

Studi Pendahuluan Pengembangan Aplikasi *Augmented Reality* Untuk Transliterasi Aksara Jawa Cetak

Anastasia Rita Widiarti^{*1}, Fransisca Tjandrasih Adji², Prita Haryani³, Hari Suparwito⁴

^{1,2,4}Universitas Sanata Dharma; Yogyakarta, (0274) 883968

³Institut Sains & Teknologi Akprind, Yogyakarta

e-mail: ^{*1}rita_widiarti@usd.ac.id, ²nuning@usd.ac.id, ³pridaharyani@akprind.ac.id,

⁴shirsj@jesuits.net

Abstrak

Aksara Jawa sebagai aset budaya Indonesia harus dilestarikan dan disebarluaskan kepada generasi sekarang agar tidak semakin hilang dari ingatan. Teknologi *augmented reality* (AR) mempunyai peluang untuk digunakan dalam pengembangan aplikasi yang menarik, karena sifat teknologi yang memadukan dunia nyata dengan dunia maya dapat menarik minat generasi muda untuk menggunakannya dalam kehidupan sehari-hari. Metode pengembangan AR yang dipilih adalah metode *Multimedia Development Life Cycle*, dan perangkat lunak yang digunakan adalah *Unity* dan *Vuforia*. Sebagai langkah awal telah dilakukan pengumpulan gambar marker dari hasil segmentasi naskah *Hamong Tani* halaman 2. Dari hasil pengujian pada objek-objek aksara Jawa diketahui bahwa aplikasi AR berfungsi dengan baik dan benar pada gambar aksara Jawa dengan ukuran terkecil 2x2 cm, dan terbesar 11x11 cm. Untuk ukuran aksara terkecil, jarak minimal kamera ke aksara Jawa 5 cm dan maksimalnya 9 cm, sedangkan untuk ukuran aksara terbesar jarak minimalnya 18 cm dan maksimalnya 46 cm.

Kata kunci— aksara Jawa, metode pengembangan multimedia, realitas ditambah, transliterasi

Abstract

The Javanese script as an Indonesian cultural asset must be preserved and disseminated to the current generation so that it is not increasingly lost from memory. *Augmented reality* (AR) technology has the opportunity to be used in developing interesting applications, because the nature of the technology that combines the real world with the virtual world can attract young people to use it in their daily lives. The chosen AR development method is the *Multimedia Development Life Cycle* method, and the software tools used are *Unity* and *Vuforia*. As a first step, a collection of marker images has been carried out from the segmentation results of the *Hamong Tani* manuscript on page 2. From the test results on Javanese script objects, it was found that the AR application functions properly and correctly on Javanese script images with the smallest size of 2x2 cm, and the largest at 11x11 cm. For the smallest font size, the distance from the camera to the Javanese script is a minimum of 5 cm and a maximum of 9 cm, while for the largest font size, the distance is a minimum of 18 cm and a maximum of 46 cm.

Keywords—Javanese script, multimedia development method, augmented reality, transliteration



1. PENDAHULUAN

Saat ini semakin sedikit jumlah generasi muda Indonesia khususnya di Daerah Istimewa Yogyakarta maupun Jawa Tengah yang berminat untuk mempelajari aksara Jawa. Akibatnya, naskah-naskah beraksara Jawa menjadi benda yang tidak tersentuh. Padahal dalam naskah-naskah tersebut tertulis beraneka kearifan lokal yang menyangkut banyak aspek kehidupan manusia, dan isinya tetap relevan bagi kehidupan manusia pada masa sekarang maupun masa yang akan datang [1].

Agar naskah-naskah tersebut dapat dibaca untuk generasi sekarang, maka perlu dilakukan upaya transliterasi atau transkripsi dari aksara Jawa ke aksara Latin. Namun, dalam melakukan transkripsi naskah membutuhkan waktu yang cukup lama, terlebih jika naskah dalam bentuk manuscript atau tulisan tangan. Bisa terjadi, dalam mentranskripsi satu halaman naskah membutuhkan waktu sehari karena untuk melakukan transkripsi naskah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Saat membaca naskahnya, pembaca harus (lihat Baried, 1985: 59) mencermati gaya goresan tulisan dalam naskah, memahami konteks bacaan, memahami bahwa naskah-naskah lama yang dibaca dapat dipastikan merupakan hasil salinan, memahami bahwa dalam proses penyalinan sangat mungkin terjadi pengurangan, penambahan, penggantian, dan salah tulis baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja oleh penyalin, dan memahami bahwa penyalin belum tentu orang yang paham akan teks yang disalin [2]. Hal-hal ini pulalah yang mengakibatkan juga tidak banyak orang yang berminat mempelajari naskah-naskah Jawa.

Untuk itu perlu ditemukan cara-cara baru yang memungkinkan generasi muda agar terlibat secara aktif dalam upaya pelestarian dan penyebarluasan naskah Jawa tersebut. Lebih-lebih di era revolusi industri empat sekarang ini, muatan upaya pendidikan seni budaya sangat membutuhkan perubahan [3], misalnya dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi dan komputer yang mempergunakan teknologi *augmented reality*.

Augmented reality (AR) adalah model visual yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya dalam bentuk dua dan tiga dimensi yang secara bersamaan diproyeksikan ke lingkungan nyata. AR ini juga sering disebut realitas tertambah [4]. Pengguna AR dapat memvisualisasikan objek dalam bentuk tiga dimensi, berelasi secara interaktif dan mendapatkan pengalaman secara *real time* [4] [5].

Sejak tahun 2003 penerapan AR di berbagai bidang semakin meningkat penggunaannya [6]. Teknologi AR dinilai efektif untuk meningkatkan minat belajar dan interaksi pengguna dalam proses pembelajaran [6][7]. Pemanfaatan AR akan dapat memberikan pengalaman interaksi baru antara pengguna dengan media yang digunakan.

Di bidang lainnya, mulai tahun 2013 AR telah diimplementasikan di bidang manufaktur [8] dan arsitektur [9]. Di tahun-tahun berikutnya, pemanfaatan AR juga berkembang ke bidang lain, seperti di militer [10], kesehatan [11], konstruksi bangunan [12], pendidikan [6][7][13], budaya sekaligus pendidikan [14][15][16][17], dan kepariwisataan [18][19].

Sejalan dengan upaya transliterasi aksara Jawa, peneliti lainnya Nurhidayat, Suyoto & Purnomo [15] telah mengembangkan aplikasi pengenalan Lontara berbasis AR. Aplikasi tersebut dinilai lebih menarik dan interaktif bagi pengguna yang ingin belajar Aksara Lontara. Ismawan, Sularsa, & Insanudin [20] mengembangkan aplikasi AR sebagai media pembelajaran aksara Sunda yang dilengkapi dengan video cara penulisan aksara Sunda, dan soal untuk latihan. AR untuk pembelajaran aksara Jawa di sekolah-sekolah dasar dinilai mampu meningkatkan minat anak belajar kembali aksara Jawa karena fasilitas dan kemudahan yang ditawarkan oleh aplikasi sesuai usia belajar penggunanya [21][22][23][24].

Contoh-contoh penerapan AR dengan data aksara yang disajikan diperuntukkan untuk kepentingan pembelajaran baik secara terstruktur di sekolah [20][22] maupun mandiri [17][[21][23][24]. Semua penelitian dengan aksara menggunakan marker yang dibuat secara khusus untuk menjadi pemicu munculnya aset. Jumlah aksara yang digunakan sebagai marker juga terbatas pada aksara pokok atau inti, kecuali penelitian Agustian dan Badri [21] yang juga menambah dengan *pasangan* dari aksara Jawa inti. Dalam penelitian ini, kepentingan dari AR yang dibangun selain untuk pembelajaran yang utama adalah menjadi sarana transliterasi atau alih aksara dari aksara Jawa ke aksara Latin dari suatu dokumen yang beraksara Jawa dan bersifat *markerless*. Artinya bahwa yang menjadi objek penanda untuk dibaca kamera adalah citra-citra aksara Jawa yang terdapat dalam suatu catatan atau dokumen, dan bukan harus menciptakan secara khusus citra sebagai marker. Jumlah obyek yang dapat dipindai oleh AR tidak terbatas pada aksara Jawa inti, melainkan juga pada aksara yang sudah mendapat tambahan *pasangan* dan *sandangannya*.

2. METODE PENELITIAN

Augmented reality atau AR didefinisikan sebagai penggabungan antara benda - benda nyata dan maya di lingkungan nyata. Benda-benda tersebut kemudian bisa berinteraksi dalam waktu nyata dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata. Penggabungan benda nyata dan maya dimungkinkan dengan teknologi tampilan yang sesuai. Interaksi dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu, dan integrasi yang baik memerlukan penjejakkan yang efektif [25][26].

AR dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan lingkungan baru dari penggabungan interaktivitas lingkungan nyata dan maya sehingga pengguna merasa bahwa lingkungan yang diciptakan adalah nyata. Dengan kata lain, pengguna merasa tidak ada perbedaan yang dirasakan antara AR dengan apa yang mereka lihat atau rasakan di lingkungan nyata. Dengan bantuan teknologi AR lingkungan nyata di sekitar akan dapat berintegrasi dalam bentuk digital. Informasi tentang objek dan lingkungan di sekitar dapat ditambahkan ke dalam sistem AR. Informasi tersebut dapat ditampilkan di atas layar dunia nyata secara *real-time* seolah-olah informasi tersebut adalah nyata agar pemahaman pengguna menjadi jelas.

Saat ini AR sangat mungkin diaplikasikan dengan mempergunakan telepon pintar atau *smartphone*, karena perangkat komunikasi tersebut mempunyai media penyimpanan dan pemroses informasi yang diperlukan oleh AR. Dengan memasang aplikasi yang berhubungan dengan AR di *smartphone*, maka AR dapat dinikmati langsung dengan perangkat tersebut.

Metode pengembangan AR sebagai media transliterasi aksara Jawa cetak yang digunakan dalam penelitian ini secara prinsip berpatokan pada metode *Multimedia Development Life Cycle* atau MDLC, seperti yang diterapkan oleh peneliti lain pada AR untuk pembelajaran aksara Sunda [20]. Penggunaan metode MDLC dinilai tepat karena pengembangan AR adalah sama halnya pengembangan sistem pada aplikasi multimedia, sehingga alur pengembangan AR dalam penelitian ini mengikuti tahapan dalam MDLC.

Teknologi perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan AR dalam penelitian ini adalah Unity versi 2021.3.19F1 dengan Vuforia versi 10-15-3. Pemilihan kedua perangkat tersebut didasarkan pada pemikiran bahwa Unity versi tersebut sudah memberikan dukungan Vuforia bawaan sehingga pengembangan AR menjadi lebih mudah.

Konsep AR untuk transliterasi yang dikembangkan sangat sederhana, yaitu pengguna memindai aksara Jawa mempergunakan piranti kamera, dan mengeluarkan informasi hasil

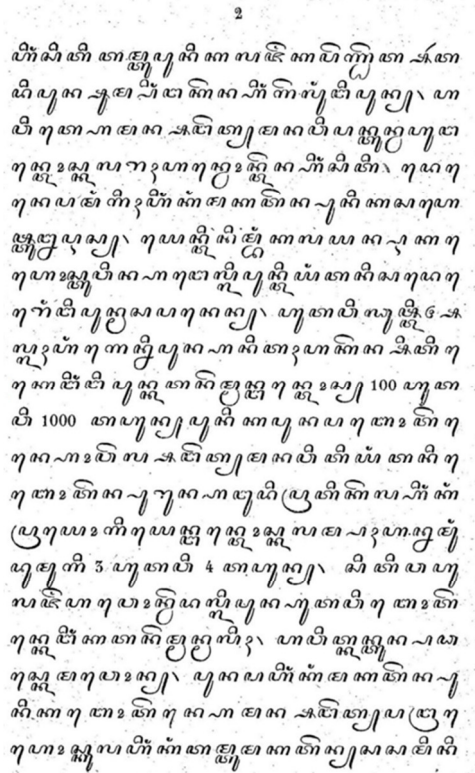
transliterasi dari aksara tersebut. Siapapun penggunanya yang sudah bisa membaca dan mengoperasikan piranti yang memiliki fasilitas kamera di dalamnya seperti HP atau laptop dapat dengan mudah menggunakan AR ini. Jenis aplikasi yang digunakan adalah presentasi. Penentuan ukuran aksara sebagai penanda menjadi pertimbangan utama agar sedekat mungkin mendekati ukuran aksara pada naskah, sehingga pengguna merasa seperti membaca naskah saja.

Perhatian utama dalam desain pengembangan AR untuk transliterasi adalah pada pemilihan aksara Jawa sebagai marker, karena sangat banyak sekali bentuk-bentuk unik aksara Jawa setelah ditambah dengan berbagai tanda-tanda baca sesuai aturan penulisan aksara Jawa. Sedangkan untuk pengembangan aset sangat sederhana sekali konsepnya, yaitu dengan langsung menampilkan hasil transliterasinya tanpa banyak animasi maupun desain 3D yang rumit. Pertimbangan jenis font, ukuran font, dan warna font saja yang menjadi persoalannya agar sesuai dengan keinginan para pengguna, sederhana dan tidak mengganggu tujuan utama yaitu untuk transliterasi seperti terlihat pada Gambar 1. Jika kamera mendeteksi marker aksara Jawa *mung* di Gambar 1, maka aplikasi AR akan menampilkan hasil transliterasinya di dekat aksara tersebut.



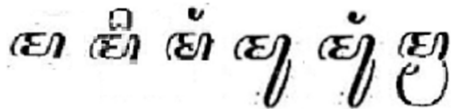
Gambar 1. Gambaran Tampilan Aplikasi AR Transliterasi Aksara Jawa

Tahap pengumpulan materi untuk menjadi marker dilakukan dengan mengambil citra-citra aksara Jawa hasil segmentasi dari naskah Hamong Tani halaman 2, seperti terlihat pada Gambar 2. Pemilihan naskah Hamong Tani didasarkan pada kepopuleran buku tersebut di kalangan pecinta sastra Jawa. Kriteria pemilihan halaman didasarkan pada kualitas hasil scan yaitu relatif bersih dan jernih.



Gambar 2. Sumber Marker AR [27]

Terdapat 102 citra aksara Jawa unik dari 355 citra di Gambar 2 tersebut, yaitu citra yang bentuk aksaranya berbeda dari yang lain. Sebagai contoh aksara *ma* berbeda bentuknya dengan aksara *mi*, *mang*, *mu*, *mung*, dan *mna* seperti terlihat pada Gambar 3. Perbedaan bentuk tersebut disebabkan oleh penambahan tanda-tanda baca pembentuk vokal maupun karena peraturan penulisan aksara. Aksara *ma* di Gambar 3 paling kiri adalah aksara dasar atau *nglegena*, yaitu aksara Jawa yang utama dari 19 aksara *nglegena* lainnya. Aksara *ma* tersebut dibaca menjadi *mi* setelah ditambahkan *wulu* di atasnya, seperti terlihat pada aksara di sebelah kanannya *ma*. Kemudian menjadi aksara *ming* jika ditambahkan *cecek*, aksara *mu* jika ditambah *wulu*, aksara *mung* jika ditambah *cecek* dan *wulu*, dan menjadi aksara *mma* di paling kanan Gambar 3 jika ditambahkan pasangan aksara *na*.



Gambar 3. Capture Buku Hamong Tani halaman 2 [27]

Citra hasil segmentasi selanjutnya diproses secara berulang untuk mendapatkan gambar yang sudah bebas dari derau dan mempunyai tepi yang tajam. Proses berulang tersebut

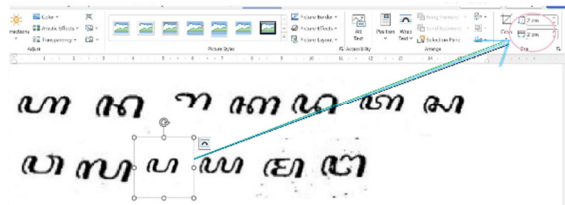
bertujuan untuk mendapatkan marker yang dengan skor bintang 5 sehingga mudah untuk dideteksi.

Pada tahap pengujian dilakukan pemeriksaan jalannya fungsi dari aplikasi yang dibuat oleh ahli informatika, dan untuk memeriksa kebenaran hasil transliterasi oleh ahli aksara dan bahasa Jawa. Apabila aplikasi sudah mampu membaca semua aksara yang dipindai dan menampilkan aset yang sesuai dengan aksara yang dipindai, maka aplikasi sudah dinyatakan berfungsi dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi desain AR dilakukan dengan mempergunakan alat bantu *software* Unity versi 2021.3.19F1 dengan Vuforia versi 10-15-3. Pada percobaan paling awal aplikasi apk yang telah selesai diinstal pada perangkat HP OPPO A5 2020, diperoleh kesimpulan bahwa ukuran aksara Jawa 40 x 40 cm yang dicetak pada kertas atau pada layer monitor adalah ukuran yang paling baik yang dapat dipindai oleh kamera HP tersebut. Saat ukuran aksara diperkecil lagi, ternyata aplikasi tidak dapat memindai dengan baik atau gagal. Sama halnya ketika kemudian ukuran tersebut diperbesar melebihi 60x60 cm, pemindaian ternyata gagal.

Untuk mendapatkan ukuran aksara Jawa sebagai marker digunakan piranti Ms Word dalam mengatur ukuran obyek gambar, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Setiap aksara Jawa diatur lebar dan panjangnya sesuai ukuran yang dikehendaki.



Gambar 4. Gambaran Cara Mendapatkan Ukuran Citra Minimal

Percobaan juga dilanjutkan untuk mengetahui jarak terdekat atau terjauh dari kamera HP ke aksara Jawa yang dipindai. Gambar 5 menampilkan gambaran posisi kamera terhadap marker.



Gambar 5. Pencarian Jarak Optimal dari Kamera ke Marker

Untuk mendapatkan ukuran jarak digunakan piranti penggaris yang diletakkan di atas aksara Jawa secara tegak lurus. Pertimbangan terkait dengan ukuran aksara dan jarak kamera dihubungkan dengan kebiasaan orang pada umumnya ketika membaca suatu naskah.

Dari hasil percobaan awal, diperoleh detail ukuran aksara Jawa yang dapat dipindai, dan dan jarak dari kamera ke aksara yang memungkinkan aplikasi AR masih berfungsi dengan benar, seperti terlihat pada Tabel 1. Misal dengan ukuran aksara Jawa terkecil 2 x 2 cm, maka agar aplikasi AR berfungsi dengan benar, kamera HP harus diletakkan minimal 5 cm dari aksara Jawa yang dipindai, dan diletakkan paling jauh berjarak 9 cm. Jika ukuran aksara diperkecil lagi ternyata aplikasi gagal memindai. Demikian pula jika kamera dijauhkan lebih dari 9 cm, gambar aksara Jawa semakin kabur sehingga berakibat aplikasi AR tidak berfungsi dengan baik.

Tabel 1 Perbandingan Jarak Kamera ke Marker (Satuan Ukuran cm)

Ukuran Marker	Jarak Minimal	Jarak Maksimal
2 x 2	5	9
3 x 3	5	12
4 x 4	6	16
4.5 x 4.5	6	18
5 x 5	7	20.5
5.5 x 5.5	8	22
6 x 6	7	24
6.5 x 6.5	10	26
7 x 7	9	27
8 x 8	10	30
9 x 9	14	37
10 x 10	16	40
11 x 11	18	46

Percobaan juga telah dilakukan pada semua aksara yang digunakan sebagai marker. Jika mematuhi ukuran aksara yang akan dipindai dan jarak kamera ke aksara tersebut seperti terlihat pada Tabel 1, semua percobaan mengeluarkan hasil transliterasi yang benar.

Ada kegagalan dalam beberapa percobaan yang diakibatkan oleh perbedaan dari aksara yang dipindai dan aksara penanda yang digunakan. Perbedaan itu oleh karena adanya piksel-piksel tambahan dan tingkat ketajaman gambar aksara yang dipindai. Untuk itu jika aplikasi akan dikembangkan pada suatu dokumen beraksara Jawa, maka yang bisa dilakukan adalah menggunakan aksara-aksara yang digunakan sebagai marker, atau menggabungkan AR dengan teknologi untuk memproses gambar sebelum dipindai sehingga diperoleh gambar aksara yang mirip dengan gambar marker.

4. KESIMPULAN

Unity dan Vuforia sebagai perangkat bantu pengembangan AR untuk transliterasi dapat bekerja dengan baik. Dari hasil pengujian terhadap obyek-obyek aksara Jawa yang digunakan dalam studi awal ini, diperoleh data ukuran dan jarak yang membuat perangkat aplikasi AR masih dapat berfungsi dengan benar. Dikatakan berfungsi dengan benar karena diperoleh aset berupa hasil transliterasi yang benar pada aksara Jawanya. Ukuran aksara Jawa terkecil yang

dapat ditangkap AR adalah 2x2 cm, dengan jarak marker minimum 5 cm dan maksimal 9 cm. Untuk ukuran aksara terbesar 11x11 cm, dengan jarak marker minimum 18 cm dan maksimal 46 cm.

Piranti aplikasi AR dapat berfungsi dengan lebih baik untuk semakin banyak aksara Jawa jika tersedia sebanyak mungkin aksara Jawa unik sebagai bahan untuk aset dan marker untuk mengembangkan AR lengkap transliterasi aksara Jawa. Selain itu harus dipatuhi ukuran minimal dan maksimal aksara sebagai marker, dan jarak antara marker dan obyek agar AR dapat berjalan dengan baik.

5. SARAN

Agar AR sebagai transliterasi berjalan dengan lebih baik lagi untuk berbagai dokumen lain, perlu ditambahkan operasi preprocessing sebelum aksara masuk di dalam mesin untuk transliterasi. Hal ini mengingat karakteristik dari citra-citra aksara Jawa mempunyai variabilitas dalam hal ketebalan, warna, dan kemiringan. Perubahan sedikit saja dari gambar yang akan dipindai menyebabkan mesin AR tidak lagi bekerja. Selain itu perlu ditambahkan pembelajaran mesin untuk meningkatkan daya tangkap AR. Menyerahkan sepenuhnya Unity bekerja tanpa mengetahui cara kerja mesinnya membuka peluang untuk masih dapat ditingkatkannya daya pindai AR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sanata Dharma yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini melalui skema Penelitian Reguler / Umum dengan nomor kontrak 012/Penel./LPPM-USD/III/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, F. T., 2016, *Memahami Sistem Pengobatan Tradisional Nusantara Studi Kasus Naskah Serat Primbon Reracikan Jampi Jawi, Prosiding Seminar Antarbangsa Arkeologi, Sejarah, Budaya, dan Bahasa di Alam Melayu Nusantara (ASBAM) ke-5*, Makasar, 26-27 Juli.
- [2] Baried, S.B., Soeratno, S.C., Sawoe, Sutrisno, S., & Syakir, M., 1985, *Pengantar Teori Filologi*, Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- [3] Chun, J., 2019, *A Study on Digital Heritage Content Development for Augmented Reality based Culture and Arts Education in The Fourth Industrial Revolution*, *Journal of Digital Contents Society*, Vol 20, No 12, hal 2357-2366.
- [4] Azuma, R. Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B., 2001, Survey Recent Advances in Augmented Reality, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol 21, No 6, Hal 35-47.

- [5] Iftene, A. & Trandabăț, D., 2018, *Enhancing The Attractiveness of Learning Through Augmented Reality*, *Procedia Computer Science*, Vol 126, Hal 166-175.
- [6] Chen, P., Liu, X., Cheng, W., Huang, R., 2017, *A Review of Using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016*, In: Popescu, E., et al. *Innovations in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology*, Springer, Singapore.
- [7] Arici, F., Yıldırım, P., Caliklar, Ş. & Yilmaz, R. M., 2019, *Research Trends in The Use of Augmented Reality in Science Education: Content and Bibliometric Mapping Analysis*, *Computers & Education*, Vol 142, sp. 103647.
- [8] Nee, A. Y. C. & Ong, S. K., 2013, *Virtual and Augmented Reality Applications In Manufacturing*, *IFAC Proceedings*, Vol 46, No 9, Hal 15-26.
- [9] Cirulis, A. & Brigmanis, K. B., 2013, *3d Outdoor Augmented Reality For Architecture and Urban Planning*, *Procedia Computer Science*, vol 25, hal 71-79.
- [10] Ullo, S.L., Piedimonte P., Leccese, F., & Francesco, E.D., 2019, *A Step Toward The Standardization of Maintenance and Training Services In C4i Military Systems With Mixed Reality Application*, *Measurement*, Vol 138, Hal 149- 156.
- [11] Ibrahim, Z. & Money, A. G., 2019, *Computer Mediated Reality Technologies: A Conceptual Framework and Survey of The State of The Art In Healthcare Intervention Systems*, *Journal Of Biomedical Informatics*, vol 90, sp. 103102.
- [12] Chu, M., Matthews, J. & Love, P. E., 2018, *Integrating Mobile Building Information Modelling and Augmented Reality Systems: An Experimental Study*, *Automation In Construction*, Vol 85, Hal 305-316.
- [13] Andrea, R., Lailiyah, S., R. & Agus, F., 2019, "Magic Boosed" an Elementary School Geometry Textbook with Marker-Based Augmented Reality, *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, Vol 17, No 3, Hal 1242-1249.
- [14] Rismantojo, S. & Valenska, J., 2020, *Peran Augmented Reality Dalam Meningkatkan Visitor Experience Generasi Milenial di Museum Bertema Tekstil Indonesia. Demandia: Jurnal Desain Komunikasi Visual, Manajemen Desain dan Periklanan*, Vol 5, No 1, Hal 74-99.
- [15] Nurhidayat, A. M., Suyoto & Purnomo, Y. S., 2015, *Perancangan Aplikasi Pengenalan Aksara Lontara Berbasis Augmented Reality*, *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK 2015)*, Semarang, 10 Oktober.
- [16] Kurniawan, D. A., Sugiarto, B. A. & Najoran, X.B.N., 2019, *Pengenalan Alat Musik Bambu Menggunakan Augmented Reality 3 Dimensi*, *Jurnal Teknik Informatika*, Vol 14, No 3, Hal 291-302.

-
- [17] Syafrianto, A. & Nugroho, A. A., 2019, *Media Pembelajaran Aksara Jawa Dengan Teknik Augmented Reality Menggunakan Vuforia SDK*, *FAHMA: Jurnal Informatika Komputer, Bisnis, dan Manajemen*, Vol L 17, No 2, Hal 70-81.
- [18] Wei, W., 2019, *Research Progress on Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Tourism and Hospitality: A Critical Review of Publications from 2000 to 2018*, *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, Vol 10, No 4, Hal 539-570.
- [19] Lang, Y., Deng, X., Zhang, K., & Wang, Y., 2018, Construction of Intangible Cultural Heritage Spot Based on AR Technology—Taking The Intangible Cultural Heritage of the Li Nationality in The Areca Valley as An Example, *6th Annual 2018 International Conference on Geo-Spatial Knowledge and Intelligence*, Hubei China, 14–16 December.
- [20] Ismawan, K., Sularsa, A. & Insanudin, E., 2020, *Penerapan Teknologi Augmented Reality (ar) Sebagai Media Pembelajaran Aksara Sunda Untuk Sekolah Menengah Pertama*, *eProceedings of Applied Science*, Vol 6, No 3, Hal 4283-4280.
- [21] Agustian, M, & Badri, F., 2021, *Pengenalan Aksara Jawa dan Edukasi Dengan Marker Tracking pada Augmented Reality Berbasis Android*, *Teknika: Engineering and Sains Journal*, Vol 5, No 1, Hal 1-8.
- [22] Kusuma, F.E.E.K., Setyawan, M.B., & Zulkarnain, I.A., 2019, *Penerapan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Aksara Jawa di SDN 1 Sidorejo Ponorogo*, *Komputek: Jurnal Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, Vol 3, No 1, Hal. 61-67.
- [23] Ramadani, H. K. & Huda, W. S., 2020, *Game Edukasi Aksara Jawa Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android*, *Explore it!*, Vol 12, No 2, Hal 87-92.
- [24] Susilo, H., Sudargo, & Menarisanti I., 2021, *Aplikasi Pengenalan Aksara Jawa “Hanacaraka” Berbasis Augmented Reality*, *JIPETIK: Jurnal Ilmiah Penelitian Teknologi Informasi & Komputer*, Vol 2, No 2, Hal 41-48.
- [25] Cho, Y., 2019, *Why Virtual Reality & Augmented Reality*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [26] Zlatanova, S., 2002, *Augmented Reality Technology*, TU Delf, Delft.
- [27] Holle, K., 1876, *Hamong Tani*, Landsdrukkerij, Batavia.