

Penerapan Teknologi Augmented Reality Untuk Aplikasi Pengukuran Panjang Suatu Objek

Muhammad Taufik Ifannur^{1*}, Adityo Permana Wibowo²

¹Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Teknologi Yogyakarta

*muhammad.5200411081@student.uty.ac.id

Abstrak

Pengukuran panjang merupakan kegiatan untuk mengetahui nilai panjang dari suatu benda, permukaan, atau objek lainnya. Dalam proses pengukuran umumnya memerlukan alat bantu ukur panjang konvensional seperti mistar atau penggaris, meteran, atau pun jangka sorong. Pengukuran panjang akan mengalami masalah ketika suatu kondisi tidak memungkinkan penggunaan alat ukur konvensional yang diakibatkan oleh faktor posisi, atau ukuran benda atau permukaan yang terlalu besar dan sulit dijangkau oleh satu orang, atau pun perbedaan hasil yang didapatkan saat pengukuran menggunakan satuan tidak baku yang menyebabkan ketidakpastian nilai ukurnya. Augmented Reality merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna dapat melihat dunia nyata yang dipadukan dengan objek virtual tanpa mengubah dunia nyata sebagai lingkungan utamanya. Teknologi ini juga memungkinkan terjadinya proses pengukuran panjang yang dilakukan dengan menggunakan objek virtual sebagai penanda pengukuran dan memberikan hasil pengukuran secara realtime tanpa menggunakan alat ukur panjang konvensional. Adapun hasil yang didapat adalah aplikasi pengukuran panjang yang dapat berjalan dengan mengandalkan objek virtual berupa pointer yang ditempatkan sebagai penanda dan dihubungkan oleh garis untuk mendapatkan informasi berupa nilai hasil pengukuran tersebut. Dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai 98,03% menjadikan aplikasi pengukuran panjang ini dapat digunakan sebagai media alternatif untuk melakukan proses pengukuran panjang.

Kata kunci: Augmented Reality, Markerless, Panjang, Pengukuran, Unity

Abstract

Length measurement is an activity to determine the length value of an object, surface, or other object. The measurement process generally requires conventional length measuring tools such as a ruler or ruler, tape measure, or calipers. Length measurements will experience problems when conditions do not allow the use of conventional measuring instruments due to position factors, the size of objects or surfaces that are too large and difficult for one person to reach, or differences in results obtained when measuring using non-standard units which cause uncertainty the measuring value. Augmented Reality is a technology that allows users to see the real world combined with virtual objects without changing the real world as the main environment. This technology also allows the length measurement process to be carried out using virtual objects as measurement markers and provides real-time measurement results without using conventional length measuring instruments. The results obtained are a length measurement application that can run by relying on virtual objects in the form of pointers which are placed as markers and connected by lines to obtain information in the form of the value of the measurement results. With an average accuracy level of 98.03%, this length measurement application can be used as an alternative medium for carrying out the length measurement process.

Keywords: Augmented Reality, Markerless, Length, Measurement, Unity

1. Pendahuluan

Pengukuran panjang merupakan kegiatan untuk mengetahui nilai panjang dari suatu benda, permukaan, atau objek lainnya. Pengukuran panjang ini juga dapat diartikan untuk mengetahui nilai jarak dari suatu titik ke titik lainnya. Dalam proses untuk mengetahui nilai panjang dari suatu bidang atau permukaan ukur, umumnya memerlukan alat bantu ukur panjang konvensional seperti mistar atau penggaris, meteran, ataupun jangka sorong [1].

Pengukuran merupakan bagian penting dalam konsep matematika, yang telah diajarkan sejak taman kanak-kanak hingga sekolah menengah atas. Konsep pengukuran itu sendiri mengajarkan bagaimana siswa dapat melakukan proses pengukuran, penggunaan kesesuaian alat ukur, melakukan konversi serta memecahkan permasalahan pengukuran pada kehidupannya sehari-hari [2]. Keputusan Kemendikbudristek nomor 028/H/KU/2021 mengatur capaian keterampilan kognitif yang harus dikembangkan oleh siswa kelas 1 dan 2 sekolah dasar [3].

- 1) Anak dapat mengenal sifat-sifat benda yang diukur seperti panjang, berat, waktu dan volume
- 2) Anak dapat melakukan perbandingan dan menyusun panjang, berat, waktu dan volume dalam satuan tidak baku
- 3) Anak dapat menggunakan satuan baku untuk membandingkan, dan mengukur panjang, berat, waktu dan volume .

Pengukuran panjang akan mengalami masalah saat suatu situasi tidak memungkinkan menggunakan alat ukur panjang konvensional pada setiap waktu dan setiap kondisi yang menyebabkan alat-alat pengukuran ini menjadi tidak efektif dalam penggunaannya. Contohnya jika suatu kondisi seperti objek atau permukaan pengukuran memiliki ukuran atau dimensi yang sangat besar sehingga membutuhkan bantuan dari orang lain namun kondisinya adalah tidak adanya orang lain di sekitar yang dapat membantu dalam pengukuran maka proses pengukuran panjang pada objek maupun permukaan tersebut menjadi terkendala. Kondisi lainnya adalah ketika para siswa yang sedang mengalami hambatan pembelajaran dikarenakan kebingungan hasil pengukuran melalui satuan tidak baku pada setiap siswa nilai berbeda-beda. Sehingga para siswa kesulitan dalam menerima materi pembelajaran perhitungan panjang dan lebar [4].

Augmented Reality merupakan teknologi perluasan media virtual yang cakupannya sangat luas dengan poin utamanya yaitu integrasi objek virtual terhadap material dunia nyata secara real time. Penerapan Augmented Reality melalui Unity 3D ini memungkinkan pembuatan game atau sejenisnya serta penggunaan dasar terhadap peningkatan realistiknya pada berbagai kondisi termasuk sebagai suatu alat pengukuran panjang [5]. Pengukuran panjang menggunakan penanda

berbasis Augmented Reality dapat memberikan presisi tinggi, hasil aplikasi berbeda 3% dari ukuran normal, hal ini berarti dengan sistem dapat memberikan akurasi yang tinggi dalam pengukuran [6]. Hal ini memberikan peluang untuk teknologi Augmented Reality agar dapat bersaing dengan alat ukur konvensional, bukan untuk menggantikan tetapi sebagai media alternatif.

Dengan adanya alternatif pada alat pengukuran panjang, penulis berharap aplikasi pengukuran panjang dengan Augmented Reality ini mampu memberikan opsi dan solusi ketika alat ukur konvensional tidak bisa digunakan baik itu karena masalah medan area pengukuran, atau pun tidak tersedianya alat ukur, serta mampu menggantikan pengukuran tidak baku menjadi baku sehingga perbedaan hasil akibat pengukuran tidak baku dapat diminimalisir.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Adapun beberapa penelitian terkait terdahulu digunakan sebagai acuan penelitian ini, berikut penelitian pertama yang berjudul “Augmented Reality Measurement Sederhana Menggunakan OS Android (ARRealSure)” yang ditulis [7]. Dengan menggunakan teknologi augmented reality, para peneliti berhasil menciptakan alat ukur modern yang cara kerjanya menempatkan penanda yaitu titik untuk dihubungkan ke titik lainnya sehingga dapat diketahui jarak antar titik tersebut,

kemudian informasi hasil jaraknya ditampilkan pada sebuah tabel hasil pengukuran.

Penelitian kedua yang berjudul “Mobile Augmented Reality Using 3D Ruler in a Robotic educational module to promote STEM Learning” yang ditulis oleh [8]. Hasil penelitian ini ialah penciptaan suatu aplikasi pengukuran yang berkolaborasi dengan perangkat robotika untuk dijadikan penanda / titik-titik ujung dari suatu permukaan atau benda yang akan dilakukan pengukuran panjang, namun dengan adanya penggunaan perangkat robotika ini menjadi penghambat dalam segi fleksibilitas dalam menjangkau suatu area permukaan atau benda tertentu.

Penelitian ketiga dengan judul “Interior Design Application and Room Angle Measurement Based on Augmented Reality” yang ditulis oleh [9]. Pembuatan aplikasi interior dan dekor menjadi hal utama dalam penelitian ini, dimana dapat dilakukannya proses pengukuran ruangan sekaligus penataan terhadap suatu benda atau peralatan dalam sebuah ruangan. Proses pengukuran dan penataan ruangan sangatlah berkaitan dalam proses desain ruangan, namun ini akan membuat resource data akan membengkak mengingat besarnya assets yang digunakan untuk menampilkan objek peralatan pada ruangan tersebut.

Penelitian keempat berjudul “Pembuatan Augmented Reality berbasis titik untuk

mendukung Building Information Modelling” yang ditulis oleh [10]. Penelitian ini berhasil membuat pengukuran jarak antar suatu titik dengan titik penggunanya, dengan pemanfaatan teknologi GPS menjadikan tidak terbatas jangkauannya. Namun penggunaan GPS ini tidak efektif mengingat pengguna harus melakukan penetapan manual koordinat lokasi pada setiap titiknya dan hasil yang didapatkan merupakan hasil tarik garis lurus antar titiknya sehingga mengabaikan hambatan yang ada di lingkungan nyatanya.

Penelitian kelima tentang “Using Augmented Reality to Measure Vertical Surfaces” oleh [11]. Penelitian ini sejatinya hampir menjawab persoalan yang serupa dengan penelitian yang dibuat saat ini, dimana aplikasi dengan basis augmented reality telah berhasil melakukan proses perhitungan jarak yang diperoleh dari antar titik penghubungnya. Dalam prosesnya peneliti menggunakan fitur arsir untuk mendeteksi secara otomatis bentukan dari suatu permukaan yang akan dilakukan pengukuran, sehingga pengguna harus memosisikan dirinya agar aplikasi mampu mengarsir otomatis sesuai dengan bentuk dari permukaan yang akan diukur tersebut.

Jurnal keenam dengan judul “Perbandingan Metode Pengukuran Jarak dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality” yang ditulis oleh [12]. Penelitian ini menggunakan

augmented reality dengan based suatu marker untuk media spawn dari objek atau titik penanda. Penggunaan marker berupa sebuah kertas bergambarkan suatu QR menjadikannya sangat presisi karena pengguna dapat mengatur secara langsung dengan menempatkan marker persis pada titik ukur dari suatu bidang pengukuran, sehingga tingkat kesalahannya dapat ditekan

2.2. Landasan Teori

1. Augmented Reality

Augmented Reality merupakan teknologi pendukung dalam memfasilitasi sebuah transisi dari informasi menjadi pengetahuan. Augmented Reality memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata yang dipadukan dengan objek virtual, bukan untuk menggantikan objek nyata melainkan melengkapinya. Sehingga Augmented Reality tetap menjadikan dunia nyata sebagai lingkungan utama tetapi ditambahkan objek virtual sebagai pelengkapannya [13]. Augmented Reality juga merupakan teknologi yang mampu menggabungkan objek maya berupa 2D maupun 3D kedalam lingkungan nyata dan menciptakan ruang gabungan yang tercampur dan memproyeksikannya secara realtime [14]. Teknologi ini mampu mengkombinasikan objek buatan komputer kedalam lingkungan nyata disekitar pengguna. Objek tersebut dapat membantu pengguna dalam menghasilkan pemahaman atau gambaran baru yang

memungkinkan berinteraksi dengan lingkungan nyata [15]. Augmented Reality melakukan rendering secara real time dengan menambahkan objek maya untuk menciptakan lebih banyak informasi tambahan kepada pengguna [16].

2. Unity 3D

Unity 3D merupakan sebuah game engine yang digunakan untuk membuat sebuah game untuk berbagai macam platform serta untuk visualisasikan objek secara real time [17]. Unity 3D adalah game engine pengolah gambar, grafik, suara, input dan lain-lain yang ditujukan untuk membuat suatu game atau lainnya. Unity mampu melakukan publish menjadi berbagai macam platform dengan menggunakan lisensi sehingga publish ke platform tertentu dapat dilakukan [18].

3. AR Foundation

AR Foundation merupakan sebuah package yang ada pada Unity 3D untuk mempermudah developer dalam membangun aplikasi Augmented Reality. AR Foundation membutuhkan plugin ARCore XR dan merupakan SDK dalam pembuatan aplikasi pada Unity 3D. Sedangkan ARCore Extensions adalah package yang menyediakan fungsionalitas ARCore tambahan yang dapat digunakan sebagai pendukung AR [19].

4. Markerless

Markerless merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan metode yang ada pada teknologi Augmented Reality yang tidak

memerlukan adanya suatu marker tertentu untuk menampilkan elemen-elemen digital yang digunakan dalam aplikasi tersebut [14]. Markerless adalah metode untuk melacak objek pada dunia nyata tanpa perlu menggunakan marker khusus dengan didukung dengan teknik pattern recognition untuk mengenali suatu pola objek dunia nyata sehingga penggunaan marker digantikan oleh permukaan pada suatu objek [20].

5. Pengukuran

Pengukuran merupakan kegiatan untuk menentukan nilai kuantitas tertentu, penentuan besaran, dimensi, atau kapasitas dengan suatu standar berupa satuan ukur tertentu. Pengukuran juga dapat diartikan sebagai pemberian angka terhadap suatu atribut atau karakteristik yang dimiliki oleh seseorang, hal atau objek tertentu [21]. Pengukuran pada umumnya berkenaan dengan kuantitatif untuk mendapatkan informasi terhadap sesuatu yang diukur. Oleh karena itu, diperlukannya alat ukur tertentu untuk membantu proses pengukuran tersebut [22].

6. Panjang

Panjang merupakan istilah untuk menggambarkan kepemilikan ukuran atau jarak yang digunakan sebagai patokan, menggambarkan suatu benda atau jarak dari antara dua titik yang dihubungkan sehingga memiliki sebuah nilai. Panjang juga dapat diartikan sebagai ukuran yang meliputi nilai dari ujung suatu titik ke ujung lainnya.

7. Android

Android merupakan sistem operasi milik Google yang bekerja sama dengan Open Handset Alliance. Diperkenalkan pada 2007, menjadi sistem operasi yang terbuka sehingga dapat dikembangkan oleh semua orang [23]. Android sebenarnya sistem operasi yang berbasis Linux dengan mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi. Menjadikan android sebagai platform terbuka bagi para pengembang aplikasi [24]

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan aplikasi pengukuran panjang ini adalah metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC).

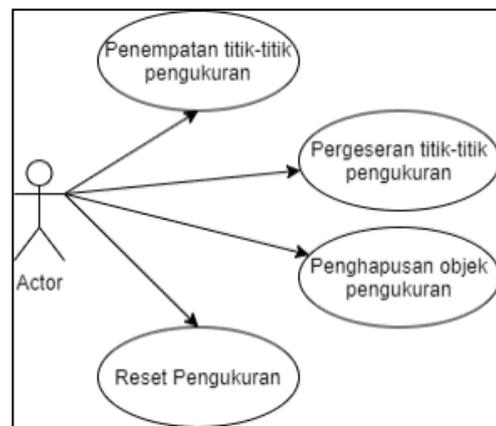


Gambar 1 Metode Penelitian

Metode MDLC hanya dapat dilakukan berdasarkan enam tahapan dalam pengembangannya yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution [25].

1. Concept

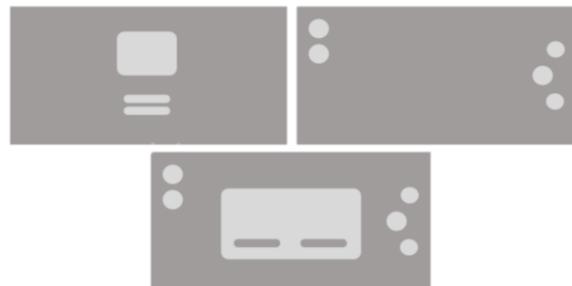
Tahap konsep meliputi perancangan dan analisa terhadap aplikasi yang hendak dibuat bisa berupa analisa fitur yang akan digunakan, alur proses yang akan berjalan pada aplikasi menggunakan usecase diagram, seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Usecase Diagram

2. Design

Tahapan dilakukannya proses desain tampilan aplikasi untuk memberikan gambaran dari hasil akhir dari aplikasi yang akan dibuat. Proses desain ini menggunakan software tools desain yaitu Figma untuk membuat *Wireframe* antarmuka aplikasi. seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Wireframe Antarmuka

3. Material Collecting

Material Collecting, dilakukan dengan tools desain yaitu canva dengan mengambil beberapa assets bebas hak cipta untuk digunakan dalam proses pembuatan logo aplikasi maupun logo navigasi.

4. Assembly

Assembly merupakan tahapan pembuatan aplikasi menggunakan tools Unity 3D, sekaligus melakukan tahapan implementasi pemrograman untuk membuat script untuk menjalankan fungsi pada aplikasi.

5. Testing

Tahapan testing dilakukan dengan melakukan pengujian secara keseluruhan fungsi aplikasi untuk memastikan pada setiap fungsi, aksi dapat berjalan baik dan tidak terjadinya kesalahan aksi yang dihasilkan.

6. Distribution

Tahapan penyebaran hasil akhir dari pembuatan aplikasi pengukuran panjang yang telah selesai dibuat. Pendistribusian ini dilakukan dalam bentuk file dengan ekstensi .apk yang dapat diakses melalui link/QrCode pada gambar 4.

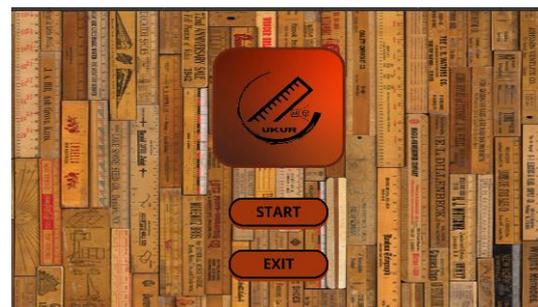


Gambar 4 Distribusi Aplikasi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

Home Screen merupakan tampilan yang akan akan ditampilkan dan muncul untuk pertama kalinya setiap aplikasi dibuka. Adapun tampilan home screen dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Home Screen

Pada saat halaman pengukuran baru dibuka terjadi proses pendeteksian permukaan oleh aplikasi yang bertujuan untuk mengenali lingkungan atau permukaan dari suatu objek atau permukaan yang akan dilakukan pengukuran. Pendeteksian ini dilakukan dengan cara mengarahkan kamera smartphone ke lingkungan atau permukaan pengukuran, jika pendeteksian ini berhasil aplikasi akan menampilkan tampilan corak polkadot seperti yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 6 Deteksi Permukaan

Placement button yang berupa tombol dengan fungsi untuk melakukan proses penempatan titik-titik pada lokasi yang dipilih. Placement button dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Placement Button

Proses penempatan titik melibatkan proses input dari pengguna berupa tapping pointer yang dilakukan menggunakan fungsi dari placement button. Hasil penempatan titik dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Hasil Penempatan Titik

Pergeseran pointer memungkinkan pengguna untuk melakukan perubahan posisi dari suatu pointer tertentu tanpa melibatkan pointer lainnya, sehingga tidak perlu melakukan tapping pointer dari awal jika ada kesalahan pada suatu pointer tertentu saja. Proses ini dapat dilakukan dengan cara melakukan pemilihan pointer kemudian drag menggunakan tombol berlogo tangan ke arah atau posisi perubahannya. Hasil pergeseran pointer dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Pergeseran Titik

Pengguna dapat melakukan penghapusan pointer untuk menghilangkan pointer yang tidak digunakan kembali tanpa harus mengulangi proses pengukuran dari awal. Proses ini dilakukan dengan memilih pointer yang akan dihapus, kemudian gunakan tombol berlogo tempat sampah untuk menghapus pointer tersebut. Hasil penghapusan pointer dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Penghapusan Titik

Pengguna diberikan opsi lainnya ketika banyak terjadinya kesalahan peletakkan pointer atau saat ingin mengulangi proses pengukuran dari awal dengan menggunakan fitur reset pengukuran.. Pop up menu ini dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 11 Reset Pengukuran

4.2. Pembahasan

Hasil pengukuran menampilkan perbandingan hasil selisih pengukuran dan tingkat akurasi yang didapatkan melalui penggunaan aplikasi pengukuran panjang dan pengukuran dengan alat ukur konvensional. Akurasi adalah nilai ukur yang dinyatakan dengan bentuk persentase berdasarkan nilai pengukuran yang diterima dengan nilai yang diamati, serta akurasi ini menjadi penentuan seberapa dekat hasil yang diterima dengan nilai amatnya [26]. Adapun rumus perhitungan nilai akurasi yang digunakan seperti pada nomor 1 dan nomor 2.

$$\text{Nilai akurasi} = 100 \% - \text{Persen kesalahan} \quad (1)$$

$$\text{Persen kesalahan} = \frac{|(VA-V0)|}{VA} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan :

VA = Nilai yang diterima (ukuran asli)

V0 = Nilai yang diamati (hasil pengamatan)

|VA – V0| = Nilai absolut, non-negatif

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Percobaan	Ukuran Asli (VA)	Hasil Aplikasi (V0)	Selisih	Persentase Kesalahan	Akurasi
1	30 cm	31,01 cm	1,01 cm	3,37 %	96,63 %
2	59,5 cm	60,75 cm	1,25 cm	2,10 %	97,90 %
3	100 cm	99,12 cm	0,88 cm	0,88 %	99,12 %
4	150 cm	146,49 cm	3,51 cm	2,34 %	97,66 %
5	290 cm	293,33 cm	3,33 cm	1,15 %	98,85 %
Rata-rata			1,99 cm	1,97 %	98,03 %

Berdasarkan pada tabel 1 disimpulkan bahwa aplikasi pengukuran panjang dapat berjalan dan mampu melakukan pengukuran panjang dengan baik serta memiliki tingkat akurasi rata-rata 98,03% dari ukuran sebenarnya. Meskipun tidak dapat menunjukkan hasil akurasi 100% sesuai dengan ukuran aslinya, aplikasi ini dapat dijadikan sebagai alternatif alat pengukuran panjang..

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini beserta hasil implementasi aplikasi dan pengujian pengukuran menggunakan aplikasi pengukuran panjang dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat berjalan sebagaimana mestinya dengan menjalankan fungsi pengukuran panjang terhadap objek atau permukaan pada dunia nyata dan mampu menampilkan informasi berupa nilai jarak pengukuran berdasarkan titik satu dengan titik lainnya, serta sudah memungkinkan terjadinya pengukuran secara multiple line atau pengukuran berkelanjutan. Dengan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 98,03% terhadap ukuran asli dari objek atau permukaan.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. M. Sari, U. M. Dewi, Wulanda, Syafrizal, and D. S. Ayunda, "Introduction to Basic Measurement Tools to Support Science Learning at SD Negeri 9 Dewantara," *J. Pengabd. Masy. Bestari*, vol. 2, no. 1, pp. 55–62, 2023, doi:

- 10.55927/jpmb.v2i1.2737.
- [2] I. Wulandari, J. A. Alim, and M. J. A. Putra, "Pengembangan Video Animasi Materi Pengukuran Panjang dan Berat untuk Siswa Kelas II Sekolah Dasar," *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 6, no. 6, pp. 7078–7092, 2022, doi: 10.31004/obsesi.v6i6.2633.
- [3] Kemendikbudristek, *Keputusan Kepala Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Nomor 028/H/KU/2021 Tentang Capaian Pembelajaran*. 2021.
- [4] D. Sabina, I. Fitriani Juardi, Y. Nursyamsi Dwi Putri, and K. Komariah, "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Think Pair Share (TPS) Pada Materi Pengukuran Panjang Menggunakan Satuan Tidak Baku Pada Siswa Kelas 1 Di SDN Pasirbitung," *J. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 7292–7298, 2023, doi: 10.31004/joe.v6i1.3991.
- [5] J. Simon, "Augmented Reality Application Development using Unity and Vuforia," *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 21, no. 1, pp. 69–77, 2023, doi: 10.7906/index.21.1.6.
- [6] S. Boonbrahm, P. Boonbrahm, and C. Kaewrat, "The use of marker-based augmented reality in space measurement," *Procedia Manuf.*, vol. 42, no. 2019, pp. 337–343, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.02.081.
- [7] R. H. A., D. K. G., R. A., F. R., B. F. S., and B. A. S., "Augmented Reality Measurement Sederhana Menggunakan Os Android (ARealSure)," *J. Nas. Apl. Mekatronika, Otomasi dan Robot Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2020, doi: 10.12962/j27213560.v1i2.7686.
- [8] N. A. A. Nordin, N. A. A. Majid, and N. F. A. Zainal, "Mobile augmented reality using 3d ruler in a robotic educational module to promote stem learning," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 9, no. 6, pp. 2499–2506, 2020, doi: 10.11591/eei.v9i6.2235.
- [9] S. Samaludin, A. Aninditya Ramadhan, and A. Hasanudin Fauzi, "Interior Design Application and Room Angle Measurement Based on Augmented Reality (Ar)," vol. 7, no. 5, pp. 1908–1913, 2021.
- [10] A. Rohman, A. Rinaldi, and F. Hidayat, "Pembuatan Augmented Reality berbasis Titik untuk Mendukung Building Information Modelling (BIM)," *J. Inov. Konstr.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2022, doi: 10.56911/jik.v1i1.13.
- [11] R. Bergquist and N. Stenbeck, "Using Augmented Reality to Measure Vertical Surfaces," p. 12, 2018, [Online]. Available: <http://files/199/Bergquist and Stenbeck - Using Augmented Reality to Measure Vertical Surfac.pdf>
- [12] I. Kurniawan and M. R. Maulana, "Perbandingan Metode Pengukuran Jarak Dengan Memanfaatkan Teknologi Augmented Reality," *J. IT-Tech*, vol. 15, no. 1, pp. 25–34, 2020, doi: 10.47775/icttech.v15i1.219.
- [13] J. M. Ariso, "Is Critical Thinking Particularly Necessary when Using Augmented Reality in Knowledge Society? An Introductory Paradox," *Augment. Real. Reflections Its Contrib. to Knowl. Form.*, pp. 3–21, 2017, doi: 10.1515/9783110497656-001.
- [14] P. A. S. A. Rahmadhan A, "Aplikasi Pengenalan Perangkat Keras Komputer Berbasis Android Menggunakan augmented Reality (Ar)," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 24–31, 2021.
- [15] J. Dwi Gotama, Y. Fernando, and D. Pasha, "Pengenalan Gedung Universitas Teknokrat Indonesia Berbasis Augmented Reality," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, pp. 28–38, 2021.
- [16] F. M. Utomo and R. Dijaya, "Katalog Digital Untuk Promosi Tas Wanita Berbasis Augmented Reality," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 268–277, 2023, doi: 10.29408/jit.v6i2.12275.
- [17] V. No, B. D. Yulianto, R. Dijaya, and M. A. Rosid, "Aplikasi Media Pembelajaran IPA Untuk MI Berbasis Augmented Reality Pendahuluan merupakan di wilayah Kecamatan Jabon , Kabupaten Madrasah

- Ibtidaiyah Darul Huda Sidoarjo . Yang proses pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) masih menggunakan salah satu ,” vol. 6, no. 2, 2023.
- [18] A. Nugroho and B. A. Pramono, “Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3d Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang,” vol. 14, pp. 86–91, 2017.
- [19] H. Armanto and E. Sidharta, “Tamagotchi Augmented Reality yang Dilengkapi dengan Mini Games,” *J. Intell. Syst. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 99–105, 2021, doi: 10.52985/insyst.v3i2.189.
- [20] E. W. H. A. P. A. Dipa Muhammad, “Rancang Bangun Media Informasi Jalur Angkot Kota Tasikmalaya Berbasis Augmented Reality Markerless GPS,” *Sci. Artic. Informatics Students*, vol. 4, no. 1, pp. 35–41, 2021.
- [21] Faradiba, “Buku Materi Pembelajaran Metode Pengukuran Fisika,” *Buku Mater. Pembelajaran Metod. Pengukuran Fis.*, pp. 1–223, 2020.
- [22] N. P. P. Aiman Faiz and Fajar Nugraha, “Memahami Makna Tes, Pengukuran (Measurement), Penilaian (Assessment), Dan Evaluasi (Evaluation) Dalam Pendidikan,” *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 2, pp. 1696–1705, 2021.
- [23] B. Afifah, T. Widiyaningtyas, and U. Pujianto, “Pengembangan bahan ajar perakitan komputer bermuatan augmented reality untuk menumbuhkan keaktifan belajar siswa,” *Tekno*, vol. 29, no. 2, p. 97, 2019, doi: 10.17977/um034v29i2p97-115.
- [24] M. Ichwan, M. G. Husada, and M. Iqbal Ar Rasyid, “Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android,” *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–25, 2013.
- [25] I. Binanto, *Multimedia Digital-Dasar Teori dan Pengembangannya*. Yogyakarta: ANDI Publisher, 2010.
- [26] D. Chris, “How to Calculate Percent Accuracy,” *Sciencing*, 2018. <https://sciencing.com/calculate-percent-accuracy-6199228.html> (accessed May 16, 2023)