



FEASIBILITY STUDY:

**PENGEMBANGAN MODEL HYBRID LEARNING BERBANTUAN MEDIA
BERBASIS TPACK DAN AUGMENTED REALITY
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP GEOMETRI**

**Prof. Dr. Heni Pujiastuti, M.Pd.
Dr. Rudi Haryadi, M. PFis.
Dhafid Wahyu Utomo, MA.**

FEASIBILITY STUDY:

**PENGEMBANGAN MODEL HYBRID LEARNING BERBANTUAN MEDIA
BERBASIS TPACK DAN AUGMENTED REALITY
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP GEOMETRI**

**Prof. Dr. Heni Pujiastuti, M.Pd.
Dr. Rudi Haryadi, M. PFis.
Dhafid Wahyu Utomo, MA.**



**FEASIBILITY STUDY: PENGEMBANGAN MODEL HYBRID LEARNING BERBANTUAN
MEDIA BERBASIS TPACK DAN AUGMENTED REALITY UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP GEOMETRI**

Tim Penulis:

Heni Pujiastuti, Rudi Haryadi, Dhafid Wahyu Utomo

Desain Cover:

Andi Juliandi

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Aas Masruroh

ISBN:

978-634-246-485-4

Cetakan Pertama:

Desember, 2025

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telepon (022) 87355370

PRAKATA

Puji syukur Kami panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan Kami kesempatan untuk menyelesaikan buku ini dengan baik. Buku yang berjudul *Feasibility Study: Model Hybrid Learning Berbantuan Media Berbasis TPACK dan Augmented Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Geometri* ini hadir dengan tujuan memberikan kontribusi positif dalam pengembangan pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika, dengan memanfaatkan teknologi terbaru.

Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi yang sangat berarti dalam penyusunan buku ini. Terima kasih khususnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemendiktisaintek) yang telah memberikan dukungan pendanaan pada penelitian ini melalui skema Penelitian Terapan Luaran Model (PTLM), Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (Untirta), para mitra, rekan-rekan sejawat, serta semua pihak yang telah memberikan masukan yang konstruktif. Harapan Kami, karya ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi para peneliti, pendidik, mahasiswa, dan masyarakat luas yang tertarik dalam mengembangkan model pembelajaran berbasis teknologi, khususnya dalam meningkatkan pemahaman geometri.

Buku ini terdiri dari beberapa bab yang mengulas berbagai aspek penting terkait pengembangan model pembelajaran *hybrid* dengan bantuan teknologi TPACK dan *Augmented Reality* (AR). Dalam bab pertama, yaitu *Pendahuluan*, kami menjelaskan latar belakang yang mendorong pentingnya inovasi dalam pembelajaran matematika,

terutama geometri, yang selama ini dianggap sulit dipahami oleh banyak siswa. Pemanfaatan teknologi, seperti TPACK yang memadukan pengetahuan konten, pedagogik, dan teknologi, serta AR yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan objek geometri secara langsung, menjadi solusi yang menarik untuk meningkatkan pemahaman siswa. Bab ini juga menguraikan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu untuk mengetahui bagaimana model hybrid berbantuan AR dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep geometri, serta manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan teknologi ini dalam proses pembelajaran di sekolah.

Selanjutnya, pada *Deskripsi Produk* yang disajikan dalam bab kedua, kami menggambarkan lebih dalam mengenai konsep *Hybrid Learning*, sebuah model yang menggabungkan pembelajaran tatap muka dan daring, serta bagaimana penerapan AR dapat memberikan dampak positif dalam pembelajaran geometri. Dengan AR, siswa dapat melihat dan berinteraksi langsung dengan objek-objek geometri dalam bentuk tiga dimensi yang dapat meningkatkan daya tangkap mereka terhadap konsep yang abstrak. Selain itu, bab ini juga membahas fitur-fitur utama dari produk yang dikembangkan, yang berfungsi untuk memfasilitasi siswa dalam memahami konsep geometri dengan cara yang lebih menyenangkan dan mudah dipahami.

Bab ketiga, *Studi Kelayakan*, membahas kelayakan dari produk ini dalam berbagai aspek. Kami melakukan analisis terhadap kelayakan teknis, untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan dapat digunakan dengan baik di berbagai perangkat, serta kelayakan ekonomi untuk memastikan bahwa pengembangan dan implementasi produk ini dapat dilakukan dengan biaya yang efisien. Selain itu, kelayakan operasional juga dipertimbangkan untuk memastikan bahwa produk ini dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengajar dan siswa. Tak kalah pentingnya, analisis kelayakan sosial dan pendidikan serta kelayakan hukum juga dibahas untuk memastikan bahwa produk ini sesuai dengan kebutuhan pendidikan serta peraturan yang berlaku.

Terakhir, kelayakan jadwal juga menjadi pertimbangan agar pengembangan produk ini dapat dilakukan tepat waktu.

Bab keempat, *Analisis Risiko*, mengidentifikasi berbagai risiko yang mungkin timbul dalam pengembangan dan implementasi produk ini. Kami membahas risiko teknis yang berkaitan dengan pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras, risiko keuangan yang dapat mempengaruhi kelangsungan proyek, serta risiko sosial dan pendidikan yang dapat mempengaruhi adopsi produk oleh para pengajar dan siswa. Dengan adanya analisis risiko ini, kami berharap dapat memitigasi potensi masalah yang dapat menghambat kelancaran proyek.

Pada *Strategi Pengembangan Produk* yang dijelaskan dalam bab kelima, memaparkan langkah-langkah yang akan diambil dalam desain dan pengembangan produk, termasuk pengujian dan validasi untuk memastikan kualitas produk. Kami juga menjelaskan bagaimana produk ini akan diimplementasikan dan disebarluaskan kepada para pengajar dan siswa, sehingga dapat memberikan manfaat secara maksimal.

Dalam bab keenam, yang berjudul *Rencana Implementasi*, kami menyajikan *timeline* pengembangan produk yang jelas, serta strategi pemeliharaan dan pembaruan produk setelah implementasi. Bab ini memberikan gambaran langkah-langkah yang perlu dilalui untuk memastikan produk ini dapat diterapkan dengan sukses di lapangan, serta bagaimana produk ini akan terus diperbarui untuk mengikuti perkembangan teknologi dan kebutuhan pendidikan.

Terakhir yaitu *Kesimpulan* yang ada pada bab ketujuh. Kami merangkum temuan-temuan dari hasil kajian ini dan memberikan rekomendasi bagi langkah-langkah selanjutnya yang perlu diambil untuk mengoptimalkan penerapan model pembelajaran *hybrid* berbantuan AR. Kami berharap bahwa hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan metode pembelajaran yang lebih efektif dan dapat diterapkan di berbagai lembaga pendidikan di Indonesia.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang besar, tidak hanya bagi pengembangan teori dan praktik dalam pendidikan, tetapi juga bagi upaya peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia melalui pemanfaatan teknologi yang inovatif. Kami berharap buku ini dapat menjadi sumber inspirasi bagi para pendidik, pengembang produk edukasi, dan para peneliti yang tertarik untuk mengembangkan model pembelajaran berbasis teknologi dalam berbagai disiplin ilmu.

Serang, 10 November 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	4
C. Manfaat	7
BAB 2 DESKRIPSI PRODUK.....	11
A. Konsep <i>Model Hybrid Learning</i>	11
B. Konsep <i>Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)</i>	15
C. <i>Augmented Reality</i> dalam Pembelajaran Geometri	20
D. Fitur Utama Produk.....	33
BAB 3 STUDI KELAYAKAN	51
A. Kelayakan Teknis.....	51
B. Kelayakan Ekonomi	58
C. Kelayakan Operasional.....	67
D. Kelayakan Sosial dan Pendidikan	75
E. Kelayakan Keuangan	81
F. Kelayakan Lingkungan.....	90
G. Kelayakan Hukum	98
H. Kelayakan Jadwal	107
BAB 4 ANALISIS RISIKO.....	115
A. Analisis Risiko Teknis.....	115
B. Analisis Risiko Keuangan	117
C. Analisis Risiko Sosial dan Pendidikan	120
BAB 5 STRATEGI PENGEMBANGAN PRODUK.....	123
A. Desain dan Pengembangan: Desain Awal Produk	123
B. Proses Pengembangan Aplikasi AR	124

C. Strategi Pengujian dan Validasi Produk	
Model Hybrid Learning Berbasis TPACK dan AR.....	125
D. Implementasi dan Penyebaran:	
Strategi Implementasi dan Penyebaran	
Produk Model Hybrid Learning Berbasis TPACK dan AR.....	128
BAB 6 RENCANA IMPLEMENTASI	133
A. Rencana Implementasi Model Hybrid Learning	
Berbantuan Media Berbasis TPACK dan AR	133
B. Jadwal Peluncuran Produk Secara Bertahap	137
C. Pemeliharaan dan Pembaruan:	
Rencana Pemeliharaan dan Pembaruan	
Produk Model <i>Hybrid Learning</i> Berbantuan	
Media Berbasis TPACK dan AR	140
BAB 7 KESIMPULAN	145
A. Kesimpulan	145
B. Rekomendasi	147
DAFTAR PUSTAKA.....	151
PROFIL PENULIS	157

BAB 1

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pendidikan matematika, khususnya dalam pembelajaran geometri, memegang peran yang sangat penting dalam pengembangan kemampuan kognitif dan pemecahan masalah siswa. Geometri tidak hanya mengajarkan konsep dasar mengenai bentuk, ukuran, dan ruang, tetapi juga membentuk dasar untuk berpikir kritis dan logis, yang merupakan keterampilan penting dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai bidang profesional. Namun, meskipun peranannya yang sangat strategis, pembelajaran geometri sering kali menjadi tantangan baik bagi siswa maupun guru.

Menurut penelitian dari (Heni Pujiastuti & Haryadi, 2024), pemahaman geometri tidak hanya bergantung pada penguasaan rumus atau prosedur mekanis, tetapi juga pada pemahaman konsep yang mendalam, yang memerlukan pendekatan pembelajaran yang lebih visual dan kontekstual. Oleh karena itu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran geometri, khususnya dalam menciptakan representasi visual yang lebih nyata, dapat memberikan dampak yang besar terhadap pemahaman siswa.

Namun, pendekatan pembelajaran tradisional yang masih banyak diterapkan di Indonesia sering kali terbatas pada penggunaan buku teks dan papan tulis yang tidak cukup efektif dalam menyampaikan konsep-konsep abstrak seperti geometri. Hal ini diperburuk oleh keterbatasan fasilitas dan akses terhadap teknologi di banyak sekolah, terutama di daerah-daerah yang belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi digital dalam pendidikan (R Haryadi & Situmorang, 2021).

BAB 3

STUDI KELAYAKAN

A. KELAYAKAN TEKNIS

a. Pengembangan Aplikasi AR untuk Pembelajaran Geometri

Pengembangan aplikasi AR untuk pembelajaran geometri memerlukan integrasi antara perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*hardware*), dan platform distribusi yang tepat. Setiap komponen ini memiliki peran penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan efektif bagi siswa.

1. Perangkat Lunak (*Software*) untuk Pengembangan Aplikasi AR

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan aplikasi AR harus mampu mendukung pembuatan konten 3D, pemrograman interaksi, dan integrasi dengan teknologi AR. Beberapa perangkat lunak yang umum digunakan antara lain:

- a. *Unity 3D*: *Unity* adalah mesin pengembangan game yang populer yang mendukung pembuatan aplikasi AR. *Unity* menyediakan berbagai alat dan pustaka untuk membuat dan mengelola objek 3D, serta mendukung integrasi dengan berbagai *Software Development Kit* (SDK) AR seperti *Vuforia* dan *AR Foundation*.
- b. *Vuforia*: *Vuforia* adalah SDK AR yang memungkinkan pengenalan gambar dan pelacakan objek 3D. *Vuforia* dapat diintegrasikan dengan *Unity* untuk menciptakan pengalaman AR yang interaktif.
- c. *Blender*: *Blender* adalah perangkat lunak *open source* untuk pembuatan model 3D. Dalam konteks pembelajaran geometri, *blender* dapat digunakan untuk membuat model objek geometris yang akan digunakan dalam aplikasi AR.
- d. *Adobe Photoshop* dan *Illustrator*: Digunakan untuk membuat dan mengedit aset grafis 2D yang diperlukan dalam aplikasi AR, seperti ikon, tombol, dan elemen antarmuka pengguna.

BAB 4

ANALISIS RISIKO

A. ANALISIS RISIKO TEKNIS

a. Tantangan dalam Pengembangan AR

Pengembangan aplikasi AR untuk pembelajaran geometri menghadirkan berbagai tantangan teknis yang perlu diantisipasi. Salah satu risiko utama adalah kesulitan dalam pembuatan model 3D yang akurat dan realistis.

1. **Pembuatan Model 3D:** Model geometri 3D harus merepresentasikan objek matematika dengan tepat agar siswa dapat memahami konsep secara visual dan interaktif. Kesalahan dalam pembuatan model, seperti proporsi yang tidak akurat atau visualisasi yang membingungkan, dapat menurunkan efektivitas pembelajaran dan membuat pengalaman pengguna menjadi kurang optimal.
2. **Integrasi Materi dengan Teknologi AR:** Setiap objek 3D harus diintegrasikan dengan fitur interaktif, animasi, dan materi pembelajaran berbasis TPACK. Kompleksitas ini dapat memerlukan waktu pengembangan lebih lama dan meningkatkan kemungkinan adanya bug atau kesalahan teknis dalam aplikasi.
3. **Optimasi Performa:** Model 3D yang terlalu kompleks dapat menyebabkan aplikasi berjalan lambat pada perangkat dengan spesifikasi rendah, sehingga mengurangi pengalaman belajar siswa. Upaya optimasi performa menjadi penting agar aplikasi dapat berjalan lancar di berbagai perangkat.

BAB 5

STRATEGI PENGEMBANGAN PRODUK

A. DESAIN DAN PENGEMBANGAN: DESAIN AWAL PRODUK

Pengembangan produk ini dimulai dengan perencanaan yang matang untuk memastikan integrasi yang efektif antara teknologi, pedagogi, dan konten (TPACK) dalam pembelajaran geometri berbasis AR.

a. Analisis Kebutuhan Pengguna

Langkah pertama adalah melakukan penelitian untuk memahami kebutuhan siswa dan guru dalam pembelajaran geometri. Penelitian ini mencakup:

1. Survei dan Wawancara: Mengumpulkan data dari siswa dan guru mengenai tantangan yang dihadapi dalam memahami konsep geometri dan penggunaan teknologi dalam pembelajaran.
2. Analisis Kurikulum: Meninjau kurikulum geometri yang berlaku untuk memastikan kesesuaian materi dengan standar pendidikan nasional.

b. Desain Modul Pembelajaran

Berdasarkan hasil penelitian, modul pembelajaran dirancang dengan mempertimbangkan elemen-elemen TPACK:

1. Konten (C): Menyusun materi geometri yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan siswa.
2. Pedagogi (P): Merancang metode pengajaran yang interaktif dan berbasis masalah, yang mendukung eksplorasi dan pemecahan masalah oleh siswa.

BAB 6

RENCANA IMPLEMENTASI

A. RENCANA IMPLEMENTASI MODEL HYBRID LEARNING BERBANTUAN MEDIA BERBASIS TPACK DAN AR

a. Timeline Pengembangan

Pengembangan produk berbasis *hybrid learning* dengan dukungan TPACK dan AR direncanakan dalam beberapa tahapan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan dapat digunakan secara efektif dan memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Setiap fase dirancang untuk memastikan integrasi teknologi, pedagogi, dan konten pembelajaran yang tepat.

1. Fase 1: Perencanaan (1-2 Bulan)

Tahap ini akan mencakup semua kegiatan yang diperlukan untuk memulai proyek pengembangan produk AR dalam pembelajaran geometri, dengan fokus pada identifikasi tujuan dan kebutuhan.

a) Kegiatan Utama:

- 1) Penelitian dan analisis kebutuhan siswa dan pengajar dalam pembelajaran geometri.
- 2) Identifikasi elemen-elemen TPACK yang perlu diintegrasikan dalam produk pembelajaran.
- 3) Penentuan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan untuk pengembangan aplikasi AR.
- 4) Pembentukan tim pengembangan dan pengumpulan sumber daya.

b) Deliverables:

- 1) Laporan analisis kebutuhan.
- 2) Desain rencana pengembangan dan implementasi.

BAB 7

KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap berbagai aspek kelayakan, pengembangan produk model *hybrid learning* berbantuan media berbasis TPACK dan AR untuk pembelajaran geometri menunjukkan bahwa produk ini layak untuk dikembangkan dan memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran geometri di sekolah-sekolah.

Analisis teknis menunjukkan bahwa pengembangan aplikasi AR dan *platform hybrid* dapat dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak dan perangkat keras yang tersedia secara komersial. Teknologi AR memungkinkan visualisasi konsep geometri secara tiga dimensi, memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam bagi siswa. Tantangan teknis seperti pembuatan model 3D dan kompatibilitas perangkat dapat diatasi melalui prototyping, uji coba multi-perangkat, penggunaan standar industri seperti *Unity* dan *Vuforia*, serta pelatihan dan pendampingan bagi tim pengembang. Dengan strategi mitigasi yang tepat, risiko teknis dapat diminimalkan.

Dari aspek ekonomi, produk ini menunjukkan prospek pendanaan dan potensi keuntungan yang baik. Biaya pengembangan dan produksi konten AR dapat dikelola melalui diversifikasi sumber pendanaan, termasuk investasi, hibah, kerjasama dengan lembaga pendidikan, dan model bisnis berbasis lisensi atau langganan. Analisis risiko keuangan memperlihatkan bahwa keberlanjutan produk dapat dijaga melalui model bisnis yang berkelanjutan, strategi mitigasi risiko, dan proyeksi pendapatan yang realistis. Produk ini diperkirakan mampu memberikan *Return On Investment* (ROI) yang positif dengan penerimaan pasar

DAFTAR PUSTAKA

- AlFadalat, M., & Al-Azhari, W. (2022). An integrating contextual approach using architectural procedural modeling and augmented reality in residential buildings: the case of Amman city. *Heliyon*, 8(8), e10040. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10040>
- Amir, M. F., Fediyanto, N., Rudyanto, H. E., Nur Afifah, D. S., & Tortop, H. S. (2020). Elementary students' perceptions of 3Dmetric: A cross-sectional study. *Heliyon*, 6(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04052>
- Caswell, H., Alidoust, S., & Corcoran, J. (2025). Planning for livable compact vertical cities: A quantitative systematic review of the impact of urban geometry on thermal and visual comfort in high-rise precincts. *Sustainable Cities and Society*, 119, 106007. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.106007>
- Chennappan, R., & Vidyathulasiraman. (2023). An automated software failure prediction technique using hybrid machine learning algorithms. *Journal of Engineering Research*, 11(1), 100002. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100002>
- Del Cerro Velázquez, F., & Méndez, G. M. (2021). Application in augmented reality for learning mathematical functions: A study for the development of spatial intelligence in secondary education students. *Mathematics*, 9(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/math9040369>
- Elyakim, N. (2019). Perceptions of Transactional Distance in Blended Learning Using Location-Based Mobile Devices. *Journal of Educational Computing Research*, 57(1), 131–169. <https://doi.org/10.1177/0735633117746169>

- Gargish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2020). Augmented reality-based learning environment to enhance teaching-learning experience in geometry education. *Procedia Computer Science*, 172(2019), 1039–1046. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.152>
- Goebert, C., Greenhalgh, G., & Dwyer, B. (2022). A whole new ball game: Fan perceptions of augmented reality enhanced sport broadcasts. *Computers in Human Behavior*, 137, 107388. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107388>
- Haataja, E. S. H., Chan, M. C. E., Salonen, V., & Clarke, D. J. (2022). Can noncomplementarity of agency lead to successful problem solving? A case study on students' interpersonal behaviors in mathematical problem-solving collaboration. *Learning and Instruction*, 82, 101657. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101657>
- Haroen, H., Adistie, F., Agustina, H. R., & Juniarti, N. (2024). Effect of integrated English hybrid learning for undergraduate nursing students on students' self-perceived communication competence and communication apprehension: A quasi-experiment study. *Heliyon*, 10(15), e35350. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35350>
- Haryadi, R., & Situmorang, R. (2021). Effectiveness of use direct learning models for higher order thinking skills of pre-service physics teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 12042.
- Haryadi, Rudi, & Pujiastuti, H. (2022). Fun Physics Learning Using Augmented Reality. *AIP Conference Proceedings*, 2468(June 2010). <https://doi.org/10.1063/5.0102799>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers and Education*, 153(April), 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>

- Kemp, A., & Vidakovic, D. (2021). Ways secondary mathematics teachers apply definitions in Taxicab geometry for a real-life situation: Midset. *The Journal of Mathematical Behavior*, 62, 100848.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100848>
- Low, D. Y. S., Poh, P. E., & Tang, S. Y. (2022). Assessing the impact of augmented reality application on students' learning motivation in chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 39, 31–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.02.004>
- McDougall, T., & Phillips, M. (2024). Contextual considerations in TPACK: Collaborative processes in initial teacher education. *Computers and Education Open*, 7, 100207. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100207>
- Mohammadpour, E., & Maroofi, Y. (2025). The disparity between performance-based and self-reported measures of TPACK: Implications for teacher education and professional development. *Computers in Human Behavior Reports*, 17, 100554. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100554>
- Ou Yang, F.-C., Lai, H.-M., & Wang, Y.-W. (2023). Effect of augmented reality-based virtual educational robotics on programming students' enjoyment of learning, computational thinking skills, and academic achievement. *Computers & Education*, 195, 104721. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104721>
- Pan, S., Hafez, B., Iskandar, A., & Ming, Z. (2024). Integrating constructivist principles in an adaptive hybrid learning system for developing social entrepreneurship education among college students. *Learning and Motivation*, 87, 102023. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lmot.2024.102023>
- Pujiastuti, H, & Haryadi, R. (2020). The Use of Augmented Reality Blended Learning for Improving Understanding of Food Security. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 59–69.

- Pujiastuti, Heni, & Haryadi, R. (2023a). Enhancing Mathematical Literacy Ability through Guided Inquiry Learning with Augmented Reality. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10(1), 43–50.
- Pujiastuti, Heni, & Haryadi, R. (2023b). Enhancing mathematical literacy ability through guided inquiry learning with augmented reality. *JEELR*.
- Pujiastuti, Heni, & Haryadi, R. (2024). The Effectiveness of Using Augmented Reality on the Geometry Thinking Ability of Junior High School Students. *Procedia Computer Science*, 234, 1738–1745.
- Pujiastuti, Heni, & Haryadi, R. (2022). Development of augmented reality with the ADDIE model in mathematics learning. *AIP Conference Proceedings*, 2468(1), 70008.
- Pujiastuti, Heni, Hidayat, S., Hendrayana, A., & Haryadi, R. (2024). Creation of Mathematics Learning Media Based on Augmented Reality to Enhance Geometry Teaching and Learning. *E3S Web of Conferences*, 482, 5012.
- Rizki, I. A., Mirsa, F. R., Islamiyah, A. N., Saputri, A. D., Ramadani, R., & Habibulloh, M. (2025). Ethnoscience-enhanced physics virtual simulation and augmented reality with inquiry learning: Impact on students' creativity and motivation. *Thinking Skills and Creativity*, 57, 101846.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101846>
- Schmid, M., Brianza, E., Mok, S. Y., & Petko, D. (2024). Running in circles: A systematic review of reviews on technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 214, 105024.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105024>
- Sdravopoulou, K., Manuel, J., & Gonz, M. (2021). *Educating Adults with a Location-Based Augmented Reality Game : A Content Analysis Approach*.

- Silva, M., Bermúdez, K., & Caro, K. (2023). Effect of an augmented reality app on academic achievement, motivation, and technology acceptance of university students of a chemistry course. *Computers & Education: X Reality*, 2, 100022. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100022>
- Teo, T., Khazaie, S., & Derakhshan, A. (2022). Exploring teacher immediacy-(non)dependency in the tutored augmented reality game-assisted flipped classrooms of English for medical purposes comprehension among the Asian students. *Computers & Education*, 179, 104406. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104406>
- Voronina, M. V., Tretyakova, Z. O., Krivonozhkina, E. G., Buslaev, S. I., & Sidorenko, G. G. (2019). Augmented reality in teaching descriptive geometry, engineering and computer graphics-systematic review and results of the russian teachers' experience. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12), 1–17. <https://doi.org/10.29333/ejmste/113503>
- Wang, Y.-H. (2017). Exploring the effectiveness of integrating augmented reality-based materials to support writing activities. *Computers & Education*, 113, 162–176. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.013>
- Wut, T., Wong, H. S., & Sum, C. K. (2025). Person-to-person interactions in hybrid teaching and learning. *International Journal of Educational Research Open*, 9, 100485. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100485>
- Yang, F., & Wang, H. (2023). Computers & Education Tracking visual attention during learning of complex science concepts with augmented 3D visualizations. *Computers & Education*, 193(October 2022), 104659. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104659>

- Yang, Y., Xia, Q., Liu, C., & Chiu, T. K. F. (2025). The impact of TPACK on teachers' willingness to integrate generative artificial intelligence (GenAI): The moderating role of negative emotions and the buffering effects of need satisfaction. *Teaching and Teacher Education*, 154, 104877. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104877>
- Yi-Ming Kao, G., & Ruan, C.-A. (2022). Designing and evaluating a high interactive augmented reality system for programming learning. *Computers in Human Behavior*, 132, 107245. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107245>
- Yip, J., Wong, S., Yick, K., Chan, K., & Wong, K. (2019). Computers & Education Improving quality of teaching and learning in classes by using augmented reality video. *Computers & Education*, 128(September 2018), 88–101. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.014>
- Zhu, W., Jiang, Z., & He, Y. (2025). Geometry-sensitive semantic modeling in visual and visual-language domains for image captioning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 147, 110330. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.110330>

PROFIL PENULIS



Prof. Dr. Heni Pujiastuti, S.Pd., M.Pd. Lahir di Serang, 10 Agustus 1982, merupakan dosen di Jurusan Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sultan Ageng Titrayasa (Untirta). Menyelesaikan pendidikan sarjana pada tahun 2006 pada Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Lampung, pendidikan magister tahun 2008 dan pendidikan doktor tahun 2014 pada Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia. Heni mulai berkarir sebagai dosen di Untirta sejak 2008 dan berhasil memperoleh gelar Guru Besar bidang ilmu Strategi Pembelajaran Matematika tahun 2023 pada usia 40 tahun. Selain mengajar, Heni juga aktif dan telah berhasil memperoleh berbagai hibah penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Selama berkarir, Heni telah menulis lebih dari 20 judul buku dan lebih dari 30 Hak Cipta. Beberapa karya bukunya yaitu Model-model Pembelajaran untuk Mengembangkan HOTS dalam Matematika, Perencanaan Pembelajaran Matematika, dan Media Pembelajaran Matematika.



Assoc. Prof. Dr. Rudi Haryadi, S.Si., M.PFis. adalah seorang dosen, peneliti, dan penulis aktif di bidang pendidikan fisika dan teknologi pendidikan di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (Untirta), Banten. Ia menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Lampung (Fisika), S2 di Institut Teknologi Bandung (Pengajaran Fisika), dan meraih gelar doktor (S3) di Universitas Negeri Jakarta dalam bidang Teknologi Pendidikan, dengan disertasi yang

fokus pada pengembangan model pembelajaran berbasis Augmented Reality untuk meningkatkan HOTS siswa.

Selain aktif mengajar dan membimbing mahasiswa, Rudi Haryadi juga terlibat berbagai penelitian yang dibiayai oleh LPPM dan Kemenristekdikti, serta aktif menulis lebih dari 30 artikel ilmiah yang tersebar di jurnal nasional dan internasional terindeks Scopus dan WOS. Kepakarannya tercermin dari berbagai publikasi ilmiah yang telah dimuat dalam jurnal bereputasi serta rekam jejak indeksasi yang mencakup *Scopus (ID: 57207957145)* dan *Web of Science (ID: ADW-1927-2022)*.

Di bidang penulisan buku, Rudi Haryadi telah menerbitkan sejumlah buku ajar dan referensi di antaranya ***Gelombang, Fisika Umum, Fisika Terapan, Model Pembelajaran Fisika, dan Model Flipped Classroom untuk Pembelajaran Konseptual Dinamika Partikel***. Dengan latar belakang keilmuan yang kuat dan pengalaman lapangan yang luas, Rudi Haryadi berkomitmen untuk terus mengembangkan inovasi pendidikan yang kontekstual dan relevan dengan kebutuhan zaman, khususnya dalam meningkatkan kualitas buku ajar.



Asst. Prof. Dhafid Wahyu Utomo, M.A. adalah seorang dosen tetap di Jurusan Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten. Ketertarikan penulis terhadap bahasa Inggris dimulai pada tahun 2002 silam. Hal ini mendorong penulis untuk mengejar pendidikan S1 di Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas

Sarjanawiyata Tamansiswa, dan berhasil lulus pada tahun 2007. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S2 di Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada, dengan mengambil studi Ilmu Linguistik dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2009.

Kepakaran penulis mencakup Pendidikan Bahasa Inggris dan Ilmu Linguistik. Sebagai seorang dosen profesional, penulis aktif sebagai peneliti dalam bidang kepakarannya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mendapatkan dukungan dari internal perguruan tinggi. Kepakarannya tercermin dari berbagai publikasi ilmiah yang telah dimuat dalam jurnal bereputasi serta rekam jejak indeksasi yang mencakup Scopus (ID: 57222613451) dan Web of Science (ID: AAG-9868-2021). Penulis juga berkomitmen untuk memberikan pengabdian kepada masyarakat sebagai implementasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Selain itu, penulis juga aktif menulis artikel jurnal ilmiah dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara.

Feasibility Study ini bertujuan menilai kelayakan pengembangan model Hybrid Learning yang diperkaya dengan media berbasis TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) serta teknologi Augmented Reality (AR) untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep geometri pada peserta didik. Studi ini dilakukan sebagai tahap awal sebelum implementasi model secara luas, dengan fokus pada aspek kelayakan teknis, pedagogis, teknologis, serta respon pengguna.

Prototipe model hybrid learning dirancang dengan mengintegrasikan prinsip TPACK sebagai dasar penyelarasan konten geometri, strategi pedagogis, dan dukungan teknologi digital. Media AR digunakan untuk menghadirkan representasi objek geometri secara visual dan interaktif, sehingga memudahkan siswa memahami konsep abstrak melalui pengalaman belajar imersif. Studi kelayakan melibatkan analisis kebutuhan, validasi ahli, serta uji coba terbatas guna memperoleh gambaran efektivitas awal dan penerimaan pengguna.

Hasil feasibility study diharapkan menunjukkan bahwa model hybrid learning berbantuan media TPACK-AR ini feasible diterapkan, mudah diadaptasi oleh guru, serta mampu meningkatkan pemahaman konsep geometri siswa. Temuan ini akan menjadi dasar pengembangan lanjutan dan implementasi skala lebih luas dalam pembelajaran matematika berbasis teknologi.

