

**PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MODUL PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL
(STUDI KASUS : LABORATORIUM TEKNIK DIGITAL
INSTITUT TEKNOLOGI - PLN)**

Sely Karmila, Ilham Alfaridho

Jurusan S1 Teknik Informatika Fakultas Telematika Energi Institut Teknologi PLN

Sely_karmila@itpln.ac.id, ilham1631130@itpln.ac.id

ABSTRAK

Media pembelajaran adalah perangkat yang berisi materi pembelajaran dan disampaikan kepada pelajar demi tercapainya tujuan pembelajaran. Teknik digital adalah salah satu mata kuliah di IT-PLN yang melaksanakan kegiatan praktikum di Laboratorium Teknisi Digital. Praktikum diselenggarakan menggunakan modul praktikum dan peralatan yang tersedia di laboratorium. Peralatan yang digunakan di laboratorium saat ini sudah mulai usang dan sulit diperbaiki jika terjadi kerusakan. Selain itu kondisi pandemi COVID-19 tidak memungkinkan bagi laboratorium untuk menyelenggarakan kegiatan praktikum secara tatap muka dan menggantinya dengan praktikum daring menggunakan *software* khusus, hal ini dapat menyebabkan praktikan kurang memahami materi praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi *augmented reality* berbasis Android yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif pendukung praktikum daring. Metode yang digunakan adalah *Marker Based Tracking* dengan memanfaatkan 18 gambar rangkaian yang tersedia dalam modul praktikum sebagai gambar target untuk menampilkan dan menyimulasikan objek tiga dimensi. Aplikasi yang telah dibuat berhasil menampilkan dan menyimulasikan 18 objek tiga dimensi. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata jarak kamera dengan gambar target adalah 23,17 cm agar aplikasi dapat menampilkan objek secara akurat.

Kata Kunci: *Marker Based Tracking, Augmented Reality, Teknik Digital, Media Pembelajaran.*

Latar Belakang

Media pembelajaran merupakan suatu perangkat yang berisi informasi mengenai materi belajar itu dan disampaikan kepada pelajar untuk mencapai tujuan pembelajaran (Muhson, 2010). Seiring dengan berkembangnya teknologi khususnya di bidang pendidikan, para pengajar dituntut untuk selalu bisa mengikuti perkembangan tersebut agar dapat menciptakan suasana belajar yang interaktif bagi pelajar. Untuk mencapai semua itu, lembaga pendidikan harus terus mengembangkan media pembelajaran mereka sebagai sarana penyaluran informasi antara pengajar dan pelajar.

Kegiatan praktikum teknik digital di Laboratorium Teknisi Digital Institut Teknologi PLN menggunakan modul praktikum teknik digital untuk menunjang kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dimulai dengan mempelajari jenis-jenis gerbang logika beserta tabel kebenarannya dan praktikan akan membuktikan rangkaian gerbang logika tersebut beserta tabel kebenarannya pada rangkaian elektronik. Namun sejak tanggal 2 Maret 2020 pandemi COVID-19 mulai masuk ke Indonesia, Kementerian Pendidikan mengarahkan seluruh perguruan tinggi untuk menghentikan proses pengajaran secara

tatap muka dan digantikan dengan proses belajar dari rumah secara daring (Kemdikbud, 2020). Hal ini dapat membuat praktikan kesulitan dalam memahami materi praktikum dikarenakan laboratorium yang sebelumnya tidak pernah menyelenggarakan kegiatan praktikum secara daring harus memiliki media pembelajaran yang dapat mendukung kegiatan praktikum diselenggarakan secara daring. Selain itu jika praktikum diselenggarakan secara tatap muka, saat ini kondisi alat peraga pada laboratorium yang sudah usang akan sulit diperbaiki jika terjadi kerusakan.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka diperlukan suatu solusi yang dapat digunakan praktikan jika membutuhkan alat peraga simulasi dalam proses praktikum. Solusi tersebut berupa aplikasi pembelajaran interaktif menggunakan *augmented reality*. Aplikasi ini akan bekerja melalui modul praktikum teknik digital dengan memproyeksikan gambar rangkaian gerbang logika pada modul menjadi objek nyata dalam bentuk tiga dimensi. Pengguna dapat menyimulasikan objek tersebut untuk mempelajari bagaimana suatu rangkaian bekerja, hal ini dapat membantu pengguna untuk memahami konsep dari rangkaian itu sendiri sebelum diaplikasikan ke rangkaian elektronika.

Metode *marker based tracking* digunakan dalam penelitian ini dikarenakan gambar-gambar dua dimensi yang ada di dalam modul pembelajaran tersebut dapat digunakan sebagai gambar target (*marker*) pada aplikasi yang akan dibangun. Metode *marker based tracking* ini menggunakan gambar target (*marker*) dua dimensi yang berbentuk pola tertentu untuk dideteksi oleh kamera yang terhubung dengan aplikasi (Apriyani dkk., 2016). Setiap gambar target akan dimasukkan ke dalam basis data aplikasi agar aplikasi dapat mengidentifikasi gambar target yang terdeteksi oleh kamera. Jika gambar target yang terdeteksi kamera

terdapat dalam basis data aplikasi, maka objek virtual tiga dimensi akan ditampilkan pada layar.

Dari penjelasan tersebut, maka penulis akan membuat penelitian dengan judul "**Perancangan Aplikasi Pembelajaran Interaktif berbasis *Augmented Reality* pada Modul Pembelajaran Teknik Digital**"

Landasan Teori

Landasan teori membahas teori-teori yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan

Augmented Reality

Menurut Furht (2011:3) dalam buku yang berjudul *Handbook of Augmented Reality*, pengertian *Augmented Reality* adalah proyeksi virtual dari dunia nyata yang telah ditingkatkan dengan menambahkan informasi tambahan yang dihasilkan oleh komputer. *Augmented Reality* bersifat interaktif dengan menggabungkan objek nyata dengan objek virtual dalam bentuk tiga dimensi.

Augmented Reality terbagi menjadi beberapa kategori yang memiliki perbedaan dan fungsi dalam penerapannya, diantaranya:

1. *Marker Based Tracking*

Marker Based Tracking adalah salah satu teknik *augmented reality* yang menggunakan media penanda objek berbentuk dua dimensi dan memiliki pola tertentu untuk dibaca oleh perangkat kamera yang tersambung dengan komputer (Apriyani dkk., 2016). Teknik ini merupakan teknik tradisional dalam pengembangan aplikasi *augmented reality*. Sistem akan melacak penanda objek melalui kamera dan akan mencocokkan pola penanda objek tersebut dengan basis data yang telah dibuat, jika penanda objek ditemukan dalam basis data maka aplikasi akan menampilkan objek virtual sesuai dengan posisi penanda objeknya.

2. *Markerless Augmented Reality*

Markerless augmented reality merupakan teknik menggunakan penanda objek untuk dideteksi (Setiawan dkk., 2016). Teknik ini akan memperhitungkan posisi kamera yang digunakan terhadap objek pada dunia nyata, lalu akan memproyeksikan objek sesuai dengan titik-titik tertentu yang telah terdeteksi oleh kamera. Salah satu contoh implementasi teknik ini adalah pada teknologi pengenalan wajah (*face recognition*).

Media Pembelajaran

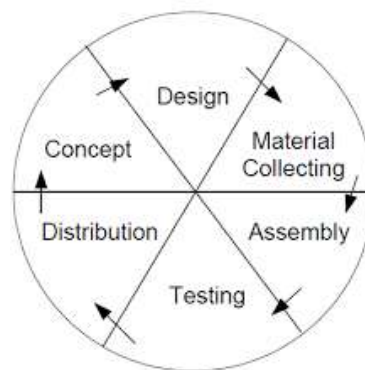
Rudi Susilana dan Cepi Riyana (2008:7) berpendapat bahwa media pembelajaran adalah perantara dari pesan, sedangkan pesan yang ingin disampaikan adalah materi pembelajaran. Proses pembelajaran merupakan tujuan mengapa media pembelajaran ini digunakan. Penggunaan media pembelajaran memungkinkan pelajar untuk mengeksplorasi apa yang sedang dipelajarinya, sehingga diharapkan pemahaman pelajar terhadap materi lebih baik agar tercapainya tujuan pembelajaran.

Kemp dan Dayton (Susilana dkk., 2008:9) memaparkan kontribusi media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar, yaitu:

1. Penyampaian materi pembelajaran menjadi lebih terstandar.
2. Menciptakan suasana belajar yang menarik.
3. Kegiatan belajar mengajar menjadi lebih interaktif.
4. Mempersingkat waktu pelajaran.
5. Meningkatkan kualitas belajar.
6. Kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun.
7. Mendapat tanggapan positif dari pelajar jika pengajar menggunakan media yang kreatif.

Multimedia Development Life Cycle

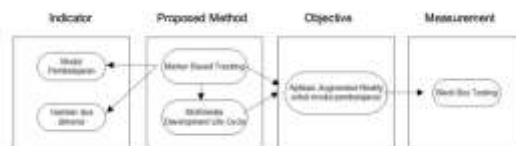
Multimedia Development Life Cycle (MDLC) merupakan prosedur pengembangan perangkat lunak multimedia. Menurut (Luther, 1994), terdapat enam tahap dalam pengembangan perangkat lunak multimedia, diantaranya tahap *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, serta *distribution*. Seluruh tahapan dapat dikerjakan secara bersamaan dengan ketentuan harus melakukan tahap *concept* dan *design* terlebih dahulu.



Gambar 1. Multimedia Development Life Cycle

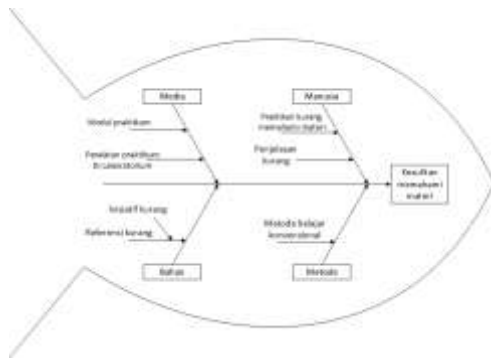
Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah uraian secara garis besar mengenai penelitian yang akan dilakukan. Berikut kerangka pemikiran yang penulis dapatkan:



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

Analisis Masalah



Gambar 3. Diagram Fishbone

Dari diagram di atas menunjukkan terdapat beberapa faktor yang menyebabkan permasalahan utama dari penelitian ini muncul, diantaranya:

1. Manusia, dalam hal ini adalah dosen dan praktikan di dalam kegiatan praktikum. Saat menjalani praktikum secara daring terkadang praktikan kurang memahami secara menyeluruh mengenai materi praktikum yang diberikan oleh dosen/asisten, faktor ini juga dapat dipengaruhi oleh penjelasan dari dosen/asisten yang kurang maksimal dan praktikan yang kurang aktif bertanya dalam sesi praktikum.
2. Metode, kegiatan perkuliahan di dalam kelas masih menggunakan metode konvensional yaitu dosen memberikan materi di kelas secara lisan. Selain itu juga terdapat beberapa mata kuliah yang dilaksanakan secara praktek langsung. Terdapat beberapa kekurangan dari metode pembelajaran tersebut, yaitu jika dosen kurang maksimal dalam menyampaikan materi maka praktikan akan kurang memahami materi pembelajaran. Kegiatan belajar praktikum dilakukan agar praktikan dapat lebih memahami materi pembelajaran, tetapi saat ini praktikan tidak dapat menggunakan peralatan yang tersedia di

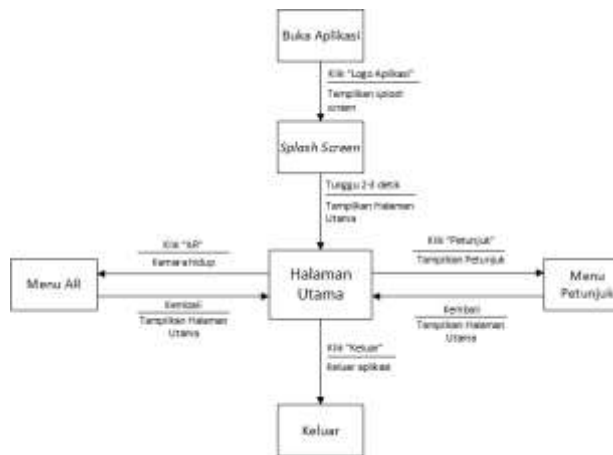
laboratorium dikarenakan kondisi pandemi yang mengharuskan seluruh kegiatan tatap muka diganti dengan kegiatan secara daring dari rumah.

3. Media, kegiatan perkuliahan saat ini menggunakan media buku pelajaran dan alat peraga. Terdapat kekurangan dalam media pembelajaran tersebut, yaitu praktikan tidak bisa secara leluasa untuk melakukan eksplorasi mengenai materi pembelajaran jika tidak memiliki alat peraga mereka sendiri. Selain itu media pembelajaran dalam bentuk buku jika terdapat gambar-gambar yang tidak terlihat secara jelas dan mengakibatkan pemahaman praktikan yang kurang terhadap materi pembelajaran.
4. Bahan, praktikan tidak memiliki referensi yang cukup untuk mempelajari satu topik pembelajaran. Hal ini dapat diakibatkan oleh praktikan yang kurang inisiatif untuk menggali materi pembelajaran lebih dalam dengan mencari referensi-referensi tambahan terkait materi pembelajaran.

Perancangan State Transition Diagram (STD)

Perancangan *State Transition Diagram* (STD) merupakan tahap desain yang berfungsi untuk memberikan kemudahan pada penulis dalam pembuatan aplikasi. Berikut ini adalah STD yang telah dirancang untuk pembuatan aplikasi:

1. *State Transition Diagram* Halaman Utama



Gambar 4. STD Halaman Utama

Diagram ini dimulai ketika pengguna membuka aplikasi dengan cara klik logo aplikasi Modul Praktikum Teknik Digital yang ada di perangkat pengguna. Setelah itu akan tampil *splash screen* selama 2-3 detik lalu pengguna akan melihat halaman utama aplikasi. Pada halaman utama aplikasi terdapat tiga tombol yang mengarah ke menu lain, yaitu: AR, Petunjuk, dan Keluar

Perancangan Marker

Marker merupakan gambar target atau penanda yang dibutuhkan sistem *augmented reality* agar dapat memproyeksikan objek virtual tiga dimensi pada layar perangkat pengguna. Pada Vuforia SDK, gambar target yang dibuat akan diberikan tingkat *augmentable* 0 – 5. Agar aplikasi dapat memproyeksikan objek virtual dengan tingkat akurasi yang tinggi maka setidaknya gambar target yang dibuat harus mencapai tingkat *augmentable* 4 – 5. Dari 10 bab yang terdapat pada modul praktikum teknik digital penulis menggunakan 18 gambar rangkaian yang mewakili setiap bab yang ada pada modul praktikum teknik digital.

tabel 1. Contoh Gambar Pada Modul Praktikum

No	Modul	Gambar Target	Augmentable
1.	Modul 1.1 Gate Dasar dan Tambahan (Gerbang NAND)		5
2.	Modul 1.1 Gate Dasar dan Tambahan (Gerbang NOT)		5
3.	Modul 1.1 Gate Dasar dan Tambahan (Gerbang AND)		4

Perancangan Objek

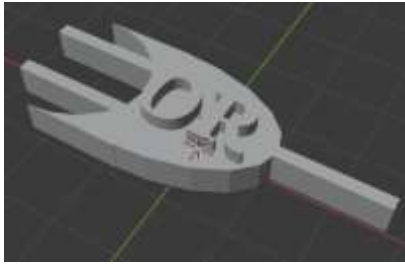
Perancangan objek bertujuan untuk membuat objek tiga dimensi yang nantinya akan diproyeksikan dalam aplikasi. Pada perancangan objek penulis menggunakan aplikasi Blender 3D dan desain objek mengikuti gambar rangkaian yang ada pada modul. Berikut beberapa contoh objek yang telah penulis buat:



Gambar 5. Gerbang NAND



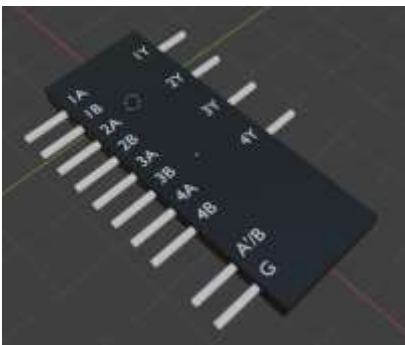
Gambar 6. Gerbang NOT



Gambar 7. Gerbang OR



Gambar 8. Gerbang XOR



Gambar 9. Gerbang Multiplexer



Gambar 10. Serial Input Paralel Output



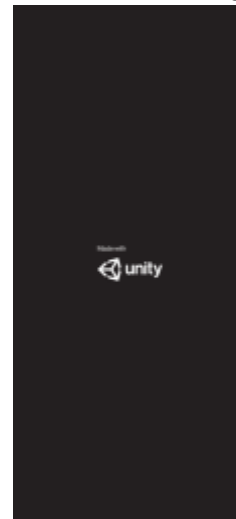
Gambar 11. Paralel Input Paralel Output

Tampilan Aplikasi

Berikut adalah tampilan aplikasi yang telah selesai dibuat, tampilan aplikasi ini dibuat mengacu pada tahap desain perancangan penelitian:

1. *Splash Screen*

Splash screen adalah halaman yang muncul saat aplikasi baru dijalankan, biasanya berisi nama dari aplikasi. Halaman ini tampil saat pengguna pertama kali menjalankan aplikasi pada perangkat. Pada halaman ini ditampilkan logo Unity selama 2-3 detik. Berikut tampilan *splash screen* pada aplikasi Modul Praktikum Teknik Digital:



Gambar 12. *Splash Screen*

2. Halaman Utama

Halaman ini berisi menu utama setelah halaman *splash screen* selesai ditampilkan. Terdapat 3 tombol yang mengarah ke menu-menu lainnya, yaitu AR, Petunjuk, dan tombol untuk keluar dari aplikasi.



Gambar 13. *Halaman Utama*

3. Halaman AR

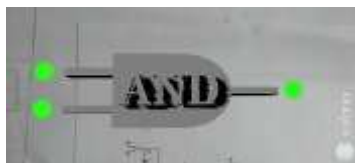
Halaman AR merupakan halaman dimana pengguna dapat menggunakan *augmented reality* pada modul. Saat pengguna masuk ke halaman ini aplikasi akan menyalakan kamera dan siap untuk digunakan. Pada halaman ini tidak terdapat tombol lain, untuk kembali ke halaman utama pengguna hanya perlu menekan tombol kembali pada perangkat.



Gambar 14. Gerbang NAND



Gambar 15. Gerbang NOT



Gambar 16. Gerbang AND



Gambar 17. Gerbang Decoder

4. Halaman Petunjuk

Halaman ini berisi petunjuk singkat mengenai cara penggunaan aplikasi dan penjelasan fungsi tombol-tombol yang ada pada aplikasi.



Gambar 18. Halaman Petunjuk

Pembahasan Hasil

Aplikasi Modul Praktikum Teknik Digital ini adalah aplikasi yang dapat digunakan praktikan, asisten laboratorium, maupun dosen sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknik Digital.

Aplikasi Modul Praktikum Teknik Digital ini menggunakan *augmented reality* untuk menampilkan objek virtual secara nyata pada layar pengguna dan dapat menyimulasikan objek tersebut sesuai dengan buku petunjuk praktikum teknik digital. Teknologi *augmented reality* yang digunakan pada aplikasi menerapkan metode *Marker Based Tracking* untuk mendeteksi gambar target yang terdapat pada modul praktikum. Penulis menggunakan 18 gambar yang ada pada modul praktikum sebagai gambar target untuk mengimplementasikan *augmented reality* pada aplikasi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, aplikasi dapat menjalankan simulasi *augmented reality* pada 18 gambar target dengan baik menggunakan metode *Marker Based Tracking*. Namun pada modul praktikum terdapat 6 gambar target yang memiliki bentuk hampir serupa sehingga aplikasi terkadang salah mendeteksi gambar target dan menampilkan objek yang tidak sesuai atau aplikasi membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mendeteksi gambar target. Selain itu ukuran gambar target yang

terlalu kecil juga dapat membuat aplikasi kesulitan untuk mendeteksi gambar target karena detail yang didapatkan dari gambar tersebut sangat sedikit.

Kesimpulan

Setelah penelitian dilakukan dan mengacu pada hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan:

1. Metode *marker based tracking* dapat digunakan pada teknologi *augmented reality* dengan menggunakan gambar target yang ada di dalam modul praktikum teknik digital sebagai media untuk menampilkan objek tiga dimensi.
2. Rata-rata jarak ideal antara kamera dan gambar target agar aplikasi dapat bekerja dengan akurasi yang baik adalah 23,17 cm. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi akurasi pendeteksian gambar target yaitu resolusi gambar, ukuran gambar, jarak kamera terhadap gambar, dan pola unik pada gambar.

Saran

Saran dari penulis untuk pengembangan sistem yang lebih baik yaitu:

1. Pada gambar target di modul yang memiliki bentuk hampir serupa, diharapkan untuk diubah agar seluruh gambar target memiliki bentuk yang unik dan aplikasi tidak melakukan kesalahan dalam menampilkan objek.
2. Perlunya menyempurnakan tampilan responsif antarmuka pengguna agar aplikasi dapat tampil dengan baik di seluruh ukuran layar perangkat.

Diharapkan aplikasi dapat berjalan di seluruh sistem operasi *mobile*.

DAFTAR PUSTAKA

Alfian, A., Hamid, M., & Suhardi, I. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Augmented Reality Berbasis Android Menggunakan Unity untuk

Pembelajaran Struktur Atom Senyawa Organik Hidrokarbon. *Indonesian Journal of Educational Studies*, 21(2). <https://doi.org/10.26858/ijes.v21i2.8642>

Ambarwulan, D., & Mulyati, D. (2016). Rancangan Media Pembelajaran Berupa Aplikasi Augmented Reality Berbasis Marker pada Perangkat Android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(1), 73–80. <https://doi.org/10.21009/1.02111>

Apriyani, M. E., Huda, M., & Prasetyaningsih, S. (2016). Analisis Penggunaan Marker Tracking Pada Augmented Reality Huruf Hijaiyah. *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika*, 8(1), 71. <https://doi.org/10.20895/infotel.v8i1.54>

Booch, G. (1994). *Object-oriented analysis and design with applications* (2nd ed). Benjamin/Cummings Pub. Co.

Dianrizkita, Y., Seruni, H., & Agung, H. (2018). ANALISA PERBANDINGAN METODE MARKER BASED DAN MARKLESS AUGMENTED REALITY PADA BANGUN RUANG. *Jurnal Simantec*, 6(3), 121–128.

Irwansyah, F. S., Yusuf, Y. M., Farida, I., & Ramdhani, M. A. (2018). Augmented Reality (AR) Technology on The Android Operating System in Chemistry Learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 288, 012068. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012068>

Kemdikbud. (2020). *Kemdikbud Dorong Pembelajaran Daring Bagi Kampus Di Wilayah Terdampak Covid-19*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/03/kemdikbud-dorong-pembelajaran-daring-bagi-kampus-di-wilayah-terdampak-covid19>

- Kent, B. R. (2015). *3D Scientific Visualization with Blender*. Morgan & Claypool Publishers. <https://doi.org/10.1088/978-1-6270-5612-0>
- Kim, S. L., Suk, H. J., Kang, J. H., Jung, J. M., Laine, T. H., & Westlin, J. (2014). Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development. *2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 21–26. <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2014.6803110>
- Labellapansa, A., & Asrining Ratri, M. R. (2017). Augmented Reality Bangunan Bersejarah Berbasis Android (Studi Kasus: Istana Siak Sri Indrapura). *IT JOURNAL RESEARCH AND DEVELOPMENT*, 1(2), 1–12. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol1\(2\).676](https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol1(2).676)
- Luther, A. C. (1994). *Authoring interactive multimedia*. Academic Press Professional, Inc.
- Muhson, A. (2010). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 8(2). <https://doi.org/10.21831/jpai.v8i2.949>
- Nugroho, A., & Pramono, B. A. (2017). APLIKASI MOBILE AUGMENTED REALITY BERBASIS VUFORIA DAN UNITY PADA PENGENALAN OBJEK 3D DENGAN STUDI KASUS GEDUNG M UNIVERSITAS SEMARANG. *Jurnal Transformatika*, 14(2), 86. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v14i2.442>
- Perwitasari, I. D. (2018). Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 8–18. <https://doi.org/10.31539/intecom.s.v1i1.161>
- Rahadi, D. R. (2014). Pengukuran usability sistem menggunakan use questionnaire pada aplikasi android. *Jurnal Sistem Informasi*, 6(1).
- Saputro, R. E., & Saputra, D. I. S. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Mengenal Organ Pencernaan Manusia Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *Jurnal Buana Informatika*, 6(2). <https://doi.org/10.24002/jbi.v6i2.404>
- Saurina, N. (2016). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK ANAK USIA DINI MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY. *Jurnal IPTEK*, 20(1), 95. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2016.v20i1.27>
- Setiawan, E., Syaripudin, U., & Gerhana, Y. A. (2016). Implementasi Teknologi Augmented Reality pada Buku Panduan Wudhu Berbasis Mobile Android. *Jurnal Online Informatika*, 1(1), 28. <https://doi.org/10.15575/join.v1i1.8>
- Setyawan, R. A., & Dzikri, A. (2016). ANALISIS PENGGUNAAN METODE MARKER TRACKING PADA AUGMENTED REALITY ALAT MUSIK TRADISIONAL JAWA TENGAH. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 7(1), 295. <https://doi.org/10.24176/simet.v7i1.517>
- Susilana, R., Si, M., & Riyana, C. (2008). *Media pembelajaran: Hakikat, pengembangan, pemanfaatan, dan penilaian*. CV. Wacana Prima.
- Vuforia. (t.t.). *Image Targets Optimization Techniques*. Vuforia Developer Portal. Diambil 16 Agustus 2020, dari <https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/features/images/image-targets/best-practices-for-designing-and-developing-image-based-targets/image-targets-optimization-techniques.html>
- Wirawan, R. (2018). APLIKASI VIRTUAL IKLAN PERUMAHAN DENGAN

SISTEMAUGMENTED REALITY. *ILKOM
Jurnal Ilmiah*, 10(1), 11–16.
<https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i1.203.11-16>

Zamtinah, Supriyadi, E., & Soeharto. (2020). Functional test of the online Recognition of Work Experience and Learning Outcome System using black box testing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1446, 012060.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1446/1/012060>