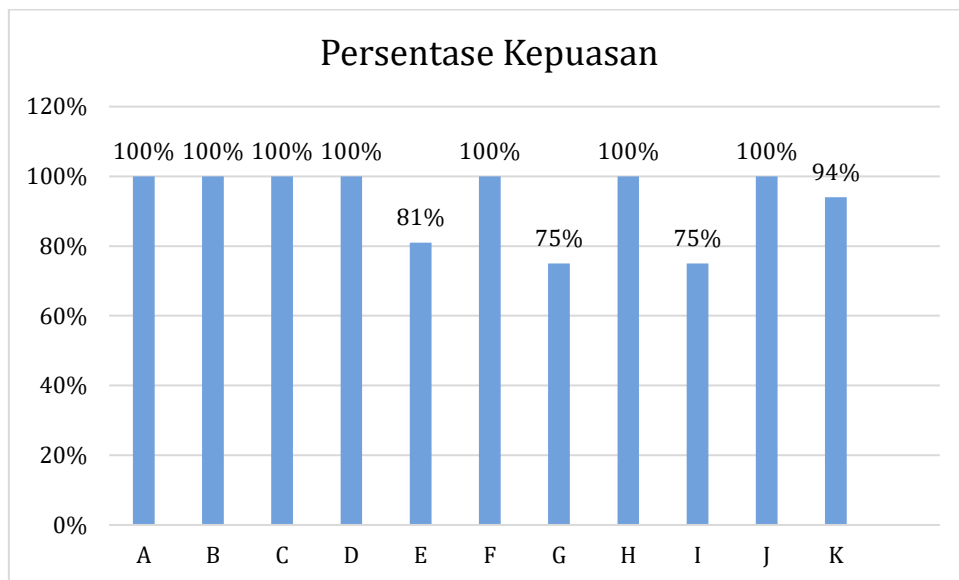
Berdasarkan hasil angket, aspek *Technological Knowledge* (TK) diklasifikasi untuk butir soal nomor 1, 2, 3, 4, 13, 17, 19. Pernyataan seperti "Saya memahami cara kerja teknologi AR dan VR dalam pembelajaran kimia", "Saya mengetahui berbagai aplikasi AR/VR yang sesuai untuk materi kimia", serta "Saya percaya diri menerapkan AR/VR untuk membantu pemahaman siswa" memperoleh skor rata-rata di atas 3,4 atau lebih dari 75% dalam bentuk persentase. Hal ini menunjukkan bahwa responden memiliki pemahaman yang baik terhadap fungsi, operasional, dan manfaat teknologi AR/VR dalam konteks pembelajaran.

Aspek *Content Knowledge* (CK), yang berkaitan dengan penguasaan konsep kimia dan kemampuan mengaitkannya dengan konteks nyata yaitu pada butir soal nomor 8, 9, dan 15 yang menunjukkan hasil yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek sebelumnya. Beberapa pernyataan, seperti "Saya memahami cara menjelaskan materi kimia abstrak" dan "Saya mampu menghubungkan materi kimia dengan kehidupan sehari-hari", memperoleh skor rata-rata sekitar 3,00 hingga 3,29 (75%–78%). Data tersebut menunjukkan bahwa meskipun guru telah memahami teknologi, namun masih ada kebutuhan untuk penguatan dalam mengembangkan pemahaman konseptual yang mendalam, serta strategi penyampaian materi kimia yang abstrak agar lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa.

Pada aspek *Pedagogical Knowledge* (PK) yaitu pada butir soal nomor 5, 6, 10, 14, 16, 18, dan 20. Responden menunjukkan penguasaan yang cukup baik. Pernyataan seperti "Saya memahami strategi pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan pemahaman konsep kimia" dan "Saya dapat mengintegrasikan teknologi AR/VR dengan metode pembelajaran interaktif" memperoleh skor rata-rata lebih dari 3,0. Namun, terdapat satu area yang masih relatif lemah,

yaitu kemampuan guru dalam merancang pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa (skor 2,57 atau 64,3%). Ini menandakan bahwa meskipun responden mampu memilih metode aktif dan mengelola kelas dengan AR/VR, mereka masih memerlukan dukungan dalam menyusun rancangan pembelajaran yang diferensiatif dan responsif terhadap kebutuhan siswa yang beragam.

Integrasi ketiga aspek (TK, PK, dan CK) dalam bentuk TPACK yang meliputi butir soal 7, 11, 12, dan 20 yang menunjukkan hasil yang cukup positif, dengan skor yang cenderung merata pada kisaran 3,14 - 3,43. Pernyataan seperti “Saya dapat memilih metode pembelajaran aktif saat memanfaatkan AR/VR” dan “Saya mampu memadukan teknologi, pedagogi, dan materi secara seimbang” menunjukkan adanya kemampuan awal guru untuk mengintegrasikan ketiga dimensi ini secara utuh. Responden juga menyatakan bahwa mereka yakin penggunaan AR/VR dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa khususnya generasi saat ini, yang menjadi salah satu indikator penting dari keberhasilan penerapan TPACK dalam kelas.



Gambar 4. Persentase Kepuasan Peserta Kegiatan Pelatihan Implementasi Augmented Reality (AR) Terintegrasi Virtual Reality (VR) dalam Pembelajaran Kimia

Berdasarkan hasil angket umpan balik yang diberikan kepada peserta setelah kegiatan workshop, diperoleh data mengenai tingkat kepuasan terhadap berbagai aspek pelaksanaan workshop. Gambar 5 menunjukkan persentase kepuasan untuk setiap pernyataan yang diajukan. Secara umum, seluruh peserta menyatakan sangat puas terhadap pelaksanaan workshop dengan rata-rata kepuasan peserta sebesar 93,2%. Hal ini tercermin dari pernyataan A (kepuasan keseluruhan) yang memperoleh 100% kepuasan. Ini menunjukkan bahwa workshop berjalan efektif dan memenuhi ekspektasi peserta.

Pernyataan B, C, dan D juga menunjukkan tingkat kepuasan 100%, yang berarti bahwa materi yang disampaikan dianggap relevan, sesuai harapan, dan mampu menambah wawasan baru. Selain itu, peserta juga merasa bahwa materi tersebut dapat diterapkan secara langsung

dalam pembelajaran kimia di sekolah. Kepuasan yang tinggi juga terlihat pada pernyataan F, H, dan J yang masing-masing memperoleh 100%. Artinya, pemateri dinilai sangat memahami topik yang disampaikan, mampu menyampaikan materi dengan baik dan mudah dipahami, serta responsif dalam menjawab seluruh pertanyaan peserta.

Pada pertanyaan lain, terdapat beberapa aspek yang memperoleh nilai kepuasan di bawah 100%. Pada pernyataan E dan K, sebesar 81% dan 94% yang mana peserta menyatakan bahwa materi berhasil memunculkan ide-ide baru untuk pembelajaran interaktif dan pelatihan telah berlangsung dengan baik secara teknis. Ini menunjukkan bahwa sebagian kecil peserta masih memerlukan dukungan lebih untuk mengembangkan ide-ide inovatif dari materi yang disampaikan. Diperlukan strategi tambahan, seperti penyediaan contoh praktik atau sesi diskusi kreatif, agar lebih banyak peserta merasa terinspirasi.

Terakhir adalah pernyataan G dan I, yang masing-masing memperoleh 75% tingkat kepuasan. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada sebagian peserta merasa waktu pelatihan maupun waktu presentasi yang tersedia masih belum mencukupi. Untuk itu, perlu penyesuaian waktu atau pembagian sesi secara lebih proporsional perlu dipertimbangkan pada pelatihan berikutnya agar seluruh materi dapat disampaikan secara optimal tanpa mengurangi ruang diskusi. Tapi secara keseluruhan, pelatihan ini telah berjalan lancar, kondusif dan informatif.



Gambar 6. Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan Implementasi *Augmented Reality* (AR) Terintegrasi *Virtual Reality* (VR) dalam Pembelajaran Kimia

Kegiatan ini diakhiri dengan sesi wawancara singkat kepada beberapa peserta untuk mendapatkan *feedback* secara langsung mengenai pengalaman mereka dalam menggunakan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dan *Virtual Reality*. Wawancara ini bertujuan

untuk menggali kesan serta masukan dari para peserta mengenai efektivitas dan penerapan teknologi tersebut dalam pembelajaran kimia.

Hasil wawancara menunjukkan respon positif dari peserta. Mereka mengungkapkan bahwa penggunaan *Augmented Reality* dan *Virtual Reality* dalam pembelajaran kimia dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan lebih mudah dipahami dibandingkan dengan metode biasa. Visualisasi 3D yang diberikan melalui teknologi ini juga sangat berguna dalam memahami konsep-konsep kimia yang abstrak dan kompleks. Selain itu, para peserta melihat potensi yang besar dalam penerapan media ini di dalam kelas karena dapat meningkatkan minat belajar siswa serta pemahaman mereka terhadap pelajaran kimia. Mereka juga berharap bahwa kedepannya, sosialisasi dan pelatihan terkait penggunaan teknologi *Augmented Reality* dan *Virtual Reality* dalam pembelajaran dapat diperbanyak, sehingga lebih banyak guru yang dapat merasakan manfaatnya serta dapat mengintegrasikannya secara efektif ke dalam proses pembelajaran.

E. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dengan judul “Implementasi Media *Augmented Reality* Terintegrasi dengan *Virtual Reality* untuk Meningkatkan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) Bagi Guru MGMP Kimia MA DKI Jakarta” telah dilaksanakan melalui dua sesi, yaitu luring dan daring. Kegiatan ini mencakup pengenalan teknologi *Augmented Reality* dan *Virtual Reality*, serta praktik langsung penggunaan media berbasis *Augmented Reality* dan *Virtual Reality* dalam pembelajaran kimia. Berdasarkan hasil evaluasi melalui *posttest* dan angket TPACK, diketahui bahwa terdapat peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan guru dalam mengintegrasikan teknologi AR/VR ke dalam pembelajaran. Nilai *posttest* peserta meningkat dari 69,58 menjadi 85,83. Selain itu 100% peserta memberikan respon positif terhadap pelaksanaan kegiatan ini secara keseluruhan, dan 81% di antaranya mengaku pelatihan ini mampu memunculkan ide-ide baru untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif.

Melalui pelatihan, pendampingan, serta praktik langsung, para guru menunjukkan antusiasme dan kemampuan yang meningkat dalam menggunakan teknologi tersebut. Evaluasi kegiatan menunjukkan bahwa mayoritas peserta memberikan respon positif dan menyatakan kesiapannya untuk mengimplementasikan media digital tersebut dalam proses pembelajaran. Kegiatan ini juga mampu menumbuhkan kreativitas guru dalam menciptakan pembelajaran kimia yang lebih interaktif, menarik, dan bermakna, terutama dalam menyampaikan konsep-konsep abstrak. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan teknologi berbasis AR dan VR sangat relevan dan potensial untuk diterapkan secara luas dalam dunia pendidikan, khususnya dalam bidang kimia.

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan pengabdian kepada masyarakat ini, terdapat beberapa saran untuk perbaikan dan pengembangan kegiatan serupa di masa mendatang. Pertama, perlu menjalin hubungan yang lebih luas dan berkelanjutan dengan sekolah-sekolah di berbagai wilayah guna memudahkan proses sosialisasi serta pelatihan bagi para guru kimia, sehingga dampak kegiatan dapat menjangkau lebih banyak sasaran. Kedua,

efisiensi waktu pelaksanaan kegiatan perlu diperhatikan agar setiap sesi pelatihan dan praktik dapat berlangsung secara optimal dan tidak terganggu oleh keterbatasan waktu. Ketiga, kegiatan pelatihan dan pendampingan penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) disarankan untuk dilaksanakan secara berkala dan berkelanjutan, dengan memperluas cakupan peserta serta memperkuat kolaborasi antara institusi pendidikan tinggi dan satuan pendidikan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa para guru tidak hanya terampil dalam mengoperasikan media digital, tetapi juga mampu mengembangkan dan mengintegrasikan konten berbasis teknologi ke dalam pembelajaran kimia secara mandiri dan efektif.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan bagi terlaksananya kegiatan ini. MGMP Kimia MA DKI Jakarta yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada FMIPA Universitas Negeri Jakarta atas dukungan fasilitas dan sumber daya yang diberikan. Semoga kegiatan ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan kompetensi guru serta mendorong transformasi pembelajaran kimia yang lebih modern dan efektif.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). *Augmented Reality* in science laboratories: The effects of *Augmented Reality* on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334–342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with *Augmented Reality* for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Amali, N., . N., & Firman, H. (2024). A Framework Design for Developing and Validating Virtual Test to Assess Science Process Skills in Chemistry. *KnE Social Sciences*, 2024, 269–279. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i8.15557>
- Artun, H., Durukan, A., & Temur, A. (2020). Effects of *Virtual Reality* enriched science laboratory activities on pre-service science teachers ' science process skills. *Education and Information Technologies*, 25, 5477–5498.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in *Augmented Reality*. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>
- Bell, J. T., & Fogler, H. S. (n.d.). *Vicher : A Virtual Reality Based Educational Module for Chemical Reaction Engineering*.
- Cahyana, U., Lestari, I., & Irwanto, I. (2024). *Development of a mobile learning network for science with Augmented Reality and its impact on students ' literacy and numeracy*. February. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v7i2.2685>

- Carmigniani, J., Furht, B., & Anisetti, M. (2011). *Augmented Reality technologies systems and applications*. 341–377. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>
- Chabalengula, V. M., Mumba, F., & Mbewe, S. (2012). How pre-service teachers' understand and perform science process skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(3), 167–176. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.832a>
- Chen, S., & Liu, S. (2020). Computers in Human Behavior Using *Augmented Reality* to experiment with elements in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 111(April), 106418. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106418>
- Cindiati, M., Suharsono, S., & Diella, D. (2021). Correlation Between Metacognition Ability and Students' Science Process Skills on Cellular Bioprocess Materials. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.24114/jpp.v9i1.22440>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Research Methods in Education. In *Research Methods in Education*. <https://doi.org/10.4324/9780203029053>
- Coil, D., Wenderoth, M. P., Cunningham, M., & Dirks, C. (2010). Teaching the process of science: Faculty perceptions and an effective methodology. *CBE Life Sciences Education*, 9(4), 524–535. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0005>
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers and Education*, 53(3), 853–865. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.005>
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an *Augmented Reality* system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). *What is technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)?* The Journal of Education, 193(3), 13–19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological *Pedagogical Content Knowledge* : A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>