

Perancangan dan Evaluasi NUMORi sebagai Media Pembelajaran Numerasi Montessori Berbasis Cetak 3D untuk Anak Usia Dini

Ihsan Verdian^{1*}, Yogi Primadasa²

¹Fakultas Komputer, Universitas Universal

² Sistem Informasi, STMIK Bina Nusantara Jaya Lubuklinggau

*Corresponding author E-mail: ihsanverdian@uvers.ac.id

Article Info

Article history:

Received 30-11-2025

Revised 15-12-2025

Accepted 30-12-2025

Keyword:

Nomtesori, 3D Models, learning media, number, saintific design method

ABSTRACT

The long-term objective of this research is to develop an applied scientific design model in the field of multimedia engineering for producing 3D-based educational products aligned with the Montessori learning philosophy. This study aims to contribute to the establishment of a standardized design framework for early childhood numeracy learning media that integrates scientific rigor, aesthetic value, and functional effectiveness. The specific target of this research is the development of a physical prototype called NUMORi (Numerical Montessori 3D Model), an interactive learning aid produced using 3D printing technology and designed through a scientific design approach, along with the acquisition of intellectual property rights (IPR) for the educational product and the development of an implementation guidebook for kindergarten learning environments. The research employs a scientific design methodology consisting of needs observation, design problem formulation, 3D model design hypothesis development, experimentation through modeling and 3D printing, and evaluation through trials in Montessori schools in Batam City. Data are collected through observations, teacher interviews, and expert assessments. The findings are expected to provide both theoretical and practical contributions to the development of scientific design methods in interactive multimedia and education.



Copyright © 2025. This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Kemampuan numerasi sejak usia dini merupakan fondasi penting bagi perkembangan kognitif, akademik, dan keterampilan pemecahan masalah anak di masa depan. Laporan OECD [1] menunjukkan bahwa anak yang memiliki kemampuan numerasi dasar yang baik pada usia prasekolah cenderung menunjukkan capaian akademik yang lebih tinggi pada jenjang pendidikan selanjutnya, khususnya dalam bidang sains, teknologi, dan matematika[2]. Namun, berbagai studi internasional dan nasional mengindikasikan bahwa pembelajaran numerasi anak usia dini masih menghadapi tantangan serius, terutama terkait dengan metode pembelajaran yang terlalu abstrak dan kurang memberikan pengalaman konkret bagi anak[3]

Di Indonesia, hasil Asesmen Nasional dan laporan Kemendikbudristek [4] menunjukkan bahwa kemampuan numerasi peserta didik masih berada pada kategori perlu penguatan, bahkan sejak jenjang pendidikan dasar. Kondisi ini menegaskan pentingnya intervensi sejak pendidikan anak usia dini melalui media dan metode pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik perkembangan anak. Anak usia dini berada pada tahap operasional konkret, sehingga membutuhkan pengalaman belajar yang bersifat manipulatif, sensorik, dan eksploratif untuk memahami konsep numerik secara bermakna.

Pendekatan Montessori telah lama diakui sebagai salah satu model pembelajaran yang efektif dalam mengembangkan numerasi anak usia dini. Filosofi Montessori menekankan penggunaan material konkret yang dirancang secara sistematis untuk membantu anak membangun pemahaman

konsep abstrak melalui pengalaman langsung dan berulang. Penelitian terkini menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran berbasis Montessori mampu meningkatkan kemampuan berhitung, pengenalan pola, serta pemahaman kuantitas pada anak usia 4–6 tahun secara signifikan dibandingkan metode konvensional [5]). Selain itu, material Montessori yang bersifat *self-correcting* dan *hands-on* terbukti meningkatkan kemandirian dan fokus belajar anak [6].

Seiring perkembangan teknologi, inovasi media pembelajaran tidak lagi terbatas pada alat peraga konvensional. Teknologi multimedia dan manufaktur aditif, khususnya *3D printing*, membuka peluang baru dalam pengembangan media pembelajaran fisik yang presisi, adaptif, dan terjangkau. Studi global menunjukkan peningkatan signifikan penggunaan *3D printing* dalam konteks pendidikan, dengan tingkat adopsi di institusi pendidikan meningkat lebih dari 35% sejak tahun 2021 [7]. Teknologi ini memungkinkan pendidik dan peneliti merancang alat peraga yang disesuaikan dengan kebutuhan pedagogis spesifik, termasuk pendidikan anak usia dini [8].

Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa media pembelajaran berbasis objek 3D fisik memiliki keunggulan dibandingkan media digital 2D dalam pembelajaran numerasi awal. Anak-anak yang belajar menggunakan objek 3D manipulatif menunjukkan pemahaman konsep bilangan dan relasi kuantitas yang lebih baik, serta tingkat retensi yang lebih tinggi [9]. Hal ini disebabkan oleh keterlibatan multisensorik yang dihasilkan oleh interaksi langsung dengan objek fisik, yang mendukung perkembangan kognitif dan motorik halus anak.

Di bidang *multimedia engineering*, pendekatan desain saintifik semakin mendapat perhatian sebagai metode sistematis untuk menghasilkan produk edukatif yang valid dan efektif. Pendekatan ini mengadaptasi prinsip metode ilmiah—observasi, perumusan masalah, pengembangan hipotesis desain, eksperimen, dan evaluasi—ke dalam proses perancangan produk multimedia. Penelitian Blessing dan Chakrabarti yang diperbarui dalam konteks desain modern [10] menegaskan bahwa desain saintifik memungkinkan integrasi antara kebutuhan pengguna, prinsip estetika, dan fungsi teknis secara terukur. Studi lanjutan menunjukkan bahwa produk edukatif yang dikembangkan melalui pendekatan desain saintifik memiliki tingkat keberterimaan pengguna dan efektivitas pembelajaran yang lebih tinggi [11].

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji penggunaan media digital interaktif, augmented reality, dan aplikasi pembelajaran numerasi untuk anak usia dini, sebagian besar masih berfokus pada media berbasis layar (*screen-based learning*). Padahal, laporan WHO [12] dan American Academy of Pediatrics menekankan perlunya pembatasan paparan layar pada anak usia dini serta mendorong penggunaan media pembelajaran berbasis aktivitas fisik dan interaksi langsung. Dalam konteks ini, media pembelajaran

fisik berbasis 3D menjadi alternatif strategis yang relevan dan aman bagi perkembangan anak.

Penelitian tentang integrasi filosofi Montessori dengan teknologi *3D printing* masih relatif terbatas. Beberapa studi eksploratif menunjukkan bahwa material Montessori yang diproduksi menggunakan *3D printing* memiliki tingkat presisi tinggi, fleksibilitas desain, dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan material komersial [13] [7]. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya belum menggunakan kerangka desain saintifik yang terstruktur, sehingga sulit direplikasi dan distandardisasi.

Selain itu, sebagian besar riset yang ada masih berorientasi pada produk akhir, bukan pada model atau metode desain yang mendasarinya. Padahal, pengembangan standar desain media pembelajaran sangat penting untuk menjamin kualitas, keamanan, dan kesesuaian pedagogis, khususnya untuk anak usia dini. Studi sistematis oleh Tejera et al. [2] [14] menegaskan bahwa kurangnya model desain terapan yang teruji menjadi salah satu kendala utama dalam implementasi *3D printing* di pendidikan anak usia dini.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, diperlukan kajian yang tidak hanya menghasilkan produk inovatif, tetapi juga merumuskan model desain saintifik terapan yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan media edukatif berbasis 3D. Penelitian ini memposisikan diri pada irisan antara multimedia engineering, pendidikan anak usia dini, dan filosofi Montessori dengan fokus pada pembelajaran numerasi.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model desain saintifik terapan dalam bidang multimedia engineering untuk menghasilkan media pembelajaran numerasi anak usia dini berbasis 3D yang sesuai dengan prinsip Montessori. Produk yang dikembangkan berupa purwarupa fisik **NUMORI (Numerical Montessori 3D Model)**, yaitu alat peraga interaktif hasil cetak *3D printer* yang dirancang melalui tahapan desain saintifik yang sistematis. Proses penelitian meliputi observasi kebutuhan pembelajaran numerasi di lingkungan taman kanak-kanak, perumusan masalah desain, pengembangan hipotesis desain model 3D, eksperimen melalui proses *3D modeling* dan *printing*, serta evaluasi melalui uji coba terbatas di sekolah Montessori.

Data penelitian dikumpulkan melalui observasi pembelajaran, wawancara dengan guru Montessori, serta penilaian kualitas produk oleh ahli desain multimedia dan pendidikan anak usia dini. Analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi pola penerapan metode saintifik yang efektif dalam pengembangan media edukatif berbasis 3D. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya menghasilkan purwarupa inovatif yang layak digunakan di lingkungan pembelajaran, tetapi juga memberikan kontribusi teoretis berupa model desain saintifik terapan yang dapat direplikasi dan dikembangkan lebih lanjut.

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pendidik, desainer multimedia, dan pengembang media pembelajaran dalam merancang alat peraga numerasi yang aman, efektif, dan sesuai dengan karakteristik anak usia dini. Selain itu, penelitian ini juga diarahkan pada perolehan Hak Kekayaan Intelektual (HAKI) desain produk edukatif serta penyusunan buku panduan implementasi NUMORi, sehingga memiliki dampak berkelanjutan bagi pengembangan pendidikan anak usia dini berbasis inovasi teknologi.

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain saintifik (scientific design method) karena menyediakan kerangka kerja yang sistematis dan berbasis metode ilmiah dalam proses perancangan dan pengembangan media interaktif. Pendekatan ini menekankan tahapan observasi, perumusan masalah, pengembangan hipotesis desain, eksperimen, analisis data, serta penarikan kesimpulan, sehingga setiap keputusan desain didasarkan pada data empiris dan hasil pengujian yang terukur[15]. Desain saintifik memungkinkan identifikasi kebutuhan dan permasalahan pengguna sejak tahap awal, sehingga potensi kesalahan desain dapat diminimalkan dan kualitas produk akhir dapat ditingkatkan[16]. Berbeda dengan metode pengembangan perangkat lunak konvensional seperti Software Development Life Cycle (SDLC) maupun Game Development Life Cycle (GDLC) yang berfokus pada alur teknis pengembangan sistem, pendekatan desain saintifik lebih sesuai untuk pengembangan media edukatif karena melibatkan integrasi aspek pedagogis, desain visual, interaksi pengguna, estetika, serta fungsi pembelajaran secara komprehensif, sehingga produk yang dihasilkan tidak hanya layak secara teknis tetapi juga valid dan efektif secara edukatif.



Gambar 1. Tahapan Scientific Method

Gambar di atas adalah tahapan Scientific Method sebagaimana. Berikut Adalah penjelasn tahapan-tahapannya

1. Observation

Tahap observasi dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan nyata dalam pembelajaran numerasi anak usia dini. Observasi dilaksanakan di lingkungan taman kanak-kanak berbasis Montessori dengan fokus pada aktivitas belajar numerasi, jenis media pembelajaran yang digunakan, tingkat keterlibatan anak, serta kendala yang dihadapi guru. Data observasi diperoleh melalui pengamatan langsung, catatan lapangan, dan dokumentasi proses pembelajaran.

2. Research Topic Area

Berdasarkan hasil observasi, ditentukan area topik penelitian yang relevan, yaitu pengembangan media pembelajaran numerasi anak usia dini berbasis objek 3D fisik yang selaras dengan prinsip Montessori dan dirancang menggunakan pendekatan desain saintifik. Tahap ini mencakup penetapan fokus penelitian, batasan studi, serta tujuan penelitian dalam konteks multimedia engineering dan pendidikan anak usia dini.

3. Hypothesis

Hipotesis penelitian dirumuskan sebagai dugaan ilmiah terhadap solusi yang ditawarkan. Hipotesis menyatakan bahwa media pembelajaran numerasi berbasis cetak 3D yang dirancang melalui pendekatan desain saintifik dan berlandaskan prinsip Montessori dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran numerasi, keterlibatan belajar, dan kemandirian anak usia dini dibandingkan media konvensional.

4. Test with Experiment

Pengujian hipotesis dilakukan melalui eksperimen pengembangan dan penerapan purwarupa media pembelajaran. Tahap ini meliputi perancangan model 3D, proses 3D printing, serta uji coba penggunaan media di lingkungan pembelajaran. Eksperimen difokuskan pada pengujian fungsionalitas media, kemudahan penggunaan, keamanan, serta respons anak dan guru terhadap media yang dikembangkan.

5. Analyze Data

Data hasil eksperimen dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan terhadap hasil observasi dan wawancara guru untuk mengidentifikasi pola penggunaan dan respons pengguna. Analisis kuantitatif digunakan untuk menilai peningkatan capaian numerasi dan tingkat keterlibatan

anak. Hasil analisis digunakan untuk menilai validitas hipotesis penelitian.

6. Report Conclusion

Tahap akhir adalah pelaporan dan penarikan kesimpulan penelitian berdasarkan hasil analisis data. Kesimpulan mencakup efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan, kontribusi metode desain saintifik terhadap kualitas produk, serta implikasi teoretis dan praktis bagi pengembangan media pembelajaran numerasi anak usia dini. Tahap ini juga menghasilkan rekomendasi untuk penelitian lanjutan dan implementasi di lingkungan pendidikan yang lebih luas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh melalui penerapan tahapan desain saintifik dalam pengembangan media pembelajaran numerasi anak usia dini berbasis 3D yang mengadopsi prinsip Montessori, berupa purwarupa fisik **NUMORi (Numerical Montessori 3D Model)**. Hasil penelitian disajikan berdasarkan tahapan utama penelitian, meliputi hasil observasi awal, hasil pengembangan produk, hasil uji coba, serta hasil analisis data.

1. Hasil Observasi Kebutuhan Pembelajaran

Observasi awal yang dilakukan di lingkungan taman kanak-kanak berbasis Montessori menunjukkan bahwa pembelajaran numerasi masih didominasi oleh penggunaan material konvensional yang jumlahnya terbatas, kurang variatif, serta belum sepenuhnya mendukung diferensiasi tingkat kemampuan anak. Guru menyampaikan bahwa beberapa alat peraga numerasi yang tersedia memiliki ukuran yang kurang ergonomis, mudah rusak, dan sulit diperbanyak karena biaya pengadaan yang relatif tinggi. Selain itu, ditemukan bahwa sebagian anak mengalami kesulitan memahami konsep kuantitas dan relasi bilangan ketika pembelajaran dilakukan secara abstrak atau menggunakan lembar kerja.

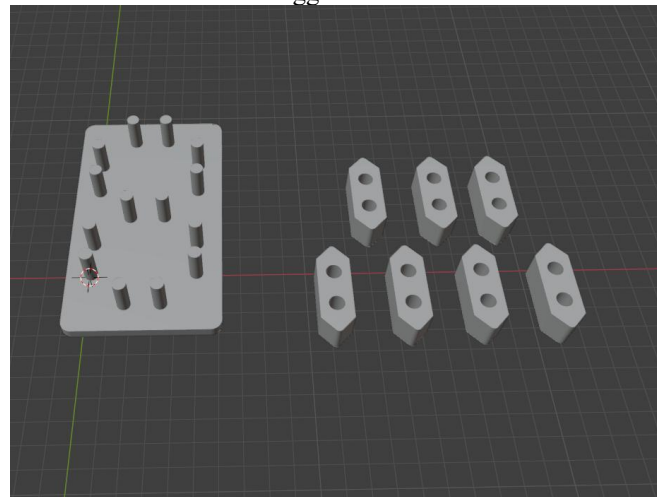
Hasil observasi juga menunjukkan bahwa anak lebih terlibat secara aktif ketika pembelajaran menggunakan material konkret yang dapat disentuh, disusun, dan dipindahkan secara mandiri. Temuan ini memperkuat kebutuhan akan media pembelajaran numerasi berbasis objek fisik manipulatif yang aman, presisi, dan sesuai dengan prinsip Montessori.

2. Hasil Pengembangan Purwarupa NUMORi

Berdasarkan hasil observasi dan perumusan hipotesis desain, dikembangkan purwarupa NUMORi, yaitu seperangkat alat peraga numerasi berbasis cetak 3D yang terdiri dari modul pengenalan bilangan, representasi kuantitas, serta aktivitas pengelompokan dan pencocokan angka. Desain produk dirancang dengan mempertimbangkan

aspek pedagogis Montessori, seperti self-correcting, hands-on learning, gradasi tingkat kesulitan, serta kemandirian anak.

Proses 3D modeling menghasilkan objek dengan ukuran ergonomis untuk tangan anak usia dini, sudut tumpul untuk keamanan, serta tingkat presisi tinggi dalam representasi jumlah dan simbol angka. Hasil 3D printing menunjukkan bahwa seluruh komponen NUMORi dapat diproduksi dengan konsistensi bentuk dan kualitas yang baik, serta memiliki daya tahan yang memadai untuk penggunaan berulang dalam kegiatan pembelajaran. Gambar 4.1 dibawah merupakan hasil dari desain NUMORi menggunakan Blender.



Gambar 4.1 Hasil Desain 3D

Sedangkan untuk hasil cetak menggunakan printer 3D dapat dilihat pada gambar 4.2. Dimana hasil desain 3D yang telah disesuaikan dengan kebutuhan terlihat sangat presisi dan mudah untuk digunakan. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah. Gambar



4.2 Hasil Cetak 3D

3. Hasil Uji Coba Media Pembelajaran NUMORi

Uji coba media pembelajaran NUMORi (Numerical Montessori 3D Model) dilaksanakan pada 15 anak usia 4–6 tahun di satu taman kanak-kanak berbasis Montessori selama 4 kali pertemuan pembelajaran numerasi. Setiap sesi berlangsung ± 30 menit dan difokuskan pada aktivitas

pengenalan angka, pencocokan kuantitas, serta berhitung sederhana menggunakan media NUMORI.

Hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan keterlibatan anak selama proses pembelajaran. Tingkat keterlibatan diukur menggunakan lembar observasi dengan indikator: fokus perhatian, partisipasi aktif, kemandirian, dan ketekunan menyelesaikan tugas. Skala penilaian menggunakan rentang 1–4 (1 = sangat rendah, 4 = sangat tinggi).

Tabel 1. Rata-rata Skor Keterlibatan Anak

<i>Indikator Keterlibatan</i>	<i>Indikator Keterlibatan</i>	<i>Indikator Keterlibatan</i>
Fokus perhatian	2,1	3,5
Partisipasi aktif	2,3	3,6
Kemandirian belajar	2,0	3,4
Ketekunan	2,2	3,5
Rata-rata total	2,15	3,50

Hasil tersebut menunjukkan peningkatan rata-rata keterlibatan sebesar +1,35 poin, yang mengindikasikan bahwa media NUMORI mampu menarik perhatian anak dan mendorong keterlibatan aktif selama pembelajaran numerasi.

Selain observasi, guru juga memberikan penilaian terhadap kemudahan penggunaan dan kesesuaian media dengan prinsip Montessori. Sebanyak 93% guru menyatakan bahwa NUMORI mudah digunakan, dan 100% guru menyatakan media tersebut selaras dengan prinsip hands-on dan self-correcting Montessori.

4. Hasil Analisis Data Pembelajaran Numerasi

Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengukur peningkatan kemampuan numerasi anak sebelum dan sesudah penggunaan media NUMORI. Aspek numerasi yang diukur meliputi:

1. Pengenalan angka 1–10
2. Pemahaman kuantitas
3. Pencocokan angka dengan jumlah
4. Berhitung sederhana (penjumlahan konkret)

Penilaian menggunakan skor 0–100 berdasarkan rubrik penilaian perkembangan numerasi anak usia dini.

Tabel 2. Rata-rata Skor Kemampuan Numerasi Anak

<i>Aspek Numerasi</i>	<i>Pra-Uji</i>	<i>Pasca-Uji</i>	<i>Peningkatan</i>
Pengenalan angka	62,4	82,1	+19,7
Pemahaman kuantitas	58,7	79,3	+20,6
Pencocokan angka-jumlah	60,2	81,5	+21,3
Berhitung sederhana	55,9	76,8	+20,9
Rata-rata keseluruhan	59,3	79,9	+20,6

Data menunjukkan adanya peningkatan rata-rata kemampuan numerasi sebesar 20,6 poin setelah penggunaan media NUMORI. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek pencocokan angka dengan jumlah, yang merupakan aktivitas utama dalam penggunaan media berbasis objek 3D manipulatif. Analisis kualitatif dari wawancara guru menguatkan temuan kuantitatif tersebut. Guru menyatakan bahwa anak lebih mudah memahami konsep jumlah karena dapat “melihat, memegang, dan menghitung langsung” objek numerasi. Anak juga menunjukkan penurunan kesalahan konsep, khususnya dalam membedakan simbol angka dan kuantitas.

5. Temuan Model Desain Saintifik Terapan

Selain menghasilkan produk media pembelajaran, penelitian ini juga menghasilkan temuan model desain saintifik terapan dalam pengembangan media pembelajaran numerasi berbasis 3D. Model ini terbukti efektif karena setiap tahapan desain berkontribusi langsung terhadap kualitas produk dan hasil pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis, kontribusi tiap tahapan desain saintifik dapat dirangkum sebagai berikut:

Tabel 3. Kontribusi Tahapan Desain Saintifik

<i>Tahapan Desain Saintifik</i>	<i>Kontribusi terhadap Produk</i>
Observation	Identifikasi kebutuhan nyata dan masalah pedagogis
Research Topic Area	Penentuan fokus desain dan batasan produk
Hypothesis	Perumusan solusi berbasis teori Montessori
Test with Experiment	Validasi fungsi, keamanan, dan usability produk

Analyze Data	Evaluasi efektivitas pembelajaran numerasi
Report Conclusion	Perumusan model desain replikatif

Model desain saintifik terapan ini menunjukkan bahwa integrasi antara **analisis pedagogis, eksperimen teknis 3D printing, dan evaluasi pengguna** mampu menghasilkan media pembelajaran yang tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga efektif secara edukatif. Model ini bersifat **replikatif dan adaptif**, sehingga dapat diterapkan dalam pengembangan media pembelajaran lain untuk pendidikan anak usia dini.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model desain saintifik terapan dalam bidang multimedia engineering untuk menghasilkan media pembelajaran numerasi anak usia dini berbasis objek 3D yang selaras dengan prinsip Montessori. Penerapan tahapan desain saintifik yang sistematis—meliputi observasi, perumusan masalah, pengembangan hipotesis desain, eksperimen, analisis data, dan penarikan kesimpulan—terbukti mampu menghasilkan produk media pembelajaran yang valid secara pedagogis, layak secara teknis, dan efektif dalam mendukung pembelajaran numerasi anak usia dini.

Hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa media pembelajaran NUMORi (Numerical Montessori 3D Model) mampu meningkatkan keterlibatan belajar, kemandirian, dan fokus anak selama proses pembelajaran numerasi. Secara kuantitatif, terjadi peningkatan signifikan pada kemampuan numerasi anak, khususnya dalam pengenalan angka, pemahaman kuantitas, pencocokan angka dengan jumlah, serta berhitung sederhana. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan objek 3D fisik yang bersifat manipulatif dan multisensorik memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan media konvensional.

Selain menghasilkan purwarupa inovatif, penelitian ini juga memberikan kontribusi teoretis berupa model desain saintifik terapan yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan media pembelajaran edukatif berbasis 3D, khususnya untuk pendidikan anak usia dini. Model ini menekankan pentingnya integrasi antara analisis kebutuhan pedagogis, prinsip desain Montessori, dan eksperimen teknis berbasis 3D printing secara terukur dan replikatif.

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pendidik, desainer multimedia, dan pengembang media pembelajaran sebagai referensi dalam merancang alat peraga numerasi yang aman, efektif, dan sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lanjutan, baik dalam skala implementasi yang lebih luas, pengujian efektivitas jangka panjang, maupun pengembangan

standar desain media pembelajaran berbasis 3D yang berorientasi pada kualitas dan keberlanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas dukungan dan kontribusi yang luar biasa dalam penelitian ini. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi, terutama kepada tim pengembang, guru, dan siswa siswi Taman Kanak-Kanak yang telah turut serta dalam penerapan dan evaluasi media pembelajaran Matematika tentang bangun ruang. Tanpa dukungan dan kerja sama mereka, pencapaian dan pengembangan proyek ini tidak akan dapat terwujud.

Terima kasih juga disampaikan kepada para guru yang telah memberikan masukan berharga serta bimbingan selama proses pengembangan, sehingga media ini dapat memenuhi kebutuhan pembelajaran siswa dengan lebih baik. Semua kontribusi Anda sangat berarti bagi kami dalam meningkatkan kualitas pendidikan Matematika, khususnya dalam memadukan teori dengan aplikasi praktis melalui media pembelajaran interaktif.

Peneliti berharap, dengan keberhasilan proyek ini, media pembelajaran yang dikembangkan dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi proses belajar mengajar di sekolah dan mendorong siswa untuk lebih memahami serta menguasai konsep bangun ruang secara mendalam dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Sidik, "Skor PISA, Acuan Tingkat Keterampilan Pelajar dalam Visi Indonesia Emas 2045," Kompas. [Online]. Available: <https://www.kompas.id/artikel/skor-pisa-acuan-tingkat-keterampilan-pelajar-dalam-visi-indonesia-emas-2045>
- [2] I. Dwijayanti, A. A. Nugroho, I. Khasanah, and E. Utami, "Pengenalan Numerasi Awal pada Anak Usia 0-6 Tahun melalui Activity Book di Pos PAUD Nusa Indah Jaya 8," vol. 8, no. 6, pp. 1657–1665, 2024, doi: 10.31004/obsesi.v8i6.6143.
- [3] D. Ngurah and L. Laksana, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LITERASI DAN," vol. 7, no. 1, pp. 12–23, 2024, doi: 10.17977/um038v7i12024p012.
- [4] S. Aranditio, "Kejar Ketinggalan Literasi dan Numerasi Melalui Kompetisi," Kompas. [Online]. Available: <https://www.kompas.id/artikel/kejar-ketinggalan-literasi-dan-numerasi-melalui-kompetisi>
- [5] C. Marshall, "Montessori education : a review of the evidence base," *npj Sci. Learn.*, no. September, pp.

- 1–9, 2017, doi: 10.1038/s41539-017-0012-7.
- [6] J. J. Randolph *et al.*, “Montessori education ’ s impact on academic and nonacademic outcomes : A systematic review,” 2023, doi: 10.1002/cl2.1330.
- [7] T. Laufer, “Bringing 3D Printing Into Student Teachers Mathematic Education,” in *Research on STEM Education in the Digital Age*, 2023, pp. 49–56.
- [8] N. Made, A. Suryaningsih, I. G. W. Sudatha, I. K. Suartama, and M. H. Santosa, “Aulad : Journal on Early Childhood Implementasi Pembelajaran STEAM Terhadap Kemampuan Literasi Anak Usia Dini : Systematic Literature Review,” vol. 8, no. 3, pp. 1226–1235, 2025, doi: 10.31004/aulad.v8i3.1280.
- [9] H. El Banna and EtAll, “Evaluation of internal fit and marginal adaptation of 3d printed versus cad/cam milled provisional anterior crowns (in-vitro study),” pp. 3–9, 2024.
- [10] A. Chakrabarti, “A Review of Theories and Models of Design,” vol. 95, 2015.
- [11] R. Muqadas, “DESAIN DAN PEMBUATAN BAHAN AJAR BERDASARKAN PENDAHULUAN Salah satu faktor pendukung terhadap keberhasilan penerapan kurikulum 2013 yang berlaku saat ini adalah ketersediaan perangkat pembelajaran yang layak dan relevan . Perangkat pembelajaran mencakup re,” vol. 2, no. 1, pp. 106–115, 2015.
- [12] N. Maniar, E. Bennett, S. Hand, and G. Allan, “The effect of mobile phone screen size on video based learning,” vol. 3, no. 4, pp. 51–61, 2008.
- [13] R. Ari, “Montessori Yönteminin Anaokulu Çocuklarının İlköğretime Hazır Bulunuşluklarına Etkisinin,” vol. 11, no. 4, pp. 2091–2110, 2011.
- [14] D. Syofiyanti, R. D. Marta, Y. Franssisca, D. Budiarti, and D. Bengkulu, “Media Smartboard Sebagai Teknologi Interaktif dalam Meningkatkan Minat Belajar Anak Usia Dini Smartboard Media as an Interactive Technology in Improving Early Childhood ’ s Interest in Learning,” no. 76, 2025.
- [15] M. Musa, “Educational Products Quality and Its Effect on Student Loyalty Trough Mediating Student Satisfaction,” 2023.
- [16] Rosiyanti, “Desain Media Pembelajaran Geometri Ruang Berbasis Powtoon,” 2020.