

**PENGARUH TINGKAT KEMAMPUAN VISUALISASI TERHADAP
KUALITAS PEMODELAN 3D DIGITAL ARSITEKTUR (STUDI KASUS
MAHASISWA PENDIDIKAN TEKNIK ARSITEKTUR)**



SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Oleh

Muhamad Fahmi El Fikri

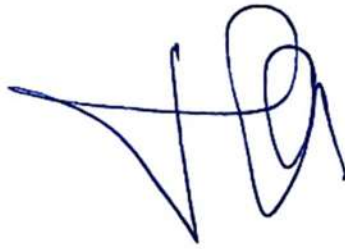
2101927

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ARSITEKTUR
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
MUHAMAD FAHMI EL FIKRI
PENGARUH TINGKAT KEMAMPUAN VISUALISASI TERHADAP
KUALITAS PEMODELAN 3D DIGITAL ARSITEKTUR (STUDI KASUS
MAHANISWA PENDIDIKAN TEKNIK ARSITEKTUR)

Disetujui dan dasahkan oleh pembimbing

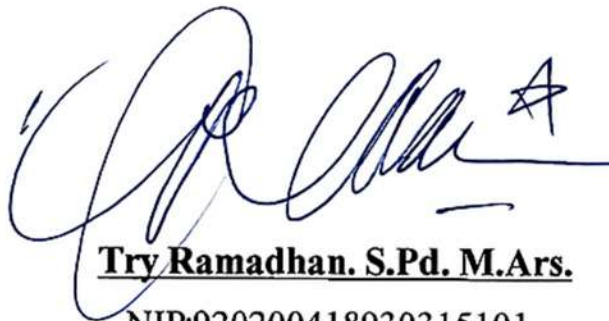
Pembimbing I



Prof. Dr. Johar Maknun. M.Si

NIP: 19680308198301 002

Pembimbing II



Try Ramadhan. S.Pd. M.Ars.

NIP: 920200418930315101

Mengetabui

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Arsitektur



Dr. Fauzi Rahmanullah, S.Pd., M.T.

NIP: 1976120720050111003

**PENGARUH TINGKAT KEMAMPUAN VISUALISASI TERHADAP
KUALITAS PEMODELAN 3D DIGITAL ARSITEKTUR (STUDI KASUS
MAHASISWA PENDIDIKAN TEKNIK ARSITEKTUR)**

Oleh

Muhamad Fahmi El Fikri

**Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Bahasa dan Seni**

© Muhamad Fahmi El Fikri 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Oktober 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Tingkat Kemampuan Visualisasi Terhadap Kualitas Pemodelan 3D Digital Arsitektur (Studi Kasus Mahasiswa Pendidikan Teknik Arsitektur)” sepenuhnya merupakan karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan atau penjiplakan dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya secara jelas. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarisme dalam karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, saya bersedia menerima segala konsekuensi dan sanksi yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh kesadaran.

Bandung, 30 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhamad Fahmi EL Fikri
NIM. 2101927

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penelitian berjudul “Pengaruh kemampuan visualisasi terhadap kualitas pemodelan 3D digital arsitektur” dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam juga senantiasa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman..

Penelitian ini dilakukan sebagai syarat kelulusan sarjana program studi Pendidikan Teknik Arsitektur, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia. Selain untuk menambah pemahaman dan wawasan bagi penulis dan para pembaca, penelitian ini juga diharapkan dapat menjawab permasalahan mengenai sejauh mana pengaruh kemampuan visualisasi terhadap kualitas pemodelan 3D digital arsitektur pada mahasiswa Pendidikan Teknik Arsitektur.

Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan sumbangsih yang signifikan bagi upaya peningkatan mutu pendidikan tinggi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ilmiah ini masih memiliki kekurangan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat dinantikan guna penyempurnaan studi di masa mendatang.

Bandung, 30 Juni 2025



Muhamad Fahmi El Fikri
NIM.2101927

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyelesaian karya ilmiah ini merupakan sebuah perjalanan yang tidak luput dari berbagai tantangan. Namun, berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan tulus dari berbagai pihak, penulis berhasil merampungkannya. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis hendak menghaturkan ucapan terima kasih yang mendalam. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada dosen pembimbing I, Bapak Prof. Dr. H. Johar Maknun, M.Si., serta dosen pembimbing II, Bapak Try Ramadhan, S.Pd., S.Ars., M.Ars., yang telah dengan sabar meluangkan waktu, memberikan arahan, dan bimbingan esensial dalam penyusunan karya ilmiah ini. Apresiasi yang sama juga penulis haturkan kepada Bapak Dr. Fauzi Rahmannullah, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Arsitektur, atas segala kemudahan dan bantuan dalam urusan akademik.

Proses penelitian ini juga tidak akan berjalan lancar tanpa kontribusi dari seluruh Bapak/Ibu Validator Instrumen yang telah berkenan memberikan validasi serta masukan berharga. Terima kasih tulus juga ditujukan kepada seluruh rekan mahasiswa PTA angkatan 2023 atas kesediaannya berpartisipasi sebagai sampel penelitian. Di atas segalanya, dukungan terbesar penulis datang dari kedua orang tua tercinta, yang doanya serta dukungan moril maupun materilnya senantiasa mengiringi setiap langkah. Tidak lupa, terima kasih untuk seluruh sahabat dan teman sejawat yang selalu membantu dan memberikan semangat.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

**Pengaruh Tingkat Kemampuan Visualisasi Terhadap Kualitas
Pemodelan 3D Digital Arsitektur (Studi Kasus Mahasiswa Pendidikan
Teknik Arsitektur)**

Muhamad Fahmi El Fikri
Program Studi Pendidikan Teknik Arsitektur
Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kemampuan visualisasi dan kualitas pemodelan 3D digital arsitektur mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Arsitektur Universitas Pendidikan Indonesia, serta menganalisis pengaruh di antara keduanya. Pendekatan yang diterapkan adalah kuantitatif dengan metode penelitian korelasional dan rancangan studi prediktif. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa keterampilan visualisasi mahasiswa tergolong sedang dengan rata-rata 80,9%, yang terdiri dari aspek mental rotasi (73,6%) dan mental transformasi (88,2%). Sementara itu, kualitas pemodelan 3D digital arsitektur tergolong sedang dengan rata-rata 62,6%, mencakup aspek akurasi model (62,6%), akurasi dimensi (68,1%), dan organisasi model (57,4%). Hasil analisis regresi linear sederhana mengungkapkan pengaruh positif dan signifikan antara kemampuan visualisasi dan kualitas pemodelan 3D digital arsitektur, dengan koefisien determinasi mencapai 29,7%. Dengan kata lain, 29,7% variasi dalam kualitas pemodelan 3D digital arsitektur dapat dijelaskan oleh kemampuan visualisasi, sedangkan yang lainnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Studi ini menekankan signifikansi pengembangan kemampuan visualisasi untuk memperbaiki mutu hasil pemodelan digital mahasiswa.

Kata kunci: kemampuan visualisasi, pemodelan 3D digital, arsitektur, mahasiswa

“The Effect of Visualization Ability Level on the Quality of Digital 3D Architectural Modeling (Case Study of Architecture Education Students)”

ABSTRACT

This study aims to measure the level of visualization ability and the quality of 3D digital architectural modeling among students of the Architecture Education Program at Universitas Pendidikan Indonesia, as well as to analyze the relationship between the two. A quantitative approach was applied using a correlational research method with a predictive study design. The findings indicate that students' visualization skills are at a moderate level, with an average score of 80.9%, consisting of mental rotation (73.6%) and mental transformation (88.2%) components. Meanwhile, the quality of 3D digital architectural modeling is also categorized as moderate, with an average score of 62.6%, covering model accuracy (62.6%), dimensional accuracy (68.1%), and model organization (57.4%). A simple linear regression analysis revealed a positive and significant correlation between visualization ability and the quality of 3D digital modeling, with a coefficient of determination of 29.7%. In other words, 29.7% of the variation in 3D modeling quality can be explained by visualization ability, while the remaining percentage is influenced by other factors. This study highlights the importance of enhancing visualization skills to improve the quality of students' digital modeling outcomes.

Keywords: visualization ability, 3D digital modeling, architecture, students

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Uraian Teori.....	7
2.2 Penelitian Terdahulu.....	14
2.3 Kerangka Berpikir	20
2.4 Hipotesis Penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Pendekatan, Metode, dan Desain Penelitian.....	21
3.2 Variabel dan Paradigma Penelitian.....	21
3.3 Lokasi, Populasi, dan Sampel Penelitian.....	21
3.4 Teknik Pengumpulan Data Penelitian dan Kisi-Kisi Instrumen.....	23
3.5 Teknik Pengembangan Instrumen Penelitian	26
3.6 Prosedur Penelitian	28
3.7 Teknik Analisis Data	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas	33
4.2 Tabulasi Data	40
4.3 Hasil Analisis Data	42
4.4 Pembahasan	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan.....	73

5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN-LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir.....	20
Gambar 3. 1Paradigma Penelitian	21
Gambar 3. 2 Hasil Uji Statistik Power Analysis.....	23
Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian	28
Gambar 4. 1 Dokumentasi Pengambilan Data.....	42
Gambar 4. 2 Diagram doughnut frekuensi jenis kelamin	43
Gambar 4. 3 Diagram doughnut frekuensi jenis pendidikan menengah atas.....	44
Gambar 4. 4 Diagram doughnut persebaran nilai kemampuan visualisasi responden ...	45
Gambar 4. 5 Histogram kemampuan visualisasi berdasarkan gender responden.....	46
Gambar 4. 6 Histogram Kemampuan Visualisasi berdasarkan Pendidkan Menengah Atas	46
Gambar 4. 7 Histogram nilai aspek kemampuan visualisasi	47
Gambar 4. 8 Histogram nilai aspek kemampuan visualisasi berdasarkan gender responden	48
Gambar 4. 9 Histogram nilai aspek kemampuan visualisasi berdasarkan pendidikan menengah atas responden	49
Gambar 4. 10 Diagram persebaran kategori nilai kualitas pemodelan 3D digital arsitektur responden.....	51
Gambar 4. 11 Contoh hasil responden.....	51
Gambar 4. 12 Contoh hasil responden.....	52
Gambar 4. 13 Contoh hasil responden.....	52
Gambar 4. 14 Histogram Nilai pemodelan 3D digital arsitektur berdasarkan gender responden.....	53
Gambar 4. 15 Histogram nilai pemodelan 3D digital arsitektur berdasarkan pendidikan menengah atas responden	54
Gambar 4. 16 Histogram nilai aspek pemodelan 3D digital arsitektur.....	55
Gambar 4. 17 Histogram nilai aspek pemodelan 3D digital arsitektur berdasarkan gender responden.....	56
Gambar 4. 18 Histogram nilai aspek pemodelan 3D digital arsitektur berdasarkan pendidikan menengah atas responden	57
Gambar 4. 19 Histogram nilai skewness kemampuan visualisasi	59
Gambar 4. 20 Histogram nilai skewness kualitas pemodelan 3D digital arsitektur	59
Gambar 4. 21 Scatter plot korelasi kemampuan visualisasi dengan kualitas pemodelan 3D digital arsitektur	61
Gambar 4. 22 Histogram korelasi antar aspek	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Aspek Visualisasi.....	9
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	14
Tabel 3. 1 Populasi Penelitian.....	22
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Kemampuan Visualisasi.....	25
Tabel 3. 3 Kisi-kisi pemodelan 3D digital arsitektur.....	25
Tabel 3. 4 Ketentuan Uji Validitas	27
Tabel 3. 5 Kriteria pengelompokan hasil tes visualisasi.....	29
Tabel 3. 6 Kriteria pengelompokan hasil pemodelan 3D digital arsitektur	30
Tabel 3. 7 Koefisien Korelasi	31
Tabel 4. 1 Rangkuman hasil validitas ahli visualisasi	33
Tabel 4. 2 Rangkuman hasil validitas ahli visualisasi	34
Tabel 4. 3 Rangkuman hasil validitas ahli pemodelan 3D digital arsitektur	35
Tabel 4. 4 Rangkuman hasil validitas ahli visualisasi	36
Tabel 4. 5 Rangkuman hasil validitas ahli visualisasi	37
Tabel 4. 6 Kisi-kisi final instrumen visualisasi.....	39
Tabel 4. 7 Hasil uji reliabilitas.....	40
Tabel 4. 8 Rangkuman hasil data.....	41
Tabel 4. 9 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden	42
Tabel 4. 10 Distribusi Frekuensi Jenis Pendidikan Menengah Atas Responden.....	43
Tabel 4. 11 Persebaran kategori nilai kemampuan visualisasi responden.....	45
Tabel 4. 12 Nilai visualisasi berdasarkan karakteristik responden.....	45
Tabel 4. 13 Nilai aspek visualisasi.....	47
Tabel 4. 14 Nilai aspek visualisasi berdasarkan karakteristik responden.....	48
Tabel 4. 15 Persebaran kategori nilai kualitas pemodelan 3D digital arsitektur responden	50
Tabel 4. 16 Nilai pemodelan 3D digital arsitektur berdasarkan karakteristik responden.....	52
Tabel 4. 17 Nilai aspek pemodelan 3D digital arsitektur	54
Tabel 4. 18 Nilai aspek pemodelan 3D digital arsitektur ditinjau dari data profile.....	55
Tabel 4. 19 Uji Normalitas	58
Tabel 4. 20 Uji Linearitas	60
Tabel 4. 21 Uji heteroskedastisitas	60
Tabel 4. 22 Uji regresi linear sederhana	62
Tabel 4. 23 Uji determinasi.....	63
Tabel 4. 24 Hasil Uji korelasi antar aspek.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Profil Validator Ahli.....	79
Lampiran 2. Hasil Uji Validitas Ahli.....	80
Lampiran 3. Hasil Uji Validitas Konstruk.....	108
Lampiran 4. Instrumen Visualisasi.....	110
Lampiran 5. Instrumen Pemodelan 3D Digital Arsitektur	135
Lampiran 6. Data Hasil Tes Visualisasi.....	138
Lampiran 7. Data Hasil Tes Pemodelan 3D Digital Arsitektur	139
Lampiran 8. Hasil Uji Prasayarat.....	140
Lampiran 9. Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana.....	145
Lampiran 10. Surat Tugas Dosen Pembimbing	146
Lampiran 11. Surat Rekomendasi Seminar	148
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian	150
Lampiran 12. Hasil Cek Plagiasi.....	151

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, H. H. N. (2024). Pengaruh kemampuan penalaran spasial terhadap hasil belajar pada elemen desain pemodelan bangunan (DPB) peserta didik SMK Negeri 2 Tasikmalaya [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia].
- Amalia, S., Kusdiwelirawan, A., & Laksanawati, W. D. (2020). Pengembangan tes visual spasial pada materi geometry of solids. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 5(1), 105-112
- Armstrong, T. (2009). *Multiple Intelligences in the Classroom*. ASCD.
- Azizah Adlina. (2020). *Hubungan kecerdasan visual spasial dengan kreativitas siswa pada mata pelajaran kewirausahaan di SMK Telkom Pekanbaru*. Skripsi
- Bishnoi, V., Patel, R., & Sharma, P. (2021). Visual elements in architectural renderings: A study on realism and perception. *Journal of Architectural Visualization*, 12(3), 210-225.
- Branoff, T. J., & Dobelis, M. (2012). The relationship between spatial visualization ability and students' ability to model 3D objects from engineering assembly drawings. *Engineering Design Graphics Journal*, 76(3), 37-48.
- Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2018). A heuristic framework of spatial ability: A review and synthesis of spatial factor literature to support its translation into STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 29, 653-685. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9442-x>
- Charles, S., & Peyret, N. (2023). How to characterise performance in engineering freshmen's modelling tasks. *Education for Chemical Engineers*, 44, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.01.002>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates
- Dobbins, J. (2009). *Shading and depth perception in visual representation*. Cambridge University Press.
- Evanadi, R. (2014). Pengaruh kecerdasan spasial, pemanfaatan sarana gambar teknik, dan kompetensi kognitif gambar teknik terhadap kualitas gambar teknik siswa kelas X program keahlian elektronika industri SMK Negeri 3 Wonosari [Tesis, Universitas Negeri Yogyakarta].

- Hamid, Abdul (2017) *Perbandingan Prestasi Belajar Antara Mahasiswa Yang Berlatar Belakang Pendidikan SMA dan SMA dan SMK Pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Tahun Masuk 2013 FT UNP*. Bachelor/Skripsi thesis, Universitas Negeri Padang.
- Hartini, S. (2013). Evaluating quality indicators in architectural rendering: A review. *Journal of Design Metrics*, 9(4), 300-320.
- Karmann, C., & Wong, L. (2020). Lighting design and perception in architecture. *Architectural Science Review*, 63(4), 412-425.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). Standar kelengkapan gambar arsitektur. Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. MIT Press.
- Ma, T., & Liu, J. (2019). Enhancing design workflow through real-time rendering technology. *Computer-Aided Design Review*, 27(1), 45-60.
- Maeda, Y., Yoon, S. Y., & Imbrie, P. K. (2013). Psychometric properties of the revised PSVT-R for measuring first-year engineering students' spatial ability. *International Journal of Engineering Education*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/261760571>
- Mada, U. G. (2024). *AL-MAIYYAH*. 17(2), 106–122.
- Maier, N. R. F. (1996). *Psychological Research on Spatial Ability*. *Journal of Educational Psychology*.
- Moritz, A., & Youn, S.-Y. (2022). Spatial ability of transitioning 2D to 3D designs in virtual environment: Understanding spatial ability in apparel design education. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 15(3), 223–232. <https://doi.org/10.1080/17543266.2022.2065860>
- Muhammad Yaumi. *Pembelajaran berbasis Multiple Intelligences*. (Jakarta: PT.Dian Rakyat, 2012).
- Nana Syaodih Sukmadinata. (2005). *Landasan psikologi proses pendidikan*. Bandung: Rosda Karya.
- Newcombe, N. S. (2010). *Thinking Spatially in the Science Classroom*. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 517-5

- Nugraha, B. S. (2023). *Studi Perbandingan Kecepatan, Ukuran, Kualitas Vray dan Arnold dalam Proses Rendering 3D Model Arsitektural*. Jurnal Teknologi Informasi, 15(2), 123-135.
- Nugraha, B. S., Nurrizky, A., Ariatmanto, D., & Lukman. (2023). Studi perbandingan kecepatan, ukuran, kualitas Vray dan Arnold dalam proses rendering 3D model arsitektural. Information System Journal (INFOS), 6(2), 44-50
- Nurul Hidayati Rofiah. Menerapkan multiple intelligences dalam pembelajaran di sekolah dasar. (Jurnal dinamika pendidikan dasar) VOLUME 8, NO 1, MARET 2016
- Olajide, S. M., State, O., Tope, T., State, O., Adejoke, O. L., State, O., Bishop, O. B., State, O., Kowoforola, D. C., State, O., Akintunde, F. A., State, O., Pearl, O. A., & State, O. (2023). *A Study on Gender Performance in Architectural Design Studio*. 8(4), 2450–2455.
- Ramadhan Evanadi.(2014) *Pengaruh kecerdasan spasial , pemanfaatan sarana gambar teknik, dan kompetensi kognitif gambar teknik terhadap kualitas gambar teknik siswa kelas x program keahlian elektronika industri smk negeri 3 Wonosari*. Skripsi
- Remondino, F., & El-Hakim, S. (2006). Image-based 3D modelling: A review. The Photogrammetric Record, 21(115), 269–291. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2006.00383.x>
- Roca-González, C., Martín-Gutiérrez, J., García-Domínguez, M., & Mato Carrodegua, M. C. (2017). Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13(2), 441-468
- Salamah, R. R. I. (2019). Pengaruh kecerdasan visual-spasial terhadap kemampuan penataan ruang dalam secara digital pada mata pelajaran aplikasi perangkat lunak dan perancangan interior gedung di SMKN 2 Garut [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia].

- Steinhauer, J. (2012). Correlation between a student's performance on the Mental Cutting Test and their 3D parametric modeling ability. *Engineering Design Graphics Journal*, 76(3), 6–14.
- Susianti, O. M., & Srifariyati. (2024). Perumusan variabel dan indikator dalam penelitian kuantitatif kependidikan. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 9(1), 18–29
- Syarifudin, R., Hakim, A., & Pratama, B. (2023). Exploring the efficiency of real-time rendering in Enscape for architectural presentations. *Proceedings of the International Conference on Digital Architecture*, 8(1), 88-97.
- Tsigeman, E. S., Likhanov, M. V., Budakova, A. V., Akmalov, A., Sabitov, I., Alenina, E., Bartseva, K., & Kovas, Y. (2023). Persistent gender differences in spatial ability, even in STEM experts. *Heliyon*, 9(4), e15247. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15247>
- Universitas Pendidikan Indonesia. (2024). Pedoman penulisan karya ilmiah tahun 2024. Universitas Pendidikan Indonesia
- Universitas Pendidikan Indonesia. (2024). Pedoman penyelenggaraan pendidikan tahun 2024. Universitas Pendidikan Indonesia
- Waskitaningtyas, K., & Supriyanto, E. (2023). Dasar-dasar desain pemodelan dan informasi bangunan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- Yoon, S. Y. (2013). Psychometric properties of the Revised PSVT:R for measuring first year engineering students' spatial ability. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 1090–1102.
- Zhang, X., & Wang, Y. (2021). Real-time rendering integration in architectural design: A study on Enscape. *Digital Architecture Journal*, 15(2), 105-119.