

PENGENALAN ALAT MUSIK TRADISIONAL GAMELAN JAWA BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY

Muhammad Faizal Arif¹, Setyoningsih Wibowo², Noora Qotrun Nada³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
E-mail : muhammadfaizalarif7@gmail.com¹, setyoningsihwibowo@upgris.ac.id², noora.qn@gmail.com³
Gedung Pusat Lantai 6, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

Kata Kunci:

*Augmented Reality,
android, Complexity
Cyclometric,
algoritma LCM*

Abstrak

Alat musik daerah adalah warisan kekayaan dari kebudayaan yang menyebar di seluruh wilayah Indonesia, wajib untuk dijaga serta dilestarikan oleh generasi muda. Kurangnya penggunaan teknologi untuk melestarikan alat musik daerah berakibat pada kurang diketahui informasi mengenai musik daerah oleh generasi muda. Hal ini akan berakibat buruk jika generasi muda mulai meninggalkan kebudayaan serta informasi mengenai alat musik tradisional daerah, karena akan berpotensi negara lain untuk mencuri kebudayaan Indonesia. Upaya dalam menangani masalah tersebut adalah dengan pemanfaatan teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran pada alat musik tradisional daerah jawa. Penggunaan teknologi augmented reality bertujuan untuk memberikan media pembelajaran yang lebih interaktif sehingga membuat nyaman untuk penggunaannya agar tidak cepat bosan. Pembuatan aplikasi ini menggunakan bantuan software Unity dan Vuforia Sdk yang dapat dijalankan pada platform android. Hasil dari pembuatan aplikasi yaitu aplikasi pengenalan alat musik tradisional gamelan jawa menggunakan AR berbasis android mempunyai 19 objek 3D gamelan jawa dan didalam terdapat quiz soal yang menggunakan algoritma LCM berfungsi untuk teknik pengacakan soal, mampu maksimal di jalankan pada perangkat android 11, RAM 6,00 GB, Processor Mediatek Dimensity 700 5G, aplikasi juga mampu di jalankan pada minimal OS Android Jelly Bean, hasil pengujian black box oleh 3 dosen Informatika menunjukkan jika aplikasi berjalan dengan baik dan mendapatkan presentase 100% sukses, hasil dari pengujian User Acceptance Test (UAT) oleh 5 guru SDN 1 Muncang dan siswa yaitu pada bagian penilaian guru aspek desain sebesar 94,40%, aspek informasi sebesar 94%, dan aspek materi 97,33%, hasil yang didapatkan pada penilaian siswa pada aspek desain sebesar 98,40%, aspek informasi 96%, dan aspek materi sebesar 99,33%, hasil pengujian white box menunjukkan jumlah Complexity Cyclometric adalah 3 path yang artinya termasuk ke dalam algoritma yang memenuhi kriteria rekayasa perangkat lunak.

Abstract:

*Augmented Reality,
android, Complexity
Cyclometric,
algoritma LCM*

Abstract

Regional musical instruments are a legacy of wealth from culture that spread throughout Indonesia, must be maintained and preserved by the younger generation. The lack of use of technology to preserve regional musical instruments results in lesser known information about regional music by the younger generation. This will be bad if the younger generation starts to leave the culture and information about traditional regional musical instruments, because it will potentially steal Indonesian culture. Efforts in dealing with the

problem is made is by utilizing augmented reality technology as a learning medium on traditional javanese musical instruments. The use of augmented reality technology aims to provide a more interactive learning media so that it makes it convenient for users not to get bored quickly. The creation of this application uses the help of Unity software and Vuforia Sdk that can be run on the android platform. The result of the creation of the application is the application of the introduction of traditional javanese gamelan musical instruments using android-based AR has 19 java gamelan 3D objects and in there are quiz questions that use LCM algorithms function for problem randomization techniques, able to be maximally run on android devices 11, RAM 6.00 GB, Mediatek Dimensity 700 5G Processor, applications are also able to run on at least Android Jelly Bean OS, Black box testing results by 3 Informatics lecturers showed that the application went well and got a 100% success percentage, the results of user acceptance test (UAT) by 5 teachers of SDN 1 Muncang and students were in the teacher assessment section of design aspects by 94.40%, information aspects by 94%, and material aspects by 97.33%, the results obtained in student assessment on design aspects by 98.40%, Information aspect 96%, and material aspect of 99.33%, white box test results show the number of Cyclometric Complexity is 3 paths which means included in algorithms that meet software engineering criteria.

Pendahuluan

Gamelan Jawa merupakan salah satu jenis musik gamelan terdapat komponen utama yang menyusun alat-alat musik gamelan adalah bambu, logam, dan kayu. Masing-masing alat mempunyai fungsi tersendiri dalam pagelaran musik gamelan. Misalnya, gong berperan menutup sebuah irama yang panjang dan memberi keseimbangan setelah sebelumnya musik dihiasi oleh irama gending. Pandangan hidup Jawa yang diungkapkan dalam musik gamelan merupakan keselarasan dalam berbicara dan bertindak sehingga tidak memunculkan ekspresi yang meledak-ledak serta mewujudkan toleransi antar sesama. Irama yang khas yang dihasilkan merupakan perpaduan jenis suara dari masing-masing unit peralatan gamelan. Secara hipotesis, masyarakat Jawa sebelum adanya pengaruh Hindu telah mengenal sepuluh keahlian, diantaranya adalah wayang dan gamelan. Secara filosofis gamelan Jawa merupakan satu bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat Jawa. Hal demikian disebabkan karena filsafat hidup masyarakat Jawa berkaitan dengan seni budayanya yang berupa gamelan jawa serta berhubungan dekat dengan perkembangan religi yang dianutnya. Di Indonesia memiliki 3 jenis gamelan yang diketahui yaitu gamlen jawa, gamelan bali, dan gamelan sunda. Dari ketiga gamelan tersebut Perbedaanya yaitu Gamelan Jawa mempunyai suara yang lebih lembut, Gamelan Bali suaranya rancak, dan Gamelan Sunda suaranya yang mendayu - dayu didominasi oleh suara suling.

Seiring dengan perkembangan zaman kepedulian terhadap alat musik tradisional menjadi sangat minim, banyak orang yang memilih memainkan alat musik modern dari pada memainkan alat musik tradisional. Berdasarkan penelitian M. Mukhsin Jamil, Khoirul Anwar, dan Abdul Kholiq tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lunturnya Kesenian Tradisional Semarang, menyatakan dalam kesimpulannya “Gambang Semarang dapat dikategorikan mengalami ancaman kepunahan. Hal ini tercermin dari ungkapan “kondisi mati suri”. Hal ini disebabkan karena respon masyarakat yang kurang, terutama dari pemerintah, masyarakat luas terutama generasi muda, karena perkembangan teknologi dan perubahan sistem sosial masyarakat.” Pengenalan terhadap alat-alat musik daerah sejak dini dianggap perlu. Pembelajaran terhadap alat musik daerah biasanya dilakukan dilakukan di lingkungan sekolah maupun di rumah dengan media 2D seperti buku bergambar.

Salah satu cara untuk mengenalkan alat musik daerah kepada anak-anak agar mereka tertarik adalah dengan di buatnya aplikasi media pembelajaran pengenalan alat musik daerah berbasis android menggunakan augmented reality. Dalam beberapa penelitian hasil dari aplikasi berupa objek 3D alat musik daerah yang dibuat dengan menggunakan unity 3D untuk proses augmented realitynya. Aplikasi

ini berbasis mobile yang terbukti efektif dalam proses pembeajaran pengenalan Alat musik daerah pada anak.

Alasan mengapa aplikasi pengenalan alat musik tradisional gamelan jawa berbasis android karena, platform android lebih banyak digunakan serta lebih familiar pada masyarakat Indonesia. Didalam aplikasi pengenalan gamelan jawa menggunakan augmented reality serta terdapat fitur kuisioner soal dimana soal tersebut bisa di acak secara random, pengacakan soal di lakukan menggunakan algoritma Linear Congruent Method (LCM). Algoritma linear coungruent method merupakan pembangkit bilangan acak yang banyak digunakan dalam dunia komputer. LCM memanfaatkan metode linear untuk membangkitkan bilangan acak.

Dari latar belakang di atas, penulis menyimpulkan bahwa judul skripsi ini adalah “Pengenalan Alat Musik Tradisional Gamelan Jawa Berbasis Android Menggunakan Augmented Reality”. Skripsi ini bertujuan untuk membantu mengenalkan ketertarikan anak-anak terhadap budaya Indonesia khususnya alat musik tradisional gamelan jawa.

Metode Penelitian

Pendekatan penelitian pada skripsi yang dibuat menggunakan metode R&D (Research And Development) atau penelitian dan pengembangan. Metode penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan penelitian bertujuan menghasilkan sebuah produk terbaru atau sempurnakan produk yang sudah ada sebelumnya serta sekaligus menguji produk tersebut.

Pada saat membangun sebuah aplikasi digunakan penelitian yang dapat menguji efektif aplikasi tersebut dalam memecahkan suatu masalah. Pada pengembangan sistem penulis menggunakan metode ADDIE. Pengembangan sistem dengan menggunakan metode ADDIE memiliki 5 tahapan yaitu sebagai berikut :

1. *Analysis* (Analisis)

Analisa kebutuhan merupakan tahapan awal dan penting di lakukan sebelum pembuatan sebuah sistem yang di harapkan mampu berjalan dengan baik. Ada beberapa tahapan sebelum melakukan analisa kebutuhan, salah satunya dengan studi literatur, observasi, dan wawancara untuk mengetahui sebuah permasalahan yang terjadi pada suatu tempat penelitian yang sudah di tentukan.

2. *Design* (Desain)

Desain sistem memiliki tujuan sebagai pengembangan aplikasi sesuai dengan produk yang dihasilkan. Terdapat dua jenis pemodelan yang dipakai yaitu pemodelan tampilan antarmuka atau *user interface* (UI) yang berisi *prototype* dan pemodelan *user experience* (UX) yang menggunakan *unified modeling language* (UML).

3. *Development* (Pengembangan)

Dalam tahap pengembangan kerangkangka konseptual tersebut direalisasikan dalam bentuk produk pengembangan bahan ajar yang siap diimplementasikan sesuai dengan tujuan. Dalam pengembangan aplikasi di butuhkan beberapa tools yang harus di instal di komputer seperti *blender*, *unity 3D*, dan *vuforia engine*.

4. *Implementation* (Implementasi)

Pada tahapan implementasi dalam penelitian ini merupakan tahapan untuk mengimplementasikan rancangan bahan ajar yang telah dikembangkan pada situasi yang nyata dikelas. Selama implementasi, rancangan bahan ajar yang telah dikembangkan diterapkan pada kondisi yang sebenarnya. Materi bahan ajar yang telah dikembangkan disampaikan sesuai dengan pembelajaran.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Evaluasi adalah sebuah proses yang dilakukan untuk memberikan nilai terhadap pengembangan bahan ajar dalam pembelajaran. Jika program sudah selesai dibuat serta aplikasi mampu dijalankan, proses selanjutnya yang harus di lakukan yaitu pengujian. Terdapat 4 macam pengujian dalam sistem yaitu *black box testing*, *white box testing*, *User Acceptance Test*, pengujian deteksi marker Setelah di uji akan mendapatkan hasil dan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

A. *Analysis* (Analisis)

Analysis terdiri dari 3 tahapan yaitu analisis kebutuhan data, analisis kebutuhan sistem, dan analisis kebutuhan fungsional. Analisis kebutuhan data adalah seperti mengumpulkan data - data mengenai alat musik tradisional gamelan jawa yang akan di masukan ke dalam sebuah aplikasi agar sesuai dengan mata pelajaran yang ada di SD N 01 Muncang. Data yang dimasukan kedalam sistem

mengenai alat musik tradisional gamelan jawa diambil dari berbagai sumber seperti buku paket tematik sd kelas 6 serta jurnal yang berkaitan dengan materi. Selanjutnya menganalisa kebutuhan sistem yang mencakup seperti pemilihan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang akan di gunakan dalam menjalankan aplikasi pengenalan alat musik tradisional gamelan jawa. Setelah menganalisa data dan kebutuhan sistem maka langkah selanjutnya yaitu melakukan analisa kebutuhan fungsional yang memiliki tujuan untuk mendapatkan data mengenai kebutuhan dalam proses pembuatan aplikasi agar sesuai dengan yang diharapkan.

B. Design (Desain)

Desain sistem sendiri terdiri dari 2 bagian yaitu Desain User Experience (UX) dan Desain User Interface (UI). Desain User Experience (UX) merupakan sebuah desain yang merancang alur dari jalannya aplikasi, Desain User Experience (UX) menggunakan unified modelling language (UML) yang terdiri dari Use Case Diagram, Sequence Diagram, Activity Diagram, Class Diagram. Desain User Interface (UI) merupakan sebuah desain yang Berhubungan pada tampilan aplikasi, dimana di fokuskan untuk membuat tampilan menarik untuk pengguna agar nyaman pada saat menggunakan aplikasi.



Gambar 1 Use Case Diagram

C. Development (Pengembangan)

Development merupakan sebuah tahapan dimana sistem yang telah di analisa kebutuhan serta desain, kemudian mulai di realisasikan kedalam bahasa pemrograman untuk di buat menjadi sebuah aplikasi yang sempurna. Didalam proses development aplikasi terdapat beberapa tahapan seperti Development sistem pada Unity 3D, Development desain pada Blender 3D, Development desain pada Adobe Photoshop cs6.

D. Implementation (Implementasi)

Pada tahap implementasi yang di lakukan adalah dengan menguji algoritma linear congruent methods (LCM) apakah dapat berjalan dengan baik pada aplikasi. Pada tahapan pengujian algoritma Linear Congruent Methods (LCM) di lakukan percobaan sesuai dengan rumus $LCM = Xn + 1(axn + C) \text{ mod } m$, dan didapatkan kesimpulan jika algoritma linear congruent methods LCM berjalan dengan baik pada aplikasi sesuai dengan rumus yang ada.

Tabel 1 Pengujian Algoritma LCM

No Soal Yang Diinputkan (Xn)	Metode LCM $Xn = ((a(Xn)+c) \text{ mod } m)$ Dengan a=1, c=7, dan m=10	Hasil Pengacakan Soal
1	$X(1) = (1(5) + 7) \text{ mod } 10 = 2$	2
2	$X(2) = (1(2) + 7) \text{ mod } 10 = 9$	9
3	$X(3) = (1(9) + 7) \text{ mod } 10 = 6$	6
4	$X(4) = (1(6) + 7) \text{ mod } 10 = 3$	3
5	$X(5) = (1(3) + 7) \text{ mod } 10 = 0$	0
6	$X(6) = (1(0) + 7) \text{ mod } 10 = 7$	7
7	$X(7) = (1(7) + 7) \text{ mod } 10 = 4$	4
8	$X(8) = (1(4) + 7) \text{ mod } 10 = 1$	1

9	$X(9) = (1(1) + 7) \bmod 10 = 8$	8
10	$X(9) = (1(8) + 7) \bmod 10 = 5$	5



Gambar 1 Halaman Utama Aplikasi



Gambar 2 Halaman Menu AR Gamelan Jawa

E. Evaluation (Evaluasi)

Evaluasi merupakan sebuah tahapan akhir pada penggunaan metode ADDIE dimana di proses ini terdapat 4 fase pengujian seperti Pengujian *Black Box Testing*, Pengujian *White Box Testing*, Pengujian Deteksi *Marker*, *User Acceptance Test (UAT)*.

1. Pengujian *black box*

merupakan sebuah pengujian yang fokus pada pengujian fungsi dari sebuah aplikasi apakah berjalan dengan baik atau tidak, pengujian *black box testing* di lakukan oleh dosen informatika dan terdapat 112 fungsi pada aplikasi yang akan diujikan. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pada tahap pengujian *black box* memiliki presentase keberhasilan sebesar 100% dan dapat disimpulkan jika semua fungsi-fungsi yang ada di dalam aplikasi berjalan dengan baik.

2. Pengujian *white box*

Hasil cyclomatic complexity yang diperoleh adalah 3. Karena nilai yang didapatkan kurang dari 10 maka dikategorikan sebagai algoritma yang tidak kompleks.

3. Pengujian deteksi maker

Pengujian menggunakan handphone spesifikasi Adroid 11, Qualcomm Snapdragon 860 (7 nm), 128 GB Storage, 6 GB RAM, 48 MP + 8 MP, dibagi menjadi 2 yaitu pengujian deteksi marker berdasarkan jarak dan kemiringan. Deteksi marker berdasarkan jarak diperoleh kesimpulan jika pengujian yang dilakukan pada jarak 15 cm, 25 cm, dan 30 cm kamera dapat mendeteksi marker serta memunculkan objek 3D gamelan namun saat pengujian pada jarak 50 cm, 70 cm, 90 cm kamera tidak dapat mendeteksi marker. Deteksi marker berdasarkan kemiringan diperoleh kesimpulan bahwa dalam kemiringan 450, 900, 1450 marker dapat terdeteksi kamera namun pada saat kemiringan di ubah menjadi 00 dan 1800 marker tidak terdeteksi oleh kamera. Pengujian oklusi dilakukan untuk mengetahui pengaruh marker apabila terhalang oleh suatu benda. Pada marker yang terhalang 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% kamera mendeteksi marker dengan baik namun berbeda halnya ketika marker terhalang oleh benda sebesar 80%, 90%, 100% kamera tidak dapat mendeteksi marker.

4. Pengujian *User Acceptance Test*

Pengujian *User Acceptance Test* dilakukan oleh 5 guru dan 5 siswa SD N 1 Muncang, diperoleh hasil sebagai berikut: Pada guru meliputi aspek desain mendapatkan presentasi sebesar 96%, aspek informasi aplikasi mendapatkan presentase sebesar 94%, dan aspek materi pada aplikasi mendapatkan presentase sebesar 96% dapat dikategorikan sebagai sangat layak. Pada murid meliputi aspek desain mendapatkan presentasi sebesar 98%, aspek informasi aplikasi mendapatkan presentase sebesar 96%, dan aspek materi pada aplikasi mendapatkan presentase sebesar 99%, dari data tersebut disimpulkan jika aplikasi sangat layak digunakan. Kesimpulan yang didapatkan dari pengetesan *User Acceptance Test* pada guru dan siswa di sd n 1 mucang memiliki presentase yang sangat bagus, dan bisa di kategorikan layak untuk di gunakan sebagai media pembelajaran pengenalan alat musik tradisional gamelan jawa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penjelasan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi pengenalan alat musik tradisional gamelan jawa menggunakan augmented reality berbasis android mempunyai 19 objek 3D gamelan jawa yang di buat semaksimal mungkin agar sesuai dengan bentuk aslinya. Aplikasi ini juga memiliki menu sejarah gamelan jawa dimana didalamnya memuat tentang sejarah singkat dari gamelan jawa. Didalam aplikasi juga terdapat quiz soal yang berkaitan dengan alat musik tradisional gamelan jawa serta implementasi algoritma LCM berfungsi untuk teknik pengacakan soal pada aplikasi. Adanya quiz di dalam aplikasi untuk evaluasi sesudah mempelajari sejarah. gamelan jawa dan melihat informasinya di 3D augmented reality.
2. Hasil pengujian perangkat menunjukan aplikasi berjalan optimal pada handphone dengan spesifikasi OS Android 11, RAM 6,00 GB, Processor Mediatek Dimensity 700 5G, dan kurang optimal berjalan baik pada handphone dengan spesifikasi Android 8 Oreo, Qualcomm MSM8953, Snapdragon 625 (14 nm), 64 GB Storage, 4 GB Ram, 16 MP Camera.
3. Dari hasil pengujian black box yang telah dilakukan oleh 3 penguji dosen informatika mendapatkan presentase sebesar 100% itu artinya aplikasi yang telah dibuat berjalan dengan baik dan layak untuk di implementasikan ke siswa SDN 1 Muncang.
4. Hasil dari pengujian User Acceptance Test (UAT) telah di dapatkan presentase meliputi 3 aspek dan di lakukan oleh 5 guru dan 5 siswa SDN 1 Muncang. Hasil yang didapatkan yaitu pada guru aspek desain sebesar 94,40%, aspek informasi sebesar 94%, dan aspek materi 97,33%. Hasil yang didapatkan pada siswa pada aspek desain sebesar 98,40%, aspek informasi 96%, dan aspek materi sebesar 99,33% yang artinya sangat baik.
5. Hasil pengujian white box menunjukan jumlah Complexity Cyclometric adalah 3 path yang artinya termasuk ke dalam algoritma yang memenuhi criteria rekayasa perangkat lunak.

Referensi

- [1] Y. Tyas Catur Pramudi and F. Budiman, "Desain Virtual Gamelan Jawa Sebagai Media Pembelajaran," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 2010, no. Snati, pp. 1907–5022, 2010.
- [2] I. Nurdin and M. F. Sesunan, "Pengembangan Augmented Reality pada Alat Musik Daerah Berbasis Mobile," *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–5, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/TI/article/view/302/269>.
- [3] M. Firdaus and D. L. Yonia, "Aplikasi 3D Alat Musik Tradisional Berbasis Augmented Reality," no. January, pp. 1–32, 2012, [Online]. Available: <https://sukunya055.wordpress.com/บทความของเทคโนโลยี-augmented-reality/>.
- [4] G. Gunawan and D. A. Prabowo, "SISTEM UJIAN ONLINE SELEKSI PENERIMAAN MAHASISWA BARU DENGAN PENGACAKAN SOAL MENGGUNAKAN LINEAR CONGRUENT METHOD (Studi Kasus di Universitas Muhammadiyah Bengkulu)," *J. Inform. Upgris*, vol. 3, no. 2, pp. 143–151, 2017, doi: 10.26877/jiu.v3i2.1872.
- [5] R. Sistem, G. Y. Wiryawan, D. Gede, H. Divayana, and G. A. Pradnyana, "JURNAL RESTI," vol. 1, no. 10, 2021.
- [6] K. Aribawa, "Pengembangan Aplikasi Game Musik Tradisional Bali Megamelan Berbasis Multiplatform," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 7, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201851493.
- [7] A. I. Dewantara, G. A. Pradnyana, and I. M. A. Wirawan, "Pengembangan Game Gamelan Selonding Bali Berbasis Virtual Reality," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 65, 2019, doi: 10.23887/jst-undiksha.v8i1.18500.
- [8] K. Dwipayana, I. M. A. Wirawan, and I. G. P. Sindu, "Go-Byar Based on Virtual Reality for the Learning Media of Gamelan," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 25, no. 2, pp. 229–236, 2019, doi: 10.21831/jptk.v25i2.26182.

- [9] D. Lesmidayarti, S. Sarimuddin, and S. Supria, "Virtual Gamelan Music Using Kinect Sensor," *INOVTEK Polbeng - Informatics Ser.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–15, 2018.
- [10] P. Haryani and J. Triyono, "Augmented Reality (Ar) Sebagai Teknologi Interaktif Dalam Pengenalan Benda Cagar Budaya Kepada Masyarakat," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 807, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1614.
- [11] A. Yusnita, A. Y. Rangan, and F. Setiawan, "Membangun Game Fun Animal Puzzle Menggunakan Algoritma Shuffle Random," *Sebatik*, vol. 15, no. 1, pp. 1–6, 2016, doi: 10.46984/sebatik.v15i1.68.
- [12] I. F. Faiztyan, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, "Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Visualisasi 3D Interaktif Masjid Agung Jawa Tengah Menggunakan Unity3D," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 2, p. 207, 2015, doi: 10.14710/jtsiskom.3.2.2015.207-212.
- [13] I. Bagus and M. Mahendra, "Implementasi Augmented Reality (Ar) Menggunakan Unity 3D Dan Vuforia Sdk," *J. Ilm. ILMU Komput. Univ. Udayana*, vol. 9, no. 1, pp. 1–5, 2016.
- [14] "Pengaruh Aplikasi C# dalam Proses Perhitungan Numerik Terhadap Solusi Persamaan Non Linier," vol. 1, no. 2, pp. 72–80, 2018.
- [15] E. Ardianto, "Blender Blender adalah salah satu *software* open source yang digunakan untuk membuat konten multimedia khususnya 3Dimensi," *Din. Teknol. ...*, vol. 17, no. 2, pp. 107–117, 2012, [Online]. Available: <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/view/1658>.
- [16] H. Kusniyati and N. S. Pangondian Sitanggang, "Aplikasi Edukasi Budaya Toba Samosir Berbasis Android," *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 9–18, 2016, doi: 10.15408/jti.v9i1.5573.
- [17] D. A. Marsudi and R. Rosnelly, "Implementasi Linear Congruent Method Dalam Permainan Kuis Musik Berbasis Android," *J. Mhs. Fak. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 857–869, 2020.
- [18] G. W. Setiawan, "Pengujian Perangkat Lunak Menggunakan Metode Black Box Studi Kasus Exelsa Universitas Sanata Dharma," p. 286, 2011, [Online]. Available: https://repository.usd.ac.id/32377/2/055314010_Full.pdf.
- [19] R. Subagia, R. Alit, and F. A. Akbar, "Pengujian white box pada sistem informasi monitoring skripsi program studi informatika," *J. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 01, no. 2, pp. 539–547, 2020.
- [20] A. Pramono and M. D. Setiawan, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Buah-Buahan," *INTENSIF J. Ilm. Penelit. dan Penerapan Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 54, 2019, doi: 10.29407/intensif.v3i1.12573.
- [21] D. W. Utomo, D. Kurniawan, and Y. P. Astuti, "Teknik Pengujian Perangkat Lunak Dalam Evaluasi Sistem Layanan Mandiri Pemantauan Haji Pada Kementerian Agama Provinsi Jawa Tengah," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 731–746, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i2.2289.
- [22] I. P. Sari, "Implementasi Model Addie Dan Kompetensi Kewirausahaan Dosen Terhadap Motivasi Wirausaha Mahasiswa," *J. Ekon. Pendidik. Dan Kewirausahaan*, vol. 6, no. 1, p. 83, 2018, doi: 10.26740/jepk.v6n1.p83-94.
- [23] Haviluddin, "Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language)," *Memahami Pengguna. UML (Unified Model. Lang.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2011, [Online]. Available: <https://informatikamulawarman.files.wordpress.com/2011/10/01-jurnal-informatika-mulawarman-feb-2011.pdf>.
- [24] M. Nuris, "White box testing pada sistem penilaian pembelajaran," *Skripsi Tek. Inform.*, pp. 1–102, 2015.