

**RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS
AUGMENTED REALITY DENGAN MODEL *DISCOVERY LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI
TOPOLOGI JARINGAN
SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer



Oleh:
Aldianto Prabowo Adi
2106146

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS
AUGMENTED REALITY DENGAN MODEL *DISCOVERY LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI
TOPOLOGI JARINGAN**

Oleh
Aldianto Prabowo Adi
2106146

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer

© Aldianto Prabowo Adi
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

ALDIANTO PRABOWO ADI
RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *AUGMENTED*
***REALITY* DENGAN MODEL *DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN**
BERPIKIR KRITIS PADA MATERI TOPOLOGI JARINGAN

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Jajang Kusnendar, M.T

NIP. 197506012008121001

Pembimbing II



Enjun Junaeti, M.Si.

NIP. 197304242008121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer



Dr. Wahyudin, M. T

NIP. 197304242008121001

**RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS
AUGMENTED REALITY DENGAN MODEL *DISCOVERY LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI
TOPOLOGI JARINGAN**

oleh:

Aldianto Prabowo Adi – aldiapr@upi.edu
2106146

ABSTRAK

Kemampuan berpikir kritis (*Critical Thinking*) merupakan keterampilan esensial abad ke-21, khususnya bagi lulusan SMK yang dituntut mampu memecahkan masalah kompleks, mengambil keputusan cepat, dan beradaptasi dengan perkembangan teknologi. Namun hasil studi 2015-2020 menunjukkan kemampuan ini di kalangan siswa SMA/SMK masih relatif rendah, sehingga diperlukan inovasi pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* (AR) terintegrasi *Discovery Learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada materi topologi jaringan. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE dan desain *One Group Pretest* dan *Posttest*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan skor *N-Gain* 0,59 (kategori sedang) dan perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*. Respon siswa terhadap media mencapai 83,37% dan memperoleh kategori “Sangat Baik”, menunjukkan bahwa media mudah digunakan, dan membantu pemahaman konsep. Dengan demikian, media AR berbasis *Discovery Learning* efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis sekaligus mempermudah pemahaman materi yang bersifat abstrak seperti topologi jaringan.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, Berpikir Kritis FRISCO, *Discovery Learning*, Topologi Jaringan.

***DESIGN OF AUGMENTED REALITY-BASED LEARNING MEDIA WITH
DISCOVERY LEARNING MODEL TO IMPROVE CRITICAL THINKING ON
NETWORK TOPOLOGY MATERIAL***

arranged by:

Aldianto Prabowo Adi – aldiapr@upi.edu

2106146

ABSTRACT

Critical thinking skills are essential in the 21st century, especially for vocational school graduates who are required to be able to solve complex problems, make quick decisions, and adapt to technological developments. However, studies conducted between 2015 and 2020 show that these skills among high school and vocational school students are still relatively low, necessitating interactive and contextual learning innovations. This study developed an Augmented Reality (AR) learning medium integrated with Discovery Learning to enhance critical thinking skills in network topology material. The method used was Research and Development (R&D) with the ADDIE model and a One Group Pretest and Posttest design. The research results showed an improvement in critical thinking skills with an N-Gain score of 0.59 (moderate category) and a significant difference between pretest and posttest scores. Student responses to the media reached 83.37% and received the “Very Good” category, indicating that the media is easy to use, and aids in concept understanding. Thus, AR-based Discovery Learning media effectively improves critical thinking skills while simplifying the understanding of abstract concepts such as network topology.

Keywords: Augmented Reality, Critical Thinking FRISCO, Discovery Learning, Network Topology.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Struktur Organisasi Skripsi	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1. Augmented Reality.....	10
2.1.1. Definisi Augmented Reality.....	10
2.1.2. <i>Mark-Based Augmented Reality</i>	11
2.1.3. Penerapan <i>Augmented Reality</i> dalam Pendidikan	11
2.2. Model Discovery Learning	13
2.2.1. Definisi Discovery Learning	13
2.2.2. Sintaks Discovery Learning	14
2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Discovery Learning	17
2.3. Berpikir Kritis	17
2.3.1. Definisi Berpikir Kritis	18
2.3.2. Indikator Berpikir Kritis FRISCO.....	18
2.4. Topologi Jaringan.....	19
2.5. <i>State of the Art</i>	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1. Metode Penelitian.....	25
3.2. Desain Penelitian.....	26

3.3. Partisipan.....	26
3.4. Instrumen Penelitian.....	26
3.4.1. Instrumen Penilaian Media dan Materi.....	27
3.4.2. Instrumen Tanggapan Siswa.....	31
3.4.3. Instrumen Soal	33
3.4.4. Lembar Observasi Kelompok Pembelajaran.....	33
3.5. Prosedur Penelitian.....	37
3.5.1. Tahap <i>Analyze</i>	38
3.5.2. Tahap <i>Design</i>	38
3.5.3. Tahap <i>Development</i>	39
3.5.4. Tahap <i>Implement</i>	39
3.5.5. Tahap <i>Evaluate</i>	40
3.6. Teknik Analisis Data	40
3.6.1. Analisis Instrumen Soal	40
3.6.2. Analisis Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	43
3.6.3. Uji Wilcoxon Signed-Rank Test.....	47
3.6.4. Uji Normalized Gain (N-Gain)	49
3.6.5. Analisis Data Penilaian Validasi Media	50
3.6.6. Analisis Data Penilaian Tanggapan Siswa	51
3.6.7. Analisis Data Observasi Pembelajaran	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1. Hasil Penelitian	54
4.1.1. Tahap <i>Analyze</i>	54
4.1.2. Tahap <i>Design</i>	66
4.1.3. Tahap <i>Development</i>	80
4.1.4. Tahap <i>Implement</i>	101
4.1.5. Tahap <i>Evaluate</i>	111
4.2. Hasil Pembahasan	140
4.2.1. Penerapan Media <i>Augmented Reality</i> dalam Implementasi Pembelajaran dengan Model <i>Discovery Learning</i>	141
4.2.2. Peningkatan Berpikir Kritis dalam Implementasi <i>Augmented Reality</i> yang Mendukung <i>Discovery Learning</i>	144
4.2.3. Hasil Observasi Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Secara Berkelompok Berdasarkan Tahapan FRISCO Pada Setiap Pertemuan Pembelajaran.....	149

4.2.4. Tanggapan Peserta didik terhadap <i>Augmented Reality</i> yang mengimplementasikan model <i>Discovery Learning</i>	153
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	156
5.2. Kesimpulan	156
5.3. Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA.....	160
LAMPIRAN.....	166

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sintaks Model Discovery Learning.....	14
Tabel 2. 2 Indikator Berpikir Kritis (FRISCO).....	19
Tabel 2. 3 <i>State of Art</i>	21
Tabel 3. 1 Desain Penelitian.....	26
Tabel 3. 2 Instrumen Penilaian Media.....	27
Tabel 3. 3 Instrumen Tanggapan Siswa Terhadap Media.....	31
Tabel 3. 4 Format Lembar Judgement Instrumen Soal	33
Tabel 3. 5 Format Lembar Observasi Kelompok Pembelajaran	35
Tabel 3. 6 Klasifikasi Kriteria <i>Pearson Product Moment</i>	41
Tabel 3. 7 Kriteria Reliabilitas	42
Tabel 3. 8 Kategori Tingkat Kesukaran.....	42
Tabel 3. 9 Kriteria Daya Pembeda (Arikunto, 2018)	43
Tabel 3. 10 Kriteria Pengambilan Keputusan Uji Normalitas.....	45
Tabel 3. 11 Kriteria Pengambilan Keputusan Uji Homogenitas	47
Tabel 3. 12 Interpretasi Uji <i>N-Gain</i>	50
Tabel 3. 13 Kategori Tafsiran <i>N-Gain</i>	50
Tabel 3. 14 Kategori Penilaian Media.....	51
Tabel 3. 15 Kategori Hasil Penilaian Media	51
Tabel 3. 16 Keterangan Penilaian Tanggapan Siswa.....	51
Tabel 3. 17 Kategori Perolehan Nilai Tanggapan Siswa.....	52
Tabel 3. 18 Keterangan Penilaian Observasi Kelompok.....	52
Tabel 3. 19 Kategori Perolehan Nilai Lembar Observasi Kelompok.....	53
Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas Instrumen Soal	70
Tabel 4. 2 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Soal.....	71
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Indeks Kesukaran	71
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Indeks Daya Pembeda	71
Tabel 4. 5 Soal yang Diperbaiki	72
Tabel 4. 6 Soal yang digunakan sebagai <i>Pretest</i>	73
Tabel 4. 7 Soal yang digunakan sebagai <i>Posttest</i>	75
Tabel 4. 8 Kesimpulan Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> yang digunakan berdasarkan Aspek FRISCO	77
Tabel 4. 9 Tampilan dan Aktivitas Kognitif pada Media	94
Tabel 4. 10 Tabel Hasil Pengujian Media	95
Tabel 4. 11 Tabel Kesimpulan Aktivitas Pembelajaran Guru dan Siswa	107
Tabel 4. 12 Tabel Klasifikasi Siswa untuk Kelompok	112
Tabel 4. 13 Tabel Hasil Uji Normalitas.....	114
Tabel 4. 14 Tabel Hasil Uji Homogenitas	115
Tabel 4. 15 Interpretasi Uji Homogenitas	115
Tabel 4. 16 Hasil Uji <i>Wilcoxon Signed-Rank Test</i>	116
Tabel 4. 17 Hasil Uji Statisik	116
Tabel 4. 18 Tabel Analisis Tanggapan Siswa	117
Tabel 4. 19 Hasil Uji <i>N-Gain</i> Kelompok	121
Tabel 4. 20 Hasil Uji <i>N-Gain</i> Nilai Berpikir Kritis.....	122

Tabel 4. 21 Hasil Uji <i>N-Gain</i> untuk Setiap Indikator Berpikir Kritis	123
Tabel 4. 22 Hasil Lembar Observasi Kelompok 1	126
Tabel 4. 23 Hasil Lembar Observasi Kelompok 2	127
Tabel 4. 24 Hasil Lembar Observasi Kelompok 3	128
Tabel 4. 25 Hasil Lembar Observasi Kelompok 4	129
Tabel 4. 26 Hasil Analisis Sumatif Lembar Observasi Pertemuan 1 (1).....	130
Tabel 4. 27 Hasil Analisis Sumatif Lembar Observasi Pertemuan 1 (2).....	135
Tabel 4. 28 Hasil Analisis Sumatif Lembar Observasi Pertemuan 2 (1).....	136
Tabel 4. 29 Hasil Analisis Sumatif Lembar Observasi Pertemuan 2 (2).....	140

DAFTAR RUMUS

Rumus 4. 1 Validitas <i>Pearson Product Moment</i>	41
Rumus 4. 2 Reliabilitas KR-21	41
Rumus 4. 3 Indeks Kesukaran.....	42
Rumus 4. 4 ndeks Daya Pembeda	43
Rumus 4. 5 Uji Normalitas <i>Shapiro Wilk</i>	44
Rumus 4. 6 Transformasi Statistik	45
Rumus 4. 7 Uji <i>Levene's Test</i>	46
Rumus 4. 8 <i>Wilcoxon Signed-Ranked Test (1)</i>	48
Rumus 4. 9 <i>Wilcoxon Signed-Ranked Test (2)</i>	49
Rumus 4. 10 Rumus Menghitung N-Gain	49
Rumus 4. 11 Analisis Data Penilaian Ahli Media	50
Rumus 4. 12 Analisis Data Penilaian Tanggapan Siswa	52
Rumus 4. 13 Konversi Angka	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Literatur	9
Gambar 3. 1 Tahapan Model ADDIE (Branch, 2009).....	25
Gambar 3. 2 Usability Testing Phase (https://www.qualtrics.com)	31
Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian.....	37
Gambar 4. 1 <i>Mapping</i> Komponen Utama dalam Penelitian	55
Gambar 4. 2 Tingkat Kesulitan Memahami Topologi Jaringan	59
Gambar 4. 3 Penggunaan Media Pendukung Pembelajaran	60
Gambar 4. 4 Pengetahuan Siswa Tentang AR.....	60
Gambar 4. 5 Pengetahuan AR	61
Gambar 4. 6 Tanggapan Solusi AR dalam Pembelajaran.....	61
Gambar 4. 7 Tanggapan Solusi AR dalam Pembelajaran.....	62
Gambar 4. 8 Aspek Kenyamanan Belajar Mandiri	62
Gambar 4. 9 Aspek Eksplorasi Mandiri Menggunakan <i>Augmented Reality</i>	63
Gambar 4. 10 Kepercayaan Diri Menggunakan AR	63
Gambar 4. 11 <i>Preview</i> Materi dalam Modul Ajar dalam Lampiran 3	69
Gambar 4. 12 Pratinjau Modul Ajar pada Bagian Cover dan Halaman Awal.....	78
Gambar 4. 13 Pratinjau LKPD Pertemuan 1 dalam Modul Ajar.....	79
Gambar 4. 14 <i>Flowchart Aplikasi</i>	80
Gambar 4. 15 Logo Aplikasi	81
Gambar 4. 16 Proses Pengembangan Media AR di Figma	85
Gambar 4. 17 Proses Pembuatan Asset untuk Media AR di Blender.....	85
Gambar 4. 18 Proses Pengembangan Media AR di Unity	85
Gambar 4. 19 Proses Pengembangan Media AR di Unity	86
Gambar 4. 20 Proses Pengembangan Media AR di Visual Studio Code	86
Gambar 4. 21 Halaman <i>Splash Screen</i>	87
Gambar 4. 22 Halaman Menu Utama	87
Gambar 4. 23 Halaman Panduan.....	87
Gambar 4. 24 Halaman CP/ATP	88
Gambar 4. 25 Halaman Tentang.....	88
Gambar 4. 26 Halaman <i>Marker</i>	89
Gambar 4. 27 Halaman Mulai Belajar	89
Gambar 4. 28 Materi Konsep Dasar.....	89
Gambar 4. 29 Materi Jenis Masing-Masing Topologi Jaringan.....	90
Gambar 4. 30 Contoh Menampilkan Materi Topologi Bus.....	90
Gambar 4. 31 Halaman Melihat AR.....	90
Gambar 4. 32 Tampilan <i>Augmented Reality</i> Topologi Bus	91
Gambar 4. 33 Tampilan Materi Perangkat Pendukung Topologi Jaringan	91
Gambar 4. 34 Halaman Materi Alur dan Proses	91
Gambar 4. 35 Materi Evaluasi Pemilihan Topologi 1	92
Gambar 4. 36 Materi Evaluasi Pemilihan Topologi 2.....	92
Gambar 4. 37 Materi Evaluasi Pemilihan Topologi 3	92
Gambar 4. 38 Halaman Latihan	93
Gambar 4. 39 Halaman Ketika Mengerjakan Latihan	93

Gambar 4. 40 Tampilan Ketika Latihan Selesai.....	93
Gambar 4. 41 Dokumentasi Penelitian (1).....	101
Gambar 4. 42 Dokumentasi Penelitian (2).....	102
Gambar 4. 43 Dokumentasi Penelitian (3).....	104
Gambar 4. 44 Hasil Pembagian Kelompok Siswa	113
Gambar 4. 45 Hasil Uji Normalitas Kelompok Atas.....	114
Gambar 4. 46 Hasil Uji Normalitas Kelompok Tengah	114
Gambar 4. 47 Hasil Uji Normalitas Kelompok Bawah.....	114
Gambar 4. 48 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	121
Gambar 4. 49 Grafik Rata-Rata Peningkatan Setiap Indikator FRISCO	123
Gambar 4. 50 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	145
Gambar 4. 51 Grafik Peningkatan Indikator FRISCO Berdasarkan <i>pretest posttest</i>	146
Gambar 4. 52 Grafik Hasil Uji N-Gain pada Setiap Kelompok	147
Gambar 4. 53 Grafik Hasil Uji N-Gain Seluruh Indikator FRISCO.....	148
Gambar 4. 54 Grafik Hasil Analisis Observasi Kelompok Pertemuan 1 dan 2 ..	149
Gambar 4. 55 Grafik Hasil Peningkatan Berpikir Kritis Secara Kelompok	151
Gambar 4. 56 Hasil Pengerjaan Soal LKPD	152
Gambar 4. 57 Hasil Analisis Tanggapan Peserta Didik	153

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen dan Hasil Wawancara Guru	166
Lampiran 2. Instrumen Wawancara Kesulitan Belajar Siswa	168
Lampiran 3. Modul Ajar Pembelajaran.....	169
Lampiran 4. Hasil <i>Judgement</i> Media oleh Ahli	175
Lampiran 5. Lembar <i>Judgement</i> Soal oleh Ahli.....	176
Lampiran 6. Hasil Uji Validitas Dengan <i>Pearson Product Moment</i>	236
Lampiran 7. Hasil Uji Reliabilitas Dengan Kuder Richardson 21 (KR-21)	237
Lampiran 8. Hasil Daya Pembeda.....	237
Lampiran 9. Hasil Tingkat Kesukaran	239
Lampiran 10. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	240
Lampiran 11. Hasil Pembagian Kelompok	241
Lampiran 12. Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i>	242
Lampiran 13. Hasil Uji Homogenitas <i>Levene's Test</i>	243
Lampiran 14. Hasil Uji Non-Parametrik <i>Wilcoxon Signed-Rank Test</i>	245
Lampiran 15. Hasil Uji <i>N-Gain</i>	245
Lampiran 16. Angket dan Hasil Angket Tanggapan Siswa.....	247
Lampiran 17. Hasil Lembar Observasi Kelompok Siswa.....	249
Lampiran 18. <i>Design</i> UI/UX Aplikasi Topo AR di Figma.....	250
Lampiran 19. <i>Pseudocode</i> Aplikasi Menggunakan Visual Studio Code.....	250
Lampiran 20. <i>File</i> Blender untuk Asset Topo AR.....	251
Lampiran 21. Surat Izin Uji Soal di SMKN 4 Bandung	251
Lampiran 22. Surat Balasan Uji Soal di SMKN 4 Bandung.....	252
Lampiran 23. Dokumentasi Uji Soal di SMKN 4 Bandung.....	252
Lampiran 24. Surat Izin Penelitian di SMK Plus Pratama Adi	253
Lampiran 25. Surat Balasan Penelitian di SMK Plus Pratama Adi.....	254
Lampiran 26. Dokumentasi Penelitian di SMK Plus Pratama Adi	255

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah Yurika Sari, A. W. (2025). PENERAPAN MODEL DISCOVERY LEARNING BERBASIS MEDIA AUGMENTED. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 2-7.
- Aldred, H. M. (2015). *Augmented Reality (AR) Device/App Evaluation Rubric*. From Forecasting Arin Education: https://forecastingarineducation.weebly.com/uploads/2/6/7/3/26735929/augmented_reality_sections_rubric.pdf
- Arikunto, S. (2018). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta Jakarta.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. *MIT Press Direct*, 355-385.
- Bates, A. T. (2015). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning-2nd Edition*. BCcampus.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer Science & Business Media.
- Bruner, J. (1961). The Act of Discovery. Harvard Educational Review.
- Bujak, K. R. (2013). A Psychological Perspective on Augmented Reality in the Mathematics Classroom. *Computers & Education*, 536-544.
- Darmawiguna. (2014). JA-KO Balinese Pizza: Game Edukasi Interaktif Jaringan Komputer. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika. JANAPATI*, 80-87.
- Dehong, R. M. (2020). Analisis Langkah-Langkah Penerapan Model Discovery Learning Dalam Pembelajaran Fisika. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 131-139.
- Dian Rizky Utari, M. Y. (2019). Analisis Kesulitan Belajar Matematika dalam Menyelesaikan Soal Cerita. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 538.
- Dikdasmen. (2020, 1 29). From gurudikdas.dikdasmen.go.id: <https://gurudikdas.dikdasmen.go.id/news/Mengenal-Model-Pembelajaran-Discovery-Learning>
- Echo, P. (2021, Mei 31). *Mengenal Model Pembelajaran Discovery Learning*. From FKIP UMKO: fkip.umko.ac.id
- Etistika Yuni Wijaya, D. A. (2016). *Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global*. Malang: Universitas Kanjuruhan Malang.

- Facione, P. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. The Delphi Report.
- Fakhriyah, F. (2014). Penerapan problem based learning dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1).
- Frehassangka, R. D. (2013). *FAKTOR-FAKTOR PENGHAMBAT SISWA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK KOMPUTER JARINGAN DALAM PROSES BELAJAR MATA PELAJARA JARINGAN KOMPUTER DI SMK PIRI I YOGYAKARTA*. Yogyakarta: Universits Negeri Yogyakarta.
- Gotoh, Y. (2016). Development of Critical Thinking with Metacognitive Regulation. *ERIC*. From ERIC.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. *American Education Research Association's Devision*.
- Halim, A. (2022). SIGNIFIKANSI DAN IMPLEMENTASI BERPIKIR KRITIS DALAM PROYEKSI DUNIA PENDIDIKAN ABAD 21 PADA TINGKAT SEKOLAH DASAR. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*.
- Haller, M. M. (2006). *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*. Idea Group Publishing.
- Husnul Khaatimah, R. W. (2017). EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN COOPERATIVE. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 76-77.
- Ir. T. Irfan Fajri, S. M. (2025). *Konsep Dasar Jaringan Komputer*. Serasi Media Teknologi.
- Marlina, W. &. (2019). *4C dalam pembelajaran matematika untuk menghadapi era revolusi industri 4.0*. Prosiding Sendika, 5(1).
- Okpatriorka. (2015). Research And Development (R&D) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86-100.
- Raafat George Saadé, D. M. (2012). Critical thinking in E-learning environments. *Computers in Human Behavior*, 1608-1617.
- Rahmah. (2013). Analisis Faktor Kesulitan Belajar Siswa Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Sosiologi Kelas XII IPS Di MA. *Jurnal Pendidikan Sosiologi dan Humaniora*, 4.
- Rahmania, A. (2024). PENERAPAN MODEL DISCOVERY LEARNING UNTUK MENINGKATKAN CRITICAL THINKING SKILLS SISWA. *Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia*.

- Rianto, N. S. (2021). Pengenalan Alat Musik Tradisional Lampung Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android (Studi Kasus: SDN 1 Rangai Tri Tunggal Lampung Selatan). *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(1), 64-72.
- Setya, A. (2009). *Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kesulitan Belajar Mata Pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi Siswa Kelas VII Semester 1 SMP Islam Hidayatullah Semarang*. Semarang: UNNES.
- Siltanen, S. (2012). *Theory and Applications of Marker-Based Augmented Reality*. Aalto Doc. From Aalto Doc: <https://aaltodoc.aalto.fi/items/b3f64e26-8693-4e87-b40b-a625376989e1>
- Sinaga, R. A. (2024). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE ROUND ROBIN TERHADAP KETERAMPILAN BERCARA KELAS V SISWA SD NEGERI 091277 SIANTAR ESTATE. *Pande Nami Jurnal (PNJ)*, 160-169.
- Sudarmanto, e. M. (2021). *Model Pembelajaran Era Society 5.0*. Cirebon: Grup Publikasi Yayasan Insan Shodiqin Gunung Jati.
- Sugiyono, P. D. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta Bandung.
- Wahyu Bagja Sulfemi, D. Y. (2019). *Penggunaan Model Pembelajaran Discovery Learning Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Pendidikan Kewarganegaraan*. Depok: Jurnal Rontal Keilmuan.
- Wijaya, S. (2023). *STRATEGI DISCOVERY LEARNING DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS SISWA SEKOLAH DASAR*. Jakarta: Publica Indonesia Utama.
- Wijoyo, H. e. (2020). *Blended Learning Suatu Panduan*. Penerbit Insan Cendekia Mandiri.
- Aidiyah Fitri Zahro, Ati Sadiyah, E. F. A. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Media Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar. *COSMOS: Jurnal Ilmu Pendidikan, Ekonomi Dan Teknologi*, 2(1), 46–57.
- Aldalur, I., & Perez, A. (2023). Gamification and discovery learning: Motivating and involving students in the learning process. *Heliyon*, 9(1), e13135. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13135>
- Amarullah, A. K. (2023). Kajian Literatur Dalam Menyusun Referensi Kunci, State of Te Art, Dan Keterbaharuan Penelitian (Novelty). *Aktualita: Jurnal Penelitian Sosial Keagamaan*, 13(1), 37–52. <https://doi.org/10.54459/aktualita.v13i1.527>

- Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J. J., Llorente-Cejudo, M. C., & Ortiz, R. V. (2019). Difficulties in the incorporation of augmented reality in university education: Visions from the experts. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2), 126–141. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.409>
- Basri, H., Jannah, U. R., Nuritasari, F., & Yahya, A. (2021). Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Masalah dengan Informasi yang Kontradiksi. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 10(1), 63. <https://doi.org/10.25273/jipm.v10i1.9290>
- Bruner, J. S. (1960). The Process of Education. *The Process of Education*. <https://doi.org/10.4159/9780674028999>
- Chusni, M. M., Saputro, S., Suranto, & Rahardjo, S. B. (2020). The Conceptual Framework of Designing a Discovery Learning Modification Model to Empower Students' Essential Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012015>
- Cooper, D., & Schindler, P. (2014). *The Twelfth Edition of Business Research Methods*. <https://contents.lspr.ac.id/2022/05/Donald-R-Cooper-Pamela-S-Schindler-Business-Research-Methods.pdf>
- Fadilatunnisyah, F., Fakhirah S, R., Fasha, E. A., Putri, A. K., & Putri, D. A. J. D. (2024). Penggunaan Uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk Menganalisis Pengaruh Tingkat Motivasi Belajar Sebelum dan Sesudah Diterima di Universitas Impian. *IJEDR: Indonesian Journal of Education and Development Research*, 2(1), 581–587. <https://doi.org/10.57235/ijedr.v2i1.1887>
- Gherghina, A., Olteanu, A. C., & Tapus, N. (2013). A marker-based augmented reality system for mobile devices. *Proceedings - RoEduNet IEEE International Conference*. <https://doi.org/10.1109/RoEduNet.2013.6511731>
- Hidayatunnajah, H. (2021). Pengaruh Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Android Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Suhu Dan Kalor. *Skripsi UIN Syarif Hidayatullah*, 1. <https://repository.uinjkt.ac.id/>
- Iryanto, M. U. A., Putra, W. H. N., Dwi, A., & Herlambang. (2019). Evaluasi Usability Aplikasi Siap Tarik Dengan Menggunakan Metode Usability Testing dan System Usability Scale (SUS) Pada Puskesmas Tarik Sidoarjo. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(8), 7708–7716.
- Khairunnisa, S., & Aziz, T. A. (2021). Studi Literatur: Digitalisasi Dunia Pendidikan dengan Menggunakan Teknologi Augmented Reality pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 3(2), 53–62. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v3i2.22267>
- Kim, H.-Y. (2014). Statistical notes for clinical researchers: Nonparametric

- statistical methods: 1. Nonparametric methods for comparing two groups. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 39(3), 235. <https://doi.org/https://doi.org/10.5395/rde.2014.39.3.235>
- Kurose, J. F., Nyu, K. W. R., Shanghai, N., Columbus, B., New, I., San, Y., Hoboken, F., Cape, A., Dubai, T., Madrid, L., Munich, M., Montréal, P., Delhi, T., São, M. C., Sydney, P., Kong, H., Singapore, S., Tokyo, T., Manning, J., ... Zaldivar-Garcia, M. (2017). *Computer Networking A Top-Down Approach Seventh Edition*. www.pearsoned.com/permissions/.
- Nahm, F. S. (2016). Nonparametric statistical tests for the continuous data: The basic concept and the practical use. *Korean Journal of Anesthesiology*, 69(1), 8–14. <https://doi.org/10.4097/kjae.2016.69.1.8>
- Nurhayati, H., & , Langlang Handayani, N. W. (2020). Jurnal basicedu. Jurnal Basicedu,. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3(2), 524–532. <https://journal.uii.ac.id/ajie/article/view/971>
- Nurjanah, I., Ana, A., & Masek, A. (2022). Systematic Literature Review: Work readiness of vocational high school graduates in facing the industrial 4.0 era. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 28(2), 139–153. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jptk/issue/view/2365DOI:https://doi.org/10.21831/jptk.v28i1.48522>
- Park, H., & Park, J.-I. (2006). *Invisible marker based augmented reality system*. *December*, 54. <https://doi.org/10.1117/12.631416>
- Punto Aji, G., & Nugraheni, B. I. (2023). Critical Thinking Skills of High School and Vocational School Students in Indonesia: a Literature Review. *International Journal of Education and Social Science Research*, 06(03), 353–367. <https://doi.org/10.37500/ijessr.2023.6328>
- Rusmin, L., Misrahayu, Y., & Pongpalilu, F. (2024). Critical Thinking and Problem-Solving Skills in the 21st Century. *Join: Journal of Social Science*, 1(5), 144–162. <https://ejournal.mellbaou.com/in>
- Sari, A. P., Hasanah, S., & Nursalman, M. (2024). Uji Normalitas dan Homogenitas dalam Analisis Statistik. *Pendidikan Tambusai*, 8(2012), 51329–51337.
- Syawaludin, A., Gunarhadi, & Rintayati, P. (2019). Development of augmented reality-based interactive multimedia to improve critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331–344. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12421a>
- Tarmidzi, T., Andari, K. D. W., Sari, A., Nuryanti, M., Arfiyanti, R., & Noto, M. S. (2025). Augmented Reality and Its Use in Elementary School Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Prima Edukasia*, 13(1), 128–145. <https://doi.org/10.21831/jpe.v13i1.75094>
- Tetep, T., Ismail, A., & Nasrulloh, I. (2023). The Use of Learning Media-Based Augmented Reality (AR) to Improving Integrated Science and Social Studies

Literacy. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 13(3), 1267–1275.
<https://doi.org/10.23960/jpp.v13.i3.202328>

Utami, N. W., Arthana, I. K. R., & Darmawiguna, I. G. M. (2020). Evaluasi Usability Pada E-Learning Universitas Pendidikan Ganesha Dengan Metode Usability Testing. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 9(1), 107. <https://doi.org/10.23887/janapati.v9i1.23663>

Whitley, E., & Ball, J. (2002). Statistics review 6: Nonparametric methods. *Critical Care*, 6(6), 509–513. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/cc1820>

Zulkifli, A., Gusniati, J., Septi Zulefni, M., Aldania Afendi, R., Asni, W., & Fitriani, Y. (2025). Tutorial uji normalitas dan uji homogenitas dengan menggunakan aplikasi SPSS. *Jurnal Cahaya Nusantara*, 1(2), 3093–8113.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>