

# Rancang Bangun Aplikasi Informasi Kehadiran dengan Teknologi *Augmented Reality*

Eri Satria<sup>1</sup>, Dewi Tresnawati<sup>2</sup>, Ari Apriadi<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Institut Teknologi Garut

Garut, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>\*erisatria@itg.ac.id, <sup>2</sup>dewitresnawati@itg.ac.id, <sup>3</sup>1606053@itg.ac.id

Diajukan: 12 Mei 2022; Direvisi: 3 Juli 2023; Diterima: 3 Januari 2024

## Abstrak

Informasi kehadiran merupakan hal penting untuk disajikan pada aktivitas organisasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi yang menampilkan informasi kehadiran secara visual dengan cara pendeteksian wajah berteknologi *augmented reality*. Bentuk sajian visual memberikan kemudahan menangkap informasi bagi penggunaannya dan lebih menarik secara tampilan. Metode *Research and Development* digunakan untuk mengembangkan aplikasi, terdiri dari tahapan *Preliminary*, *Prototyping Stage*, *Summative Evaluation*, *Systematic Reflection and Documentation*. Penelitian dilakukan pada sebuah sekolah dengan melibatkan sepuluh guru sebagai sampel. Perangkat lunak pendukung yang digunakan yaitu *Unity* versi 5, *Adobe Photoshop*. Hasil Penelitian berupa aplikasi penyajian informasi kehadiran dengan cara pendeteksian wajah penggunaannya. Aplikasi menggunakan teknologi *augmented reality* yang dijalankan pada perangkat mobile. Cara akses dengan pendeteksian wajah menjadi alternatif dalam kemudahan akses. Material yang dibutuhkan pada pembuatan fitur ini dengan *opencv* berupa pustaka perangkat lunak untuk pengolahan gambar dinamis secara *real-time*, banyak fitur pengenalan wajah, deteksi wajah, dan berbagai jenis metode *artificial intelligence*. Fitur *augmented reality* dengan penambahan fungsi, dimana kamera terarah ke subjek maka muncul informasi kehadiran. Hasil pengujian aplikasi dengan melibatkan ahli dan pengguna, aplikasi dapat diterima dengan baik dari sisi kemudahan mengoperasikan, tingkat toleransi kesalahan, kesesuaian dan desain visual. Penelitian selanjutnya diharapkan mengintegrasikan bukan hanya informasi kehadiran, tapi sajian informasi lainnya pada organisasi.

**Kata kunci:** *Android, Augmented reality, Face recognition, Research and development.*

## Abstract

Attendance information is essential to present in organizational activities. This study aims to design and build an application that visually displays presence information through face detection using *augmented reality* technology. The form of visual presentation makes capturing data for its users easy and more attractive in appearance. The *Research and Development* method is used to develop the application, consisting of the *Preliminary*, *Prototyping Stage*, *Summative Evaluation*, *Systematic Reflection and Documentation* stages. The research was conducted at a school involving ten teachers as a sample. The software used in this research is *Unity* version 5 and *Adobe Photoshop*. The research results are an application for presenting attendance information by detecting the user's face. The application uses *augmented reality* technology that runs on mobile devices. How to access face detection is an alternative to easy access. The material needed for making this feature with *OpenCV* is a software library for *real-time* dynamic image processing, facial recognition features, face detection, and various *artificial intelligence* methods. With the addition of a function, the *augmented reality* feature, where the camera is aimed at the subject, presence information appears. The application testing results involving experts and users show that the application is well received regarding ease of operation, level of fault tolerance, suitability and visual design. Future research is expected to integrate attendance information and other information presentations on the organization.

**Keywords:** *Android, Augmented reality, Face recognition, Research and development.*

**1. Pendahuluan**

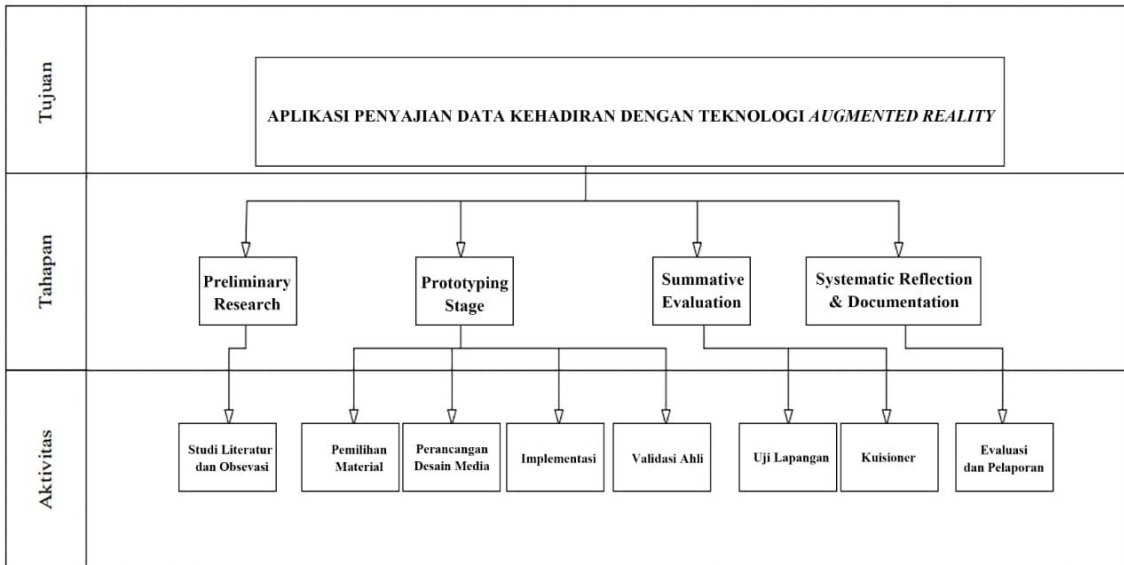
Persentase kehadiran merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipisahkan dari keinginan belajar. Kehadiran siswa, guru dan lainnya dalam organisasi sejauh ini lebih banyak disajikan dalam bentuk tercetak pada kertas. Informasi kehadiran dapat disajikan dengan cara berbeda yang lebih dinamis dan *realtime* menggunakan multimedia. Informasi secara visual lebih menarik atensi pengamat, memiliki kekuatan menarik perhatian khalayak sasaran secara langsung dan memiliki peran yang besar dalam persuasi visual suatu informasi [1]. Untuk alasan ini, diperlukan suatu cara menyajikan informasi secara visual dengan teknologi multimedia. *Augmented reality* salah satu teknologi multimedia yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata, lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Dengan menerapkan teknologi *augmented reality* memungkinkan tampilan informasi menjadi lebih menarik dan mudah untuk dipahami. Selain dari itu, cara akses informasi sejauh ini lebih banyak menggunakan perintah berupa mengklik tombol, mengetik kata atau menggunakan sidik jari. Penggunaan pendeteksian wajah masih menjadi cara akses yang belum begitu banyak digunakan. Sehingga hal ini menjadi hal yang perlu untuk dikembangkan dalam pemanfaatannya dalam sebuah aplikasi.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan permasalahan dan metode yang digunakan pada penelitian ini. Pertama, penelitian tentang penerapan desain infografis sebagai penyajian berbentuk gambar lebih menarik atensi pengamat [2]. Kedua, penelitian tentang penerapan sajian informasi secara visual mengenai aplikasi katalog elektronik berbasis web [3]. Ketiga, penelitian tentang penerapan *Multimedia Development Life Cycle* untuk rancang bangun aplikasi multimedia berbasis android [4]. Keempat, penelitian mengenai *augmented reality* pada pembuatan media interaktif rumus bangun ruang menerapkan teknologi *augmented reality* berbasis android [5]. Kelima, penelitian media interaktif dengan menerapkan teknologi *augmented reality* menggunakan metodologi *research and development* [6].

Berdasarkan rujukan penelitian sebelumnya, masalah penelitian ini adalah belum adanya penyajian informasi kehadiran secara visual menggunakan teknologi *augmented reality* dengan cara akses pendeteksian wajah penggunanya. Tujuan dari penelitian ini merancang dan membangun aplikasi penyajian informasi kehadiran dengan teknologi *augmented reality* berbasis android dengan cara akses informasi menggunakan pendeteksian wajah. Penelitian ini diharapkan berkontribusi memberi alternatif dalam penyajian data kehadiran organisasi secara visual dengan cara akses pendeteksian wajah penggunanya.

**2. Metode**

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* [8], prosedur pengembangan yang dikemukakan Jan van der Akker memiliki empat tahapan yakni *preliminary research*, *prototyping stage*, *summative evaluation* dan *systematic reflection and documentation* [9]. Tahapan dan kegiatan diuraikan dalam diagram struktur aktifitas pekerjaan (Gambar 1).



Gambar 1. *Work Breakdown Structure* tahapan penelitian

Penelitian Pendahuluan (*preliminary research*), tahapan ini mencakup analisis konteks dan masalah untuk pengembangan landasan kerangka konseptual dengan tinjauan literatur dan studi lapangan serta survey kepada calon pengguna. Tahap Prototipe (*prototyping stage*), tahapan ini meliputi pemilihan material, pemilihan perangkat lunak dan perangkat keras yang diperlukan, perancangan desain media, penilaian ahli, evaluasi responden sebagai pengguna, dan uji lapangan. Evaluasi Sumatif (*Summative Evaluation*), tahapan ini lebih kepada evaluasi produk atau aplikasi yang dikembangkan dan melakukan tes akhir. Tes menggunakan teknik *blackbox testing* dan tes yang dilakukan oleh langsung oleh pengguna. Refleksi Sistematis dan Dokumentasi (*Systematic Reflection and Documentation*), pada tahap ini menunjukkan hasil keseluruhan studi dalam analisis evaluasi dan dokumentasi seluruh aktivitas yang dilakukan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang diperoleh berupa desain aplikasi berupa hasil penelitian pendahuluan, *prototype*, implementasi dan validasi ahli. Relevansi dengan beberapa temuan penelitian lainnya disajikan pada bagian pembahasan.

#### 3.1. Hasil Penelitian

##### 3.1.1. Preliminary Research

Tahapan mencakup analisis konteks dan masalah dalam mengembangkan kerangka konseptual melalui studi literatur [10]. Selanjutnya untuk mengetahui masalah nyata, survey dilakukan kepada 2 sampel sekolah, yaitu sekolah tingkat menengah atas negeri dan swasta yang berada di kabupaten Garut yang memiliki akreditasi “A”. Wawancara dilakukan kepada guru-guru di sekolah tersebut terkait melihat data kehadiran siswa, apa saja yang telah dan sering digunakan, serta respon guru terkait kehadiran siswanya [11]. Hal ini dilakukan untuk mewawancarai guru mengenai perangkat yang digunakan untuk melihat kehadiran siswa di dalam kelas. Jenis wawancara yang digunakan berupa Teknik wawancara terstruktur [12]. Menurut Sugiono, melakukan wawancara terstruktur dilakukan dengan menyiapkan instrumen berupa daftar pertanyaan tertulis yang alternatif jawabannya sudah disiapkan [13]. Berikut adalah hasil dari wawancara sepuluh pengajar/guru.

Tabel 1. Hasil wawancara dari parameter fisik

No	Indikator	Keterangan
1.	<b>Penggunaan alat untuk melihat kehadiran siswa oleh guru</b>	Pertanyaan pertama mengenai penggunaan alat untuk melihat kehadiran siswa oleh guru. Hasil yang didapatkan 80 persen pengajar/guru menggunakan buku absensi untuk melihat kehadiran siswanya.
2.	<b>Penyajian data kehadiran berbasis digital</b>	Pertanyaan ditujukan untuk respon pengajar/guru terhadap perspektif pengajar/guru tentang penyajian kehadiran siswanya secara digital. Diperoleh hasil opini positif guru terhadap murid yakni 80 persen pengajar/guru tertarik untuk menggunakan penyajian kehadiran secara digital.
3.	<b>Diagram penggunaan AR oleh pengajar/guru</b>	Peneliti menanyakan penerapan <i>augmented reality</i> kepada guru. Sebanyak 90 persen guru menyatakan belum pernah menggunakan sebelumnya

Penelitian pendahuluan menghasilkan bahwa media yang dipakai oleh guru dalam pembelajaran untuk mengetahui keaktifan siswanya bersekolah, Sebelumnya pengajar/guru mengetahui kehadiran siswanya hanya dengan buku absensi, sehingga menjadi hal baru menggunakan butuh media lain sebagai alternatif dalam penyajian kehadiran [14]. Pada penelitian ini mengembangkan dikembangkan teknologi *augmented reality* untuk diterapkan ke dunia pendidikan dalam bentuk aplikasi berbasis android.

##### 3.1.2. Prototyping Stage

Pada tahapan ini mencakup pemilihan material, *software* dan *hardware* yang digunakan, perancangan desain media, validasi media oleh tim ahli dan uji lapangan. Hasil penelitian pendahuluan sebelumnya, pembuatan prototipe selanjutnya dilakukan. (1) Pemilihan Material, acuan pengembangan aplikasi didasarkan kepada penelitian sebelumnya [15]. Langkah pertama, pembuatan aplikasi didasarkan pemilihan material yang digunakan, baik perangkat keras atau perangkat lunak [16]. Perangkat keras, terdiri dari computer dan smartphone berbasis android. Sedangkan *software* yang digunakan adalah pengolah gambar dan pengembang aplikasi. Aplikasi dibuat menggunakan perangkat komputer atau laptop dengan fasilitas pendukung kamera internal ataupun eksternal [17]. (2) Perancangan aplikasi pada storyboard dilakukan pada tahapan berikutnya [18]. Melalui *storyboard*, desain yang akan ditampilkan pada aplikasi akan lebih mudah terlihat (Tabel 2).

Tabel 2. Kesimpulan dari parameter fisik

No	Scene	Isi	Keterangan
1	Scene 1	Menu utama	Halaman ini terdapat beberapa menu yaitu AR Camera, About, Credit dan tombol keluar dengan navigasi ke halaman berikutnya.
2	Scene 2	AR camera	Halaman ini merupakan fungsi utama pada aplikasi dimana pengenalan dan memunculkan objek AR dilakukan pada halaman ini.
3	Scene 3	Menu about	Halaman ini menampilkan mengenai keterangan tentang aplikasi mulai dari penggunaan sampai nama dan bentuk dari tombolnya.

Tahapan implementasi mengubah desain ke dalam tampilan yang sebenarnya pada aplikasi, setelah kebutuhan dan rancangan terpenuhi, tahapan implementasi desain dapat dilakukan dengan program yang digunakan yaitu Unity 3D untuk membuat augmented reality baik berupa gambar maupun teks [19]. Intro berupa teks dan animasi proses aplikasi yang sedang berjalan (Gambar 2a), halaman menu terdiri dari tombol navigasi pemilihan menu, tombol detail/keterangan aplikasi, dan tombol keluar (Gambar 2b), halaman kamera merupakan fitur untuk memindai wajah sebagai cara akses kehadiran (Gambar 2c)



Gambar 2a.  
Halaman Intro



Gambar 2b.  
Halaman Menu



Gambar 2c.  
Halaman Kamera

**3.1.3. Summative Evaluation**

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi dengan validasi aplikasi. Dua jenis validasi yakni validasi materi dan validasi fungsional dilakukan. Validasi materi berfokus pada desain *augmented reality* yakni kemudahan untuk digunakan, tingkat toleransi kesalahan, kesesuaian, desain visual yang terdapat pada pembuatan prototipe tiga dimensi. Validasi fungsional, berfokus pada tombol navigasi [20]. Berdasarkan desain dan fungsional, aplikasi penyajian ini mendapatkan skor rata-rata 4,1 (skala 1-5) yang menunjukkan desain dan fungsional dapat diterima dari sisi kesesuaian dengan tujuan aplikasi. Hasil penilaian validasi ahli dilakukan oleh 2 orang, tersaji pada Tabel 3, sehingga aplikasi ini dinyatakan valid dan layak digunakan [21].

Tabel 3. Validasi Ahli terhadap pembuatan aplikasi

No	Indikator Validasi	Deskripsi	Skala Nilai				
			5	4	3	2	1
1.	Tampilan Umum	a. Kesesuaian desain aplikasi dengan fungsi	1	1			
		b. Desain media yang menarik		1	1		
		c. Keberfungsian AR					
		d. Bisa dijalankan di perangkat lain	1	1			
			2				
2.	Tampilan Khusus	a. Ketertarikan komposisi warna		1	1		

No	Indikator Validasi	Deskripsi	Skala Nilai				
			5	4	3	2	1
3.	Penyajian Aplikasi	b. Kesesuaian tombol aplikasi	2				
		a. Kemudahan aplikasi	2				
		b. Animasi Penyajian data persentasi kehadiran					
		c. Detail informasi	1	1			
		d. Penataan layout	2				
Rata – rata			1	1	4.1		

**3.1.4. Systematic reflection and documentation**

Pada tahap ini pengecekan seluruh proses yang sudah dilakukan pada tahapan sebelumnya, untuk memastikan kondisi tidak terdapat kesalahan. Hasil pengecekan seluruh komponen dan tahapan sudah dalam kondisi baik. Selanjutnya dokumentasi cetak, digital dan aplikasi disimpan dalam google drive.

**3.2. Pembahasan**

Penelitian ini berhasil memberikan kontribusi pada penelitian sebelumnya, yaitu aplikasi penyajian informasi kehadiran dengan teknologi *augmented reality* berbasis android untuk menampilkan data dalam bentuk *augmented reality* dan mempermudah pengajar/guru untuk melihat data kehadiran siswanya [22]. Penelitian ini mempermudah pengaksesan informasi kehadiran dengan cara pendeteksian wajah penggunaanya. Hasil uji lapangan pada penilaian *learnability* dapat dikatakan bawah aplikasi persentase kehadiran ini telah mempermudah pengaksesan data persentase kehadiran.



Gambar 3. Hasil Kuesioner Penerapan Aplikasi Kehadiran

Penyajian informasi dengan menggabungkan antara teks, gambar dan animasi, menjadikan keunggulan dalam tampilan yang menarik. Tersedianya fitur memindai wajah agar data yang ditampilkan sesuai dengan yang telah direkam sebelumnya [23]. Aplikasi penyajian data persentase kehadiran ini memiliki peranan penting untuk membantu melihat data kehadiran siswa, karena penyajian data yang masih konvensional sehingga diperlukan ketelitian dalam mencari data [24]. Aplikasi dapat diterima untuk pengajar/guru dan siswa dikarenakan seperti pada uji lapangan kepada 7 orang guru dan 10 orang siswa sebagai sampel (Gambar 4), memberikan respon baik terutama pada penilaian *learnability* yang berarti aplikasi ini telah memudahkan pengajar/guru dan siswa dalam melihat data persentase kehadiran. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, aplikasi penyajian data persentase kehadiran ini dapat berguna untuk perkembangan ilmiah di bidang teknologi, dengan implementasi *augmented reality* untuk melihat informasi kehadiran. Aplikasi yang dibuat memudahkan pengajar/guru mengakses data kehadiran siswanya [25].

**4. Kesimpulan**

Aplikasi berbasis android berhasil dibuat untuk menyajikan persentase kehadiran dalam bentuk *augmented reality* dengan cara akses pendeteksian wajah penggunaanya. Diharapkan proses administrasi pembelajaran khususnya pencatatan dan penyajian informasi kehadiran siswa tersaji dengan cepat mudah dan tampilan yang lebih menarik. Adapun saran penelitian berikutnya adalah mengintegrasikan sistem pencatatan ini dengan sistem informasi akademik sekolah dan penggunaan *database* pada sebuah server tersendiri untuk penyimpanan datanya.

## Daftar Pustaka

- [1] J. E. R. Marantika and J. Tomasouw, "The Contribution of Visual Literacy and Creative Thinking on Writing Skills," vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.21009/ISLLAE.01102.
- [2] F. Saptodewo. "Desain infografis sebagai penyajian data menarik." *Jurnal Desain* Vol 1 no 3, 2014: 193-198, doi: <http://dx.doi.org/10.30998/jurnaldesain.v1i03.563>
- [3] D. Destiani, S. Fatimah, E. Satria, and F. Amirulloh, "Pengembangan Aplikasi Katalog Elektronik Untuk Membantu Masyarakat Mendapatkan Informasi Madrasah," in *Jurnal Algoritma*, vol 16 no 2, 2018, doi : <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.16-2.208>
- [4] D. Silviadi, D. Tresnawati, and E. Satria, "Pengembangan Aplikasi Seratus Satu Hadis Tentang Budi Luhur Berbasis Multimedia", in *Jurnal Algoritma*, vol 13 no 1, 2016, doi : <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.13-1.137>
- [5] D. A. Afthori, D. Kurniadi, A. R. Atmadja. "Perancangan Media Interaktif Rumus Bangun Ruang Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android", *Jurnal Information Technology and Vocational Education*, vol 1 no 2, 2019. [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/integrated/article/view/21567/0>
- [6] D. Tresnawati, D. D. S. Fatimah, and S. Rayahu, "The introduction of solar system using augmented reality technology," in *Journal of Physics: Conference Series*, Dec. 2019, vol. 1402, no. 7. doi: 10.1088/1742-6596/1402/7/077003.
- [7] A. Samsudin, A. Suhandi, D. Rusdiana, and I. Kaniawati, "Preliminary Design of ICI-based Multimedia for Reconceptualizing Electric Conceptions at Universitas Pendidikan Indonesia," in *Journal of Physics: Conference Series*, Sep. 2016, vol. 739, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/739/1/012006.
- [8] J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, and N. Nieveen, *Educational Design Research*. New York: Routledge, 2006.
- [9] P. I. Nursuhud, D. A. Oktavia, M. A. Kurniawan, I. Wilujeng, Jumadi, and H. Kuswanto, "Multimedia Learning Modules Development based on Android Assisted in Light Diffraction Concept," in *Journal of Physics: Conference Series*, Jun. 2019, vol. 1233, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/1233/1/012056.
- [10] N. Nasrudin, I. Agustina, A. Akrim, A. Saleh Ahmar, and R. Rahim, "Multimedia educational game approach for psychological conditional," 2018. [Online]. Available: [www.sciencepubco.com/index.php/IJET](http://www.sciencepubco.com/index.php/IJET)
- [11] W. Setyaningrum and N. H. Waryanto, "Developing mathematics edutainment media for Android based on students' understanding and interest: A teachers' review," in *Journal of Physics: Conference Series*, Apr. 2018, vol. 983, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/983/1/012093.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*, 6th ed. Bandung: Alfabeta, 2008.
- [13] P. E. Kourouthanassis, C. Boletsis, and G. Lekakos, "Demystifying The Design Of Mobile Augmented Reality Applications," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 74, pp. 1045–1066, 2015.
- [14] S. Sari, R. Anjani, I. Farida, and M. A. Ramdhani, "Using Android-Based Educational Game for Learning Colloid Material," in *Journal of Physics: Conference Series*, Sep. 2017, vol. 895, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/895/1/012012.
- [15] G. Choi and M. Kim, "Battle Royale Game : In Search of a New Game Genre. *Journal Culture Of Technology (IJCT)*," vol. 2, no. 2, 2018, [Online]. Available: <http://ijct.iaacst.org>
- [16] W. Mellyssa, "Determination of Nearest Emergency Service Office using Haversine Formula Based on Android Platform," *EMITTER International Journal of Engineering Technology*, vol. 5, no. 2, 2017.
- [17] F. N. Astuti, S. Suranto, and M. Masykuri, "Augmented Reality for teaching science: Students' problem solving skill, motivation, and learning outcomes," *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, vol. 5, no. 2, Jun. 2019, doi: 10.22219/jpbi.v5i2.8455.
- [18] E. Satria, D. Tresnawati, D. Rudiansyah, Y. Pariatin, and M. S. Mubarak, "How mobile application can increase moslem worship activities," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1402, no. 6. doi: 10.1088/1742-6596/1402/6/066041.
- [19] H. Cho, P. Y. Yen, D. Dowding, J. A. Merrill, and R. Schnall, "A multi-level usability evaluation of mobile health applications: A case study," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 86, pp. 79–89, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.jbi.2018.08.012.

- 
- [20] M. Broekhuis, L. Velsen, and H. Hermens, "Assessing usability of eHealth technology: A comparison of usability benchmarking instruments," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 128, pp. 24–31, 2019.
- [21] A. Hussain, E. Mkpojiogu, A. Razak, and E. O. C. Mkpojiogu, "The perceived usability of automated testing tools for mobile applications UX Design View project *Software Requirements Prioritization View project The Perceived Usability Of Automated Testing Tools For Mobile Applications*," 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/319092659>
- [22] Y. Tian, Y. Long, D. Xia, H. Yao, and J. Zhang, "Handling occlusions in augmented reality based on 3D reconstruction method," *Neurocomputing*, vol. 156, pp. 96–104, May 2015, doi: 10.1016/j.neucom.2014.12.081.
- [23] E. Satria, "Content website of small and medium enterprises," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 434, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/434/1/012052.
- [24] M. F. Syahputra, D. Arisandi, A. F. Lumbanbatu, L. F. Kemit, E. B. Nababan, and O. Sheta, "Augmented reality social story for autism spectrum disorder," in *Journal of Physics: Conference Series*, Mar. 2018, vol. 978, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/978/1/012040.