

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) adalah teknologi penggabung objek fiksi dan nyata dalam dunia dan waktu yang nyata (Sonita & Susanto, 2022). Berbeda dengan *Virtual Reality* yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan fiksi seolah-olah pengguna berada di dalam dunia maya (Razi dkk, 2024). AR dibagi ke dalam dua metode, yaitu *marker based-tracking* dan *markerless based-tracking* (Perdana dkk, 2021). *AR Marker Based-tracking* adalah AR yang tidak membutuhkan penanda buatan khusus sehingga dapat digunakan dimana dan kapan saja (Muharam & Astuti, 2024), sedangkan *AR Marker Based-tracking* membutuhkan penanda khusus yang dibuat sebagai media yang akan dideteksi oleh kamera. Jenis AR yang digunakan dalam penelitian ini adalah *AR Marker Based-tracking* sehingga membutuhkan gambar atau citra yang akan diolah menggunakan kamera perangkat seluler. AR sering digunakan dalam dunia pendidikan sebagai solusi penyelesaian, salah satunya sebagai media keterbaruan media pembelajaran dari bentuk konvensional (Nistrina, 2021).

2.2. *Marker Based-Tracking*

AR jenis ini sudah digunakan sejak tahun 1980 dan mulai dikembangkan untuk penggunaan AR pada tahun 1990 (Krestianti, 2022). *Marker* adalah gambar atau citra dengan pola tertentu (Ramadhan dkk, 2020) yang digunakan sebagai me-

dia dalam proses deteksi objek (Syafrianto & Nugroho, 2019). Berbeda dengan AR *Markerless* yang dapat bekerja dimana dan kapan saja agar dapat digunakan. *Marker* yang dibuat dalam penelitian ini berupa kartu permainan berupa teks bahasa Arab. *Marker* dicetak ke sebuah kertas sehingga dapat dipakai secara terus menerus. *Marker* yang sudah jadi akan dideteksi menggunakan kamera perangkat seluler hingga memunculkan objek tiga dimensi. Proses deteksi dilakukan dengan beberapa jarak dan tingkat pencahayaan berbeda untuk mendapatkan data efektivitas tiap variabel.

2.3. Android

Android merupakan salah satu sistem operasi perangkat berbasis Linux (Ramadani & Huda, 2019) yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi (Ramadhan dkk, 2020). Android lebih banyak digunakan di kalangan pelajar dan guru sehingga kemungkinan adanya hambatan serius dalam penerapan AR sangat kecil (Putra dkk, 2023). Android mendukung pengembangan *open source* pada perangkat seluler di samping Google merilis kode android di bawah lisensi Apache, sebuah lisensi perangkat lunak dan *platform* terbuka perangkat seluler (Supriadi dkk, 2020).

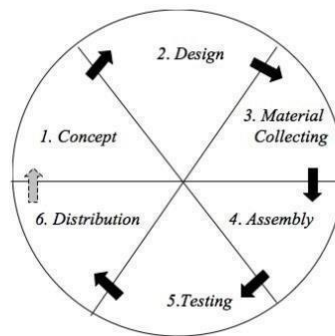
Android sangat cocok dipadukan teknologi AR seperti Vuforia yang merupakan salah satu *platform* populer untuk mengembangkan aplikasi AR. Vuforia dapat diintegrasikan dengan Unity serta mendukung fitur pelacakan gambar, objek 3D, dan teks secara langsung. Hal ini memungkinkan pengembang menciptakan aplikasi AR yang responsif dan menarik. Dukungan Android terhadap

fleksibilitas perangkat keras dan sifat *open source* membuatnya cocok untuk menjalankan Vuforia, bahkan pada perangkat kelas menengah yang banyak digunakan oleh kalangan pelajar dan tenaga pendidik di Indonesia (Algantara & Aji, 2024).

2.4. *Multimedia Development Life Cycle*

Multimedia Development Life Cycle (MDLC) adalah salah satu pendekatan dalam mengembangkan perangkat lunak. MDLC yang digunakan adalah versi awal dari Luther yang kemudian dimodifikasi oleh Sutopo. MDLC memiliki enam tahap pengembangan, yaitu *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*. Keenam tahap ini bersifat fleksibel asalkan tahap *concept* tetap berada di urutan pertama (Wibowo & Murinto, 2023). Pendekatan ini digunakan karena sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu pembuatan aplikasi sebagai media pembelajaran. Adapun keenam tahapannya (Putra, 2023) berikut di bawah ini.

Metode MDLC versi Luther yang dimodifikasi oleh Sutopo telah banyak digunakan dalam pengembangan media pembelajaran interaktif karena tahap-tahapnya yang sistematis namun tetap fleksibel (Sugiarto, 2022). MDLC merupakan metode yang efektif dan cocok untuk pengembangan aplikasi edukatif berbasis multimedia, termasuk yang menggunakan teknologi AR.



Gambar 2. 1 Alur MDLC
(Putra, 2023)

1. *Concept*

Tahap *concept* merupakan tahap awal dari metode MDLC melibatkan pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan aplikasi AR dan konsepnya. Ini melibatkan identifikasi tujuan aplikasi, target pengguna, lingkungan, dan fitur yang diinginkan.

2. *Design*

Tahap ini merupakan tahap yang berisi pembuatan spesifikasi sistem seperti gaya dan antarmuka pengguna. Spesifikasi dibuat serinci mungkin demi meminimalisir kekeliruan dan perubahan besar pada saat tahap pengumpulan bahan di tahap selanjutnya. Hasil dari tahap ini berupa alur kerja aplikasi, desain antarmuka pengguna, dan desain lainnya.

3. *Material Collecting*

Pada tahap ini, dilakukan pencarian dan pengumpulan bahan sesuai rancangan desain yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Bahan-bahannya di antara lain berupa gambar, teks, dan lain-lain.

4. *Assembly*

Pada tahap ini, semua bahan yang sudah siap kemudian dieksekusi menjadi sebuah aplikasi tahap awal (*mock up*) berdasarkan hasil tahap *concept*.

5. *Testing*

Pengujian aplikasi dilakukan setelah aplikasi berhasil dibuat pada tahap sebelumnya. Metode yang digunakan adalah BVA dan SUS. Laporan pengujian akan dijabarkan pada bagian kesimpulan dan evaluasi.

6. *Distribution*

Setelah seluruh tahapan sudah dilakukan dan telah melewati tahap pengujian, aplikasi yang sudah siap pakai disalurkan ke pengguna dalam format APK. Aplikasi dapat diunduh melalui tautan *Google Drive* dan *QR Code* yang disediakan.

2.5. ***Boundary Value Analysis***

Boundary Value Analysis (BVA) adalah metode pengujian program yang menguji nilai masukan dengan menentukan batas nilai bawah dan atas (Saputra & Lioe, 2024) untuk mencari kesalahan yang sering terjadi ketika proses input (Novianti & Anjani, 2020). BVA merupakan salah satu jenis dari *blackbox testing* yang mengarah terhadap fungsionalitas suatu program. BVA adalah salah satu metode *blackbox testing* yang berfokus pada pengujian nilai, yaitu batas bawah dan batas atas karena rentan menjadi sumber kesalahan *input* (Yulistina dkk, 2020). BVA terbukti menjadi teknik pengujian fungsional yang sangat efektif dan relevan untuk memastikan kestabilan dan kualitas aplikasi, termasuk aplikasi berbasis AR dengan mengefektifkan umpan balik pengguna.

2.6. *System Usability Scale*

System Usability Scale (SUS) adalah sebuah metode evaluasi kelayakan (Ardhana, 2022) dan kepuasan suatu sistem terkait kegunaannya bagi pengguna (Sembodo dkk, 2021). Pengujian SUS dilakukan agar mendapat evaluasi kegunaan dari pengguna untuk memberikan penilaian yang bersifat subjektif. Dalam perhitungannya, terdapat sepuluh instrumen berupa pernyataan-pernyataan yang terbagi menjadi lima pernyataan ganjil dan genap (Purnamasari dkk, 2020). Setiap pernyataan kuesioner diisi oleh 1-5 poin skala likert dari kriteria sangat setuju (5) hingga sangat tidak setuju (1) yang menghasilkan skala 0-100 (Sembodo dkk, 2021) sehingga mudah dipahami (Intyanto dkk, 2021). Pengujian SUS dilakukan ketika pengujian BVA berhasil dilakukan dan mendapat hasil.

2.7. *Shorof*

Ilmu *shorof* adalah ilmu yang mempelajari aturan pembentukan dan perubahan suatu kata sesuai arti yang dimaksud dalam bahasa Arab (Ardiansyah & Muhammad, 2020). Ilmu *shorof* adalah induk segala ilmu karena membuat bentuk kalimat dan kalimat yang menunjukkan macam- macam ilmu (Insani, 2022). Perubahan kata dalam *shorof* disebut *tasrif* yang memiliki banyak pola (*wazan*) (Sulaikho, 2021). Dalam *shorof*, terdapat berbagai macam *wazan* yang berfungsi sebagai rumus atau acuan (Noor dkk, 2021).

Salah satu bab dalam *shorof* adalah *tsulatsi mujarrad*, yaitu bab yang berisi bentuk kata kerja dasar yang tersusun dari tiga huruf asli tanpa huruf tambahan. Bab ini sangat penting dalam pembelajaran morfologi bahasa Arab menjadi pembuka

dalam memahami berbagai perubahan bentuk kata kerja dan turunannya dalam bahasa Arab (Istiqomah dkk, 2024).

2.8. *Tsulatsi Mujarrad*

Dalam ilmu *shorof*, pembagian bab dilakukan berdasarkan jumlah huruf asal atau huruf asli dalam suatu kata. Bab paling dasar dan penting untuk dipelajari adalah bab *tsulatsi mujarrad*, yaitu bentuk kata yang tersusun dari tiga huruf asli tanpa huruf tambahan (Istiqomah dkk 2024). bab ini merupakan pondasi utama dalam memahami *tasrīf* dalam bahasa Arab karena hampir semua pola perubahan kata berawal dari bentuk dasar ini. Oleh karena itu, bab ini sering dijadikan sebagai materi awal dalam pembelajaran *shorof* (Istiqomah dkk 2024). Dalam penelitian ini, bab *tsulatsi mujarrad* sebagai topik penelitian karena umum diajarkan karena merupakan tahap awal pembelajaran, serta relevan sebagai dasar dalam perancangan dan pembuatan media pembelajaran berbasis teknologi AR.

2.9. *Algoritma Fisher-Yates*

Algoritma Fisher-Yates adalah sebuah logika untuk menghasilkan permutasi acak dari sebuah himpunan (Nurfitri dkk, 2023). Algoritma ini sering digunakan dalam media pembelajaran karena menghasilkan kemungkinan yang berbeda dalam proses iterasinya, dan penggunaan memorinya yang rendah (Mirfan dkk, 2024). Hasilnya, aplikasi yang dibuat dapat memberikan pengalaman belajar yang dinamis dan menarik berkat penggunaan algoritma Fisher-Yates.

Algoritma ini melakukan proses pengacakan dengan pendekatan *backward iteration*, dimulai dari elemen terakhir hingga elemen pada posisi kedua. Pada setiap iterasi, algoritma memilih satu elemen secara acak dari rentang elemen yang belum mengalami pengacakan dan menukarkannya dengan elemen pada posisi saat ini. Setelah pertukaran dilakukan, elemen pada indeks saat ini dianggap telah berada pada posisi final sehingga tidak diikutsertakan lagi dalam proses berikutnya. Hasilnya, ukuran segmen yang harus diacak berkurang secara bertahap pada setiap langkah.

2.10. Penelitian Terkait

Penelitian ke-1 berjudul “Aplikasi Edukasi Pengenalan Bahasa Arab Berbasis *Augmented Reality* Studi Kasus: Madrasah Ardhal-Haq” yang ditulis oleh Wijaya dkk dalam Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia (JTIM). Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran bahasa Arab menggunakan AR menggunakan metode MDLC. AR yang digunakan adalah *AR Marker Based-tracking*. *Marker* yang digunakan berupa hewan-hewan yang masuk dalam konten aplikasi. Aplikasi ini ditujukan sebagai media belajar tambahan dalam pembelajaran bahasa arab dan sebagai pendukung bagi tenaga pengajar di Madrasah Ardhal-Haq. Pada tahap pengujian, digunakan metode *Blackbox* yang mana hasil menunjukkan semua modul dapat diakses dan menampilkan keluaran yang sesuai tanpa ada kesalahan. Pengujian aplikasi mendapatkan skor keberhasilan sebesar 95%. Kelebihannya adalah aplikasi ini memiliki UI yang bagus dan dapat dijangkau baik oleh pengguna Android maupun iOS, sedangkan kekurangannya

terletak pada jenis teknologi yang digunakan, yaitu *Marker Based-tracking*, yang membuat aplikasi kurang bisa digunakan kapanpun dan dimanapun.

Penelitian ke-2 berjudul "*Arabic-Kafa: Design and Development of Educational Material for Arabic Vocabulary with Augmented Reality Technology*" yang ditulis oleh Daud dkk dalam *Journal of Language and Linguistic Studies* (JLLS). Penelitian ini bertujuan untuk membuat media belajar bahasa arab menggunakan AR *Marker Based-tracking* yang dinamakan "*Arabic-Kafa*". Melalui AR, siswa dapat mengenali alfabet dan kosa kata bahasa Arab. Selain itu, aplikasi ini dilengkapi dengan *audio* untuk membantu pengucapan kosa kata yang dapat diakses melalui perangkat seluler. Oleh karena itu, para pelajar dapat belajar melalui gambar tiga dimensi dari setiap kosa kata. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan lebih interaktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi optimal pada jarak minimum sebesar 10 cm agar dapat menampilkan model tiga dimensi, sedangkan sudut minimum terhadap penanda adalah 30° hingga 90°. Selain itu, fitur *audio* pun dapat diputar dengan baik pada setiap objeknya. Selain tombol-tombol aplikasi yang dibuat sederhana, fitur audio menjadi nilai tambah aplikasi ini karena hanya dapat diputar ketika diklik. Kekurangannya adalah aplikasi tidak dapat digunakan pada kondisi tanpa cahaya.

Penelitian ke-3 berjudul "Pengenalan Jenis Ular Berbasis *Augmented Reality* di Indonesia Menggunakan Metode *Markerless Based on Tracking*" yang ditulis oleh Wijaya dkk dalam *Innovation in Research of Informatics* (INNOVATICS). Penelitian ini dilakukan atas dasar kurangnya pemahaman jenis

ular berbisa dan tidak yang mengakibatkan hilang populasi seperti kasus di Pesawan sehingga populasi tikus meningkat. Penelitian berfungsi sebagai media belajar yang lebih aman dengan cara menerapkan AR menggunakan pendekatan markerless tracking based dengan pengujian *Blackbox* yang dilakukan menggunakan perangkat keras berupa PC dengan spesifikasi ringan. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa semua menu dan tombol berfungsi dengan baik, jarak kamera sejauh sejauh 15 cm masih bisa menampilkan objek. Kelebihan aplikasi adalah pengguna ditawarkan informasi mengenai klasifikasi antara ular berbisa dan tidak secara mudah dan aman, ditambah dengan bantuan teknologi AR yang membuat klasifikasi jenis ular menjadi lebih jelas, sedangkan kekurangannya adalah jumlah ular yang dikontenkan hanya mencakup ular yang ada di Indonesia sehingga kurang lengkap dari sekian banyak jenis ular di dunia.

Penelitian ke-4 berjudul “Implementasi *Augmented Reality* Pada Buku “*The Art of Animation: 12 Principles*” yang ditulis oleh Arsari dan Adrian dalam Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA). Penelitian ini membahas pembuatan aplikasi 12 prinsip animasi dengan teknologi AR. Jenis AR yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Marker Based-tracking* yang membutuhkan penanda berupa buku buatan yang berisi penanda-penanda yang dibutuhkan. Penelitian ini menerapkan tiga gaya belajar, yaitu *visual* yang menawarkan tampilan melalui teknologi yang ditangkap melalui penglihatan, auditorial yang mengandalkan pendengaran untuk menangkap informasi, dan kinestetik mengajak pengguna untuk melakukan praktik secara langsung. Pembuatan aplikasi berfungsi sebagai jalan alternatif yang dapat memudahkan dalam memahami kedua belas

prinsip animasi secara lebih sederhana dengan cara menampilkan contoh dari masing-masing prinsip ke bentuk tiga dimensi. Kelebihan penelitian ini adalah penerapan AR secara sederhana dalam melakukan visualisasi terhadap kedua belas prinsip animasi secara tiga dimensi. Selain itu, penelitian ini menerapkan tiga gaya belajar, yaitu *visual*, auditori, dan kinestetik yang berarti perpaduan antara teknologi dan konvensional sehingga pembelajaran lebih efektif.

Penelitian ke-5 berjudul “Aplikasi Pengenalan Produk Menggunakan *Augmented Reality* dengan Metode *Marker*” yang ditulis oleh Bahiyah dkk dalam Jurnal Sistem Cerdas. Penelitian ini membahas pembuatan aplikasi yang dapat membantu penjual dalam mengenalkan produk modern klasik meubel Cirebon secara interaktif menggunakan AR. Cara kerja aplikasi dimulai dengan pengguna membuka menekan tombol start yang akan membuka kamera untuk dilanjutkan ke proses *scan* produk *furniture*. Kamera akan menyorot penanda berupa kertas berpola hitam dan putih. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kendala yang dihadapi penjual dalam menunjukkan produk kepada pembeli, terutama saat persediaan kosong. Aplikasi ini diuji menggunakan *Blackbox Testing* yang bertujuan untuk mendapatkan hasil uji dari fungsi. Kelebihan aplikasi ini terletak perangkat yang digunakan, yaitu *smartphone* yang membuat pengguna dapat menggunakan ponsel pribadi ketika proses jual beli terjadi. Penggunaan AR juga menjadi satu kelebihan karena membantu pengenalan produk menjadi lebih efektif tanpa harus menunjukkan barang. Namun, hal ini dapat menjadi kekurangan ketika foto bareng dengan fisiknya tidak berdasarkan kondisi terkini.

Penelitian ke-6 berjudul “Aplikasi Pembelajaran *Tahsin* dan Perbaikan Pelafalan dalam Membaca Al-Qur’an Berbasis Android dengan *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Kasah & Hidayati dalam *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*. Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi belajar tahsin dan perbaikan pelafalan dalam membaca Al-Qur’an menggunakan *AR marker based tracking* berbasis android. AR yang diterapkan dapat bekerja ketika pengguna melakukan deteksi terhadap *marker* yang telah dibuat hingga menampilkan objek tiga dimensi berupa huruf di samping pengguna juga dapat mengaktifkan suara melalui tombol suara. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk meningkatkan kemampuan membaca Al-Qur’an di kalangan anak muda yang masih banyak belum mampu melakukannya dengan baik dan benar, serta menambah media interaktif belajar mengajar di MI Miftahul Ulum. Kelebihan dalam hal ini adalah penggunaan AR yang diterapkan pada perangkat seluler, sedangkan kekurangannya terletak pada ketiadaan konsep pembelajaran menggunakan *video* mengenai *makharijul* huruf. Selain itu, materi mengenai tajwid tidak dimasukkan banyak sehingga konten terkait yang dapat dipelajari minim.

Penelitian ke-7 berjudul “Penerapan Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) pada *a Magical augmented Reality Book* Berbasis Android” yang ditulis oleh Kurniasari dkk dalam *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*. Penelitian ini membahas pengembangan media belajar alternatif untuk anak-anak usia Taman Kanak-Kanak (TK). Buku cerita rakyat Suro dan Boyo yang digunakan diintegrasikan dengan *AR Marker Based-tracking*. Di sini, AR bekerja dengan melakukan deteksi terhadap penanda berupa *view book* yang terdiri dari delapan

tombol gambar dongeng, gambar dongeng digunakan jika tidak memiliki buku dongeng terkait. Objek yang muncul berupa gambar dongeng Suro dan Boyo dan setiap penandanya memunculkan suara secara otomatis. Pembuatan aplikasi ini bertujuan untuk mengenalkan budaya lokal Indonesia dengan cara yang menarik dan interaktif, sehingga meningkatkan minat belajar dan pemahaman anak terhadap asal-usul daerah di Indonesia demi meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Kehadiran *view book* menjadi kelebihan penelitian ini karena pengguna yang tidak punya buku masih dapat menggunakan aplikasi ini.

Penelitian ke-8 berjudul “Implementasi *Augmented Reality* untuk Pengenalan Huruf dan Angka Isyarat untuk Anak SLB B” yang ditulis oleh Wibowo & Murinto dalam Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia (JTIM). Penelitian ini ditujukan bagi anak tunarungu di Sekolah Luar Biasa (SLB) 2 Bantul. Penelitian ini berisi perancangan aplikasi pengenalan huruf dan angka menggunakan teknologi AR. Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan, ditemukan informasi bahwa media pembelajaran bahasa isyarat hanya dapat ditemukan di sekolah, sehingga siswa tidak bisa belajar ketika berada di rumah. Aplikasi yang dibuat memuat konten belajar bahasa isyarat yang diperoleh melalui penanda yang disorot oleh kamera ponsel. Dengan menggunakan metode MDLC yang diakhiri dengan pengujian *blackbox* dan SUS, dibuatlah aplikasi yang dapat diakses di rumah juga agar siswa masih dapat belajar bahasa isyarat dengan bebas. Aplikasi ini dinyatakan berfungsi dengan baik berdasarkan pengujian yang dilakukan, juga skor 91% berdasarkan pengujian ahli media serta 85% dari ahli materi menyatakan aplikasi layak digunakan. Kekurangan aplikasi ini adalah *marker* yang terlalu jauh

membuat tampilan objek tiga dimensi kecil atau bahkan tidak terbaca. Jika terlalu dekat atau miring, objek tidak akan ditampilkan secara keseluruhan. Selain itu, jika penanda terhalang oleh sesuatu, maka aplikasi tidak dapat membacanya.

Penelitian ke-9 berjudul “Aplikasi Pengenalan Angka Kanji dengan *Augmented Reality Metode Marker Based Tracking*” yang ditulis oleh Krestianti dalam Jurnal Teknik dan *Science* (JTS). Penelitian ini memuat pembahasan mengenai pembuatan aplikasi pengenalan angka dalam bahasa Jepang. Dengan bantuan teknologi *AR marker based tracking*. Aplikasi ini dirancang dengan struktur navigasi hirarki menggunakan Unity 3D yang dapat menyediakan materi tentang cara membaca dan menulis angka Kanji serta latihan kuis. Pada halaman pembelajaran angka Kanji dapat melihat cara penulisan, cara membaca, dan latihan membaca. Terdapat juga latihan membaca untuk angka satuan, puluhan, hingga ratusan juta. Pada menu kuis, terdapat soal-soal kuis terkait penulisan dan pembacaan Kanji. Kekurangannya terletak pada perangkat yang digunakan, terjadi perbedaan masa waktu pembacaan marker sedikit lama pada hp seperti Infinix Hot note X551 dan penjelasan terkait angka Kanji kurang lengkap.

Penelitian ke-10 berjudul “Penerapan MDLC pada Pengembangan Aksara Lampung Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Putra dkk dalam *Journal of Computer Technology, Computer Engineering and Informatics*. Penelitian ini bertujuan untuk membantu kegiatan pembelajaran bahasa Lampung sebagai media sarana pengenalan yang menarik yang dapat digunakan oleh siswa. Penelitian ini menerapkan AR yang dapat memproses informasi secara visual menjadi lebih menarik serta real time. AR yang digunakan adalah *Markerless Based-*

tracking yang tidak memerlukan penanda buatan agar dapat berfungsi. Adapun fitur aplikasi ini seperti menu latihan yang membawa konsep *drag and drop* dalam pelatihan teks sederhana, bentuk, dan terjemahan bahasa Lampung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dalam kategori sangat baik sehingga layak digunakan. Kelebihan aplikasi terletak pada kehadiran tanda baca dan *audio* yang membuat kontennya semakin menarik karena tidak hanya sebatas konten aksara. Sedangkan kekurangannya adalah kebutuhan akan spesifikasi perangkat hp yang mumpuni, dibuktikan dengan hasil pengujian di Poco X3 berjalan lancar ketimbang di Redmi 8 dan Redmi 9. Hasil pengujian fungsionalitas menggunakan *blackbox* sebesar 100%, aspek *learnability* sebesar 4,78, *efficiency* 4,75, *memorability* 4,57, *error* 4,64, dan *satisfaction* 4,69, maka aplikasi ini teruji dengan kategori ‘sangat baik’ sehingga dinyatakan layak.

Penelitian ke-11 berjudul “*Children Learning Media to Recognize Animals Using Marker Based Tracking Augmented Reality technology Based on Android*” yang ditulis oleh Setyadi dkk dalam Jurnal Teknik Informatika (JUTIF). Penelitian ini membahas pengembangan media pembelajaran interaktif menggunakan metode *Waterfall*. *Marker* yang digunakan berupa gambar kartun binatang yang diubah menjadi objek 3D menggunakan Unity 3D dan Vuforia SDK. Alur kerja aplikasi ini dimulai dari aktor memiliki akses untuk melihat daftar isi binatang darat, air, dan udara yang kemudian dideteksi supaya bisa menampilkan objek tiga dimensi binatang terkait. Penelitian ini menghasilkan aplikasi yang memungkinkan anak-anak melihat bentuk binatang dalam format 3D beserta suaranya. Kelebihan aplikasi

ini terletak pada efek suara binatang serta deskripsinya secara suara juga, sedangkan kekurangannya ada pada kamera yang digunakan berkualitas kurang baik.

Penelitian ke-12 berjudul “*The Introduction of Hijaiyah Letters in Sign Languages Using Augmented Reality*” yang ditulis oleh Tresnawati dkk dalam Jurnal Teknik Informatika (JUTIF). Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi pengenalan huruf hijaiyah menggunakan bahasa isyarat yang diperuntukkan untuk kaum tunarungu wicara dan pengajar yang diharapkan dapat membantu dalam proses belajar mengajar. Aplikasi yang dibuat memuat konten berupa bahasa isyarat yang ditampilkan ketika kamera menyorot *marker* berupa gambar tangan kartun yang sedang membentuk suatu huruf sampai menampilkan objek tiga dimensi berupa tangan mirip aslinya. Hasil penelitian ini didapatkan melalui tahap pengujian yang menggunakan *Alpha* dan *Beta Testing*. Pengujian beta menunjukkan 90,2% responden tunarungu merasa aplikasi ini membantu, 89,2% guru menyatakan aplikasi efektif sebagai media pembelajaran, dan 86,4% dari responden umum. Kelebihan penelitian ini terletak pada penggunaan AR yang berhasil menawarkan pengenalan huruf hijaiyah dalam bahasa isyarat secara menarik.

Penelitian ke-13 berjudul “*Implementation of Augmented as a Media for Recognition of The Ka Ga Nga Rejang Lebong Script Android Based*” yang ditulis oleh Sonita & Susanto dalam Jurnal Komputer, Information, dan Teknologi (KOMITEK). Penelitian ini bertujuan untuk melestarikan aksara tradisional Ka Ga Nga Rejang Lebong melalui teknologi AR *Marker Based-tracking*. *Marker* yang dibuat berupa kode QR yang ketika disorot oleh kamera memunculkan aksara

terkait. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode *Rapid App Development* (RAD). Aplikasi ini dapat menampilkan 29 huruf utama dan 4 huruf dalam bentuk 3D yang dapat di-*trigger* oleh *marker* untuk mendeteksi dan menampilkan huruf. Kelebihan aplikasi ini terletak pada tombol dan fitur yang mudah digunakan oleh pengguna, sedangkan kekurangannya terletak pada ketiadaan gamifikasi sebagai fitur tambahan terkait konten isi pembelajarannya.

Penelitian ke-14 berjudul “Implementasi Algoritma Fisher-Yates Pada Media Pembelajaran Aksara Lontara Berbasis *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Mirfan dkk dalam Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pengalaman belajar aksara Lontara dengan teknologi AR dan pengacakan soal menggunakan algoritma Fisher-Yates. Metode yang digunakan adalah *Unified Modeling Language* (UML) yang digunakan untuk merancang alur sistem; algoritma Fisher-Yates diterapkan untuk memastikan soal selalu acak. Algoritma Fisher-Yates menciptakan variasi pembelajaran dan menjadikan pengalaman belajar lebih dinamis. Hasil penelitian ini menunjukkan penilaian ‘sangat baik’ sebesar 85,4%. Penggunaan algoritma Fisher-Yates menjadi kelebihan karena sangat efektif dalam membuat variasi dalam menyajikan soal sehingga pola tidak mudah ditebak oleh pengguna.

Penelitian ke-15 berjudul “Aplikasi *Mobile Augmented Reality* untuk Mendukung Pengenalan Aksara Sunda” yang ditulis oleh Ilham & Asriningtias dalam EDUMATIC: Jurnal Pendidikan Informatika. Penelitian ini membahas mengenai perancangan aplikasi AR untuk memperkenalkan aksara Sunda kepada masyarakat, khususnya anak-anak, menggunakan metode *marker based-tracking*

belajar melalui pendekatan digital. Penelitian ini menerapkan metode SDLC *Waterfall* yang terdiri dari empat tahapan yaitu analisis perancangan, implementasi, dan pengujian. Penelitian ini membuahkan hasil berupa aplikasi yang dapat menampilkan empat komponen aksara Sunda, yaitu Ngalagena, Swara, Angka, dan Rarangken dengan pelafalan suara. Aplikasi ini memuat fitur main, *marker*, panduan, dan sejarah. Pada fitur kuis, pengguna dapat melatih pengetahuan mereka dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sampai menghasilkan skor yang dapat dilihat di akhir. Fitur *marker* pada aplikasi berisi kumpulan penanda yang dapat diunduh oleh pengguna. Selain itu, terdapat fitur seperti fitur kuis untuk memberikan latihan interaktif bagi pengguna. Pada fitur sejarah, terdapat fitur *play*, *back*, *rewind*, *next*, dan *pause* yang dapat digunakan untuk menonton *video* sejarah aksara sunda yang dapat diakses melalui Youtube juga. Aplikasi ini diuji menggunakan metode *Blackbox* yang menyatakan semua fitur berfungsi, juga kuesioner kelayakan sebesar 88,9% (sangat layak) dari 182 responden. Pengujian melalui kuesioner pun dilakukan dengan cara disebar melalui media sosial yang mendapatkan penilaian dari 182 siswa dan siswi SMP Negeri 1 Cianjur.

Penelitian ke-16 berjudul “Media Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android (Studi Kasus: SMKN 1 Rancabali)” yang ditulis oleh Ramadhan dkk dalam Jurnal Ilmiah Nasional Riset Aplikasi dan Teknik Informatika (NARATIF). Aplikasi ini dibangun menggunakan metode MDLC dan diuji dengan model *Technology Acceptance Model* (TAM). Menu utama aplikasi ini berupa scan AR, latihan, membaca, dan panduan. Menu *scan* AR adalah fitur utama aplikasi ini. Sebelum itu, pengguna disarankan agar membaca alur kerja

aplikasi lewat fitur panduan. Saat pengguna menjalankan aplikasi, maka akan muncul kamera yang harus diarahkan ke penanda yang tersedia, dan terdapat dua tombol keluar dan putar suara. Selain itu, menu lainnya yaitu fitur latihan berfungsi untuk menguji tingkat pengetahuan pengguna melalui beberapa pertanyaan. Lalu menu membaca memungkinkan pengguna untuk belajar melafalkan pembacaan kosa kata per kosa kata. Hasil penelitian ini sangat baik berdasarkan pengujian yang dilakukan serta penilaian dari pengguna. Nilai kemudahan penggunaan sebesar 88,55% didapatkan dari siswa dan guru yang menyatakan aplikasi ini mudah dipahami berdasarkan aspek UI, navigasi, aksesibilitas fitur, 86,24% menyatakan penggunaan rutin sebagai alat bantu belajar, dan manfaat aplikasi sebesar 83,68%.

Penelitian ke-17 berjudul “Media Pembelajaran Aksara Sunda Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis android” yang ditulis oleh Hidayat dkk dalam Jurnal Algoritma. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketertarikan siswa dalam mempelajari aksara Sunda, di antaranya bentuk, tata tulis, dan cara pengucapannya, dengan menghadirkan media pembelajaran yang interaktif dan modern. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan metode pengembangan MDLC. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk membaca, menulis, dan mengucalkan aksara Sunda. Berdasarkan pengujian, semua komponen aplikasi berjalan sesuai harapan. Pengujian beta pun dilakukan, menunjukkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 93,6% yang berarti aplikasi sangat mendukung pembelajaran aksara Sunda.

Penelitian ke-18 berjudul “Media Pembelajaran Aksara Jawa Dengan Teknik *Augmented Reality* Menggunakan Vuforia SDK” yang ditulis oleh

Syafrianto & Nugroho dalam Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer. Penelitian ini membahas pengembangan media belajar AR aksara Jawa menggunakan vuforia SDK. *Marker* yang dibuat adalah berupa QR Code yang terdiri dari aksara carakan, pasangan, swara, rekan, murda, pasangan murda, wilangan, dan aksara sandhangan, semuanya akan terintegrasi dengan Unity 3D. Gambar *marker* akan masuk ke proses unggahan ke server Vuforia Developer. Di Vuforia SDK juga terdapat *rating* yang akan menunjukkan baik atau tidaknya gambar identifikasi yang digunakan. Saat kamera tidak mendeteksi *marker*, maka kamera akan tetap aktif dengan kondisi tidak menampilkan objek apapun. Kekurangan dari aplikasi ini adalah aksara yang mampu dideteksi masih bersifat statis.

Penelitian ke-19 berjudul “*Enhancing The ransliteration of Words Written in Javanese Script through Augmented Reality*” yang ditulis oleh Widiarti dan Adji dalam Jurnal *Engineering, Technology & Science Research*. Penelitian ini ditujukan untuk membuat aplikasi “*Jawalens*” yang berfungsi sebagai penerjemah kata beraksara Jawa ke bahasa latin menggunakan teknologi AR. Aplikais ini dikembangkan menggunakan metode pengembangan multimedia MDLC. *Marker* diambil dari naskah aksara Jawa yang diproses dengan Unity dan Vuforia. Aplikasi dapat mengenali hingga lima *marker* untuk membentuk kata dan menampilkan transliterasi secara *real time*.

Penelitian ke-20 berjudul “*Alphabet Recognition with Agmented Reality Technology Based on Android using Extreme Programming Model*” yang ditulis oleh Yanti dan Sutresna dalam Jurnal Informatika (JUTA). Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi pengenal alfabet dengan bantuan teknologi AR. AR yang

digunakan adalah *marker based-tracking* yang membutuhkan penanda buatan berupa gambar sebuah alfabet secara lengkap. *Marker* dapat diunduh pada bagian menu utama di samping fitur informasi dan tombol unduhan. Ketika proses deteksi berlangsung, marker akan coba dideteksi oleh layar deteksi. Jika terdeteksi, maka objek tiga dimensi akan muncul. Jika tidak, maka sistem akan terus memeroses hingga berhasil. Tujuan utamanya adalah meningkatkan minat anak-anak dalam mengenali huruf-huruf alfabet dan membuat proses belajar mengajar menjadi lebih interaktif secara *mobile*. Penelitian ini menggunakan metode *Extreme Programming* (XP). Pendekatan ini menyederhanakan tahapan atau proses pengembangan sehingga lebih fleksibel, komunikasi yang baik, cepat, serta dapat diperbaiki setiap kali terjadi error. Aplikasi diuji oleh pengguna berupa anak-anak untuk menilai efektivitas dalam mempermudah pengenalan alfabet. Aplikasi ini menggunakan marker yang akan menghasilkan objek 3D dan animasi huruf tersebut. Hasil uji menggunakan 70% pengguna merasa aplikasi ini menarik secara visual, 80,5 merasa aplikasi mudah digunakan informasi yang diibampilkan cukup jelas, dan aplikasi dinilai cukup efektif dalam mengenalkan alfabet.

Penelitian ke-21 berjudul “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Media Pembelajaran Bahasa Arab: Durus Al-lughah Jilid I” yang ditulis oleh Fauzan dkk dalam *Elementary School Education Journal* (ELSE). Penelitian ini membahas pengembangan media pembelajaran Bahasa Arab berupa aplikasi dengan memanfaatkan AR *marker based*. Aplikasi yang dikembangkan mengacu pada buku Bahasa Arab Durusullughah Al- Arabiyah karya KH. Imam Zarkasyi dan KH. Imam Syubani. Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall* yang terdiri

dari lima tahap, yaitu analisis kebutuhan, desain, pengembangan, pengujian, dan pemeliharaan. Metode pengujian yang digunakan adalah *Blackbox Testing* yang mengarah pada fungsi aplikasi, apakah masukan dan keluaran sesuai dengan yang direncanakan atau belum. Pengujian yang dilakukan menggunakan tiga perangkat dengan spesifikasi berbeda, juga pengujian cahaya yang menunjukkan aplikasi dapat bekerja dengan intensitas cahaya dari 2% hingga 100%. Kelebihan aplikasi ini adalah aplikasi sudah diunggah ke Play Store sehingga mudah ditemukan dan terpercaya. Kekurangannya terletak pada objek tiga dimensi yang masih belum interaktif dan hanya dapat digunakan oleh pengguna android.

Penelitian ke-22 berjudul “*Augmented Reality* Pengenalan Huruf dan Angka Arab Menggunakan Metode *Marker Based Tracking* Berbasis Android” yang ditulis oleh Devita dkk dalam Jurnal Media Informatika Budidarma. Penelitian ini membahas pembuatan aplikasi belajar huruf dan angka bahasa Arab. Aplikasi yang dikembangkan diintegrasikan dengan teknologi AR *Marker Based-tracking* yang dapat digunakan oleh pengguna android. Dengan algoritma *fast corner detection*, aplikasi ini direkomendasikan jarak 30 cm dan sudut 60 – 90° dalam proses *scan marker*-nya. Pengujian aplikasi menggunakan Blackbox menunjukkan semua menu dan tombol aplikasi berfungsi sepenuhnya, juga dilakukan pengujian algoritma dengan ketentuan tertentu serta pengujian tingkat kecepatan aplikasi di perangkat seluler menyatakan aplikasi cukup cepat.

Penelitian ke-23 berjudul “Pembuatan Games Edukasi Pengenalan Hewan Berdasarkan Makanannya Berbasis *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Mufida dkk dalam *Journal Automation Computer Information System*. Penelitian ini

membahas pembuatan aplikasi permainan edukasi pengenala hewan menggunakan *AR marker based tracking*. Aplikasi ini dikembangkan berbasis *mobile* yang artinya dapat digunakan oleh pengguna android. Metode pengembangan aplikasi yang digunakan adalah *Game Development Life Cycle* (GDLC) yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu *initiation*, *pre- production*, *production*, *testing*, *beta*., dan *release*. Pengujian aplikasi menggunakan metode *alpha* yang menguji aspek fungsi dalam game seperti tombol dan penanda AR. Selain itu, pengujian beta juga dilakukan, dimana pengujian ini dilakukan oleh pengguna.

Penelitian ke-24 berjudul “Pengenalan Huruf Hijaiyah (ARENYA) Menggunakan *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Perdana dkk dalam *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering, and Applications*. Penelitian ini bertujuan untuk membua aplikasi pengenalan huruf hijaiyah bernama ARENYA yang dibantu oleh teknologi AR berbasis penanda. Aplikasi ini dibangun menggunakan metode pengembangan *Waterfall*, juga diuji menggunakan pengujian *System Usability Scale* (SUS) dan *blackbox testing*. Hasil *blackbox testing* menunjukkan 9 parameter yang dibuat telah memenuhi harapan (100%), sedangkan pengujian SUS mendapatkan skor sebesar 77,2 yang berarti aplikasi dapat diterima oleh pengguna dengan kategori *adjective rating ‘good’* dan *acceptibility ranges* dengan rentang *marginal high*.

Penelitian ke-25 berjudul “Perancangan Aplikasi Pembelajaran Huruf dan Angka Berbasis *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Huda & Purwaningtias dalam Jurnal SISFOKOM. Penelitian ini membahas perancangan aplikasi belajar huruf dan angka dengan bantuan teknologi *AR marker based tracking*. Marker yang

dibuat berupa gambar berhuruf dan angka yang dapat memunculkan objek fiksi tiga dimensi ketika terdeteksi oleh kamera. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan pendekatan *Waterfall*. Hasil penelitian yang didapat melalui pengujian berupa siswa dapat lebih mengenal huruf dan angka serta lebih termotivasi dengan teknologi AR.

Penelitian ke-26 berjudul “Simulasi Furnitur Ruang dengan *Augmented Reality* Menggunakan *Marker Based Tracking*” yang ditulis oleh Widyawati dkk dalam Jurnal Minfo Polgan. Penelitian ini membahas penggunaan teknologi AR sebagai bentuk media promosi suatu produk. AR yang diimplementasikan dibuat ke dalam sebuah aplikasi yang dapat dioperasikan menggunakan perangkat seluler dengan sistem operasi android. AR yang digunakan adalah *AR Marker Based-tracking* membutuhkan penanda agar dapat berfungsi dengan baik dan benar. *Marker* adalah sebuah penanda khusus yang dipakai dalam proses deteksi oleh kamera perangkat. *Marker* dieksekusi menjadi *image target* menggunakan *Vuforia Engine* yang dikenal cocok dalam mengolah teknologi *marker based-tracking* yang menghasilkan objek tiga dimensi ketika dideteksi oleh kamera. Selain itu, MDLC juga digunakan dalam penelitian ini yang membuat perancangan dan pembuatan aplikasi menjadi fleksibel. Kelebihan dalam penelitian ini adalah aplikasi yang dibuat dapat diakses secara luas karena didistribusikan melalui *platform* besar, yaitu Play Store dan App Store.

Penelitian ke-27 berjudul “Penerapan *Markerless Augmented Reality* untuk Katalog *Furniture* di Ambyah Mebel” yang ditulis oleh Muharam & Astuti dalam Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi. Penelitian ini membahas pembuatan

katalog produk *furniture* digital untuk untuk Ambyah Mebel. Keunggulan penelitian ini adalah penggunaan AR yang diimplementasikan sebagai media promosi yang membuat interaktivitas lebih dalam proses jual beli. Dalam implemenatsinya, AR digunakan dalam bentuk aplikasi yang bisa digunakan oleh perangkat seluler. AR bekerja dengan cara melakukan visualisasi objek dua dimensi ke tiga dimensi melalui kamera perangkat terhadap penanda. Penanda dapat berupa gambar atau citra yang dibuat dengan pola tertentu agar dapat terbaca saat proses deteksi berlangsung. Di samping kelebihanannya, terdapat kekurangan pada aplikasi ini, pengguna belum bisa memesan langsung produk melalui aplikasi, varian kategorinya yang masih sedikit, dan tidak ada fitur pemilihan warna dan informasi detail mengenai produk yang tersedia.

Penelitian ke-28 berjudul “Evaluasi Buku Interaktif Berbasis *Augmented Reality* Menggunakan *System Usability Scale* dan *User Experience Questionare*” yang ditulis oleh Yulianto dkk dalam Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi (RESTI). Penelitian ini berisi membahas cara mendapat penilaian dari pengguna terhadap buku belajar interaktif yang diintegrasikan dengan teknologi AR. Metode *System Usability Scale* (SUS) dan *User Experience Questionare* (UEQ) digunakan karena mengingat partisipasi pengguna sangat dibutuhkan dalam mendapatkan data penelitian. Penelitian ini melibatkan 15 responden untuk menguji aplikasi dan buku tersebut. Para responden menngunduh aplikasi yang sudah disediakan yang kemudian menggunakannya melauai ponsel dengan cara melibatkan kamera untuk mendeteksi penanda untuk memicu konten AR. SUS digunakan dengan cara menyediakan sepuluh pertanyaan yang harus dijawab dengan skala

likert sederhana (sangat setuju hingga sangat tidak setuju) oleh pengguna untuk menilai kemudahan dan efektivitas penggunaan aplikasi, sedangkan UEQ mengarah terhadap penilaian lebih subjektif seperti kesan dan pengalaman pengguna secara luas dengan cara pengguna diberi 26 pasangan kata (rumit/sederhana). Metode (SUS) menunjukkan skor sebesar 77,67% yang berarti dapat diterima dengan penilaian sempurna, begitu juga evaluasi UEQ mendapatkan hasil positif, yaitu $>0,8$. Kelebihan aplikasi ini adalah penggabungan buku cetak dengan teknologi AR yang menawarkan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif dengan kehadiran konten audio dan visual dalam mempelajari tari topeng Cirebon. Namun, terdapat kekurangan seperti konten 3D yang bersifat statis membuat interaktivitas berkurang serta sampel responden evaluasi hanya berjumlah 15 orang yang belum mewakili populasi secara keseluruhan, terutama siswa SD yang menjadi target prioritas.

Penelitian ke-29 berjudul *“Design and Development of The Game “Kitabah for Kids” Augmented Reality Technology for Arabic Language Learning”* yang ditulis oleh Syarofah dkk dalam Kilmatunna: *Journal of Arabic Education*. Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi permainan *“Kitabah for Kids”* yang berfungsi sebagai media belajar yang dibuat dikombinasikan dengan teknologi *Augmented Reality* (AR). AR yang digunakan adalah AR yang membutuhkan penanda (*marker based tracking*) agar dapat berfungsi ketika aplikasi digunakan. Penanda yang dideteksi berupa kartu bergambar huruf hijaiyah yang akan memunculkan huruf hijaiyah dengan tampilan 3D pada layar perangkat. Penanda yang terdeteksi akan diproses oleh aplikasi dan mencocokkannya dengan *database*.

Jika prosesnya berhasil, maka objek tiga dimensi akan tampil pada layar perangkat dan pengguna bisa berinteraksi dengan cara memutar, memperbesar, dan memindahkan objek yang muncul. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Stanford University* yang berisi beberapa tahap, yaitu validasi ahli, uji prototipe, dan uji kemudahan penggunaan. Penggunaan AR menawarkan interaksi antara pengguna dengan objek fiksi huruf hijaiyah sehingga menjadi kelebihan aplikasi yang dibuat. Selain itu, fitur permainan edukatif menawarkan keterlibatan pengguna dalam menyusun huruf, mencocokkan gambar dengan kosa kata yang sesuai, serta membuat kalimat sederhana. Namun, terdapat kekurangan pada navigasi dan susunan informasi yang kurang sederhana sehingga perlu diperbaiki agar mempermudah pengguna dalam menggunakan aplikasi ini.

Penelitian ke-30 berjudul “Implementasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pengenalan Huruf Alfabet untuk Taman Kanak-Kanak” yang ditulis oleh Rizky dkk dalam Jurnal Informatika Polinema (JIP) Penelitian ini didasari oleh anak usia dini (0-6 tahun) yang dirasa berada pada masa perkembangan pesat membutuhkan pembelajaran yang interaktif dan menarik demi mendapatkan wawasan dan pengetahuan dasar seperti huruf alfabet. Penggunaan teknologi AR dirasa cocok dijadikan karena memadukan unsur dua dimensi dengan tiga dimensi, belum lagi unsur suara yang dapat ditambahkan, sehingga pembelajaran huruf alfabet dengan lebih antusias. Media pembelajaran alfabet yang dibuat dibantu oleh pendekatan MDLC yang bersifat fleksibel tapi detail dibanding metode lain, pengujian Blackbox dan SUS untuk menilai fungsi dari segi fitur dan kemudahan

pemakaiannya. Aplikasi ini berisi konten huruf alfabet dalam tampilan tiga dimensi dengan panduan penulisannya. Lalu AR dipakai agar dapat memunculkan objek tiga dimensi alih-alih hanya melihat secara dua dimensi. Selain itu, terdapat fitur permainan untuk membantu menulis dengan garis bantu, serta halaman informasi dan kredit untuk petunjuk penggunaan dan informasi pengembang. Namun, aplikasi ini hanya diperuntukkan bagi pengguna perangkat seluler berbasis Android, sehingga tidak dapat diakses di *platform* lain seperti iOS dan Windows.

2.11. *State of The Art*

Berikut ini tabel 2.1 yang menjelaskan perbedaan dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan

Tabel 2. 1 *State of The Art*

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
1	Wijaya dkk (2024)	Aplikasi Edukasi Pengenalan Bahasa Arab Berbasis <i>Augmented Reality</i> Studi Kasus: Madrasah Ardhal- Haq	• Antarmuka pengguna (UI) dirancang menarik dan mudah digunakan. • Kompatibel dengan perangkat android dan iOS. • Tingkat keberhasilan pengujian mencapai 95%.	• Hanya berfungsi dengan <i>marker</i> fisik. • Pengguna tidak bisa mengakses aplikasi secara fleksibel tanpa <i>marker</i>.	• Pengujian <i>Blackbox</i> menunjukkan semua modul dapat diakses dengan <i>output</i> sesuai (95% berhasil)

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
2	Daud dkk (2021)	<i>Arabic-Kafa: Design and Development of Educational Material for Arabic Vocabulary with Augmented Reality Technology</i>	• Memiliki fitur <i>audio</i> untuk membantu pelafalan kosakata Arab. • Menampilkan model 3D interaktif untuk memudahkan pemahaman. • Tombol navigasi sederhana dan intuitif.	• Tidak dapat digunakan dalam kondisi gelap atau kurang cahaya. • Jarak optimal deteksi <i>marker</i> sebesar 10 cm.	• Pengujian fungsional menunjukkan jarak optimal sebesar 10 cm dan sudut deteksi sebesar 30°-90°
3	Wijaya dkk (2023)	Pengenalan Jenis Ular Berbasis <i>Augmented Reality</i> di Indonesia Menggunakan	• Metode yang aman digunakan untuk mempelajari ular berbisa tanpa risiko fisik	• Hanya mencakup spesies ular yang ada di Indonesia. • Tidak mencakup semua jenis ular di dunia.	○ <i>Alpha testing:</i> • Objek muncul pada jarak 15 cm • Menu berfungsi 100%

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
		Metode <i>Markerless Based on Tracking</i>	• Tidak memerlukan <i>marker</i> cetak (<i>markerless</i>). • Visualisasi 3D jelas dan informatif.		
4	Arsari & Adrian (2020)	Implementasi <i>Augmented Reality</i> Pada Buku ' <i>The Art of Animation: 12 Principles</i> '	• Mengintegrasikan tiga gaya belajar, yaitu <i>visual</i>, auditori, dan kinestetik. • Menampilkan contoh prinsip animasi dalam bentuk 3D.	• Objek 3D yang ditampilkan bersifat statis (tidak bisa diinteraksi lebih lanjut).	• Prinsip animasi divisualisasikan dalam 3D
5	Bahiyah dkk (2020)	Aplikasi Pengenalan Produk Menggunakan	• Solusi promosi produk tanpa perlu	• Gambar produk yang ditampilkan	• <i>Blackbox testing</i> menunjukkan Semua fungsi

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
		<i>Augmented Reality dengan Metode Marker"</i>	- membawa barang fisik. - Dapat diakses melalui <i>smartphone</i> pribadi.	- tidak selalu sesuai kondisi terkini. - Tidak ada pembaruan otomatis terkait stok produk.	tombol berjalan normal
6	Kasah & Hidayati (2024)	Aplikasi Pembelajaran Tahsin dan Perbaikan Pelafalan dalam Membaca Al-Qur'an Berbasis Android dengan <i>Augmented Reality</i>	- Fitur <i>audio</i> membantu pengucapan huruf hijaiyah dengan benar. - Dapat digunakan untuk belajar mandiri.	- Tidak menyertakan video panduan <i>makharijul</i> huruf. - Materi tajwid yang disediakan sangat terbatas.	Uji coba di MI Miftahul Ulum: Meningkatkan interaktivitas belajar
7	Kurniasari dkk (2023)	Penerapan Metode <i>Multimedia Development Life</i>	Menyediakan alternatif bagi pengguna yang	<i>Marker</i> harus dalam kondisi baik agar dapat	Pengujian fungsional: suara

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
		<i>Cycle (MDLC) pada Magical Augmented Reality Book Berbasis Android"</i>	tidak memiliki buku fisik (<i>view book</i>). Narasi suara otomatis membuat cerita lebih interaktif.	terdeteksi dengan jelas	dan animasi berjalan baik
8	Wibowo & Murinto (2023)	Implementasi <i>Augmented Reality</i> untuk Pengenalan Huruf dan Angka Isyarat untuk Anak SLB B	- Memungkinkan pembelajaran di luar sekolah (aksesibel di rumah). - Mendapat penilaian tinggi dari ahli media (91%) dan materi (85%).	<i>Marker</i> harus diposisikan dengan jarak dan sudut yang tepat. - Objek 3D tidak muncul jika <i>marker</i> terhalang.	Pengujian SUS mendapatkan penilaian skor sebesar 91% dari ahli media dan 85% dari ahli materi
9	Krestianti (2022)	Aplikasi Pengenalan Angka	Menyediakan latihan kuis untuk	- Proses deteksi <i>marker</i> lambat	Uji fungsional menunjukkan

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
		Kanji dengan <i>Augmented Reality</i> Metode <i>Marker Based Tracking</i> "	menguji pemahaman pengguna. • Navigasi aplikasi terstruktur dengan baik.	pada perangkat tertentu (misal: Infinix Hot Note). • Penjelasan materi angka Kanji kurang mendalam.	navigasi hirarki bekerja dengan baik
10	Putra dkk (2023)	Penerapan MDLC pada Pengembangan Aksara Lampung Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	• Tidak memerlukan <i>marker</i> fisik (<i>markerless</i>). • Dilengkapi fitur <i>drag and drop</i> dan <i>audio</i> pelafalan. • Mendapat skor "sangat baik" dalam pengujian SUS.	• Membutuhkan <i>smartphone</i> dengan spesifikasi tinggi. • Tidak kompatibel dengan beberapa perangkat (misal: Redmi 8/9).	• Pengujian SUS mendapat skor sebesar 4.78 dalam aspek <i>learnability</i> dan 100% secara fungsional

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
11	Setyadi dkk (2022)	<i>Children Learning Media to Recognize Animals Using Marker Based Tracking Augmented Reality Technology Based on Android</i>	• Menyertakan deskripsi suara hewan untuk pembelajaran audio. • Kategorisasi hewan (darat, air, dan udara) memudahkan pemahaman.	• Kualitas kamera yang digunakan kurang optimal. • Grafik model 3D kurang realistis.	• Uji coba anak-anak mendapat respon positif terhadap model 3D
12	Tresnawati dkk (2022)	<i>The Introduction of Hijaiyah Letters in Sign Languages Using Augmented Reality</i>	• Visualisasi bahasa isyarat untuk huruf hijaiyah sangat jelas. • 90,2% pengguna tunarungu merasa terbantu.	• <i>Marker</i> harus ditempatkan dengan presisi tinggi.	• Pengujian menggunakan <i>Beta testing</i> mendapat skor manfaat sebesar 90.2% bagi tunarungu dan nilai efektivitas sebesar 89.2% dari guru

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
13	Sonita & Susanto (2022)	<i>Implementation of Augmented as a Media for Recognition of The Ka Ga Nga Rejang Lebong Script Android Based</i>	• Antarmuka pengguna sederhana dan mudah dipahami. • Menggunakan QR Code sebagai marker yang praktis.	• Tidak ada fitur gamifikasi untuk meningkatkan interaktivitas.	• Pengujian RAD menunjukkan 29 huruf berhasil divisualisasikan secara 3D
14	Mirfan dkk (2023)	Implementasi Algoritma Fisher-Yates Pada Media Pembelajaran Aksara Lontara Berbasis <i>Augmented Reality</i>	• Soal latihan diacak secara dinamis (tidak monoton). • Pola soal tidak mudah ditebak.	• Konten pembelajaran terbatas pada aksara Lontara dasar.	• Evaluasi sebesar 85.4% ang berarti sangat baik

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
15	Ilham & Astriningtias (2023)	Aplikasi Mobile <i>Augmented Reality</i> untuk Mendukung Pengenalan Aksara Sunda	• Fitur lengkap: kuis, sejarah, panduan, dan <i>audio</i> pelafalan. • 88,9% responden menilai aplikasi "sangat layak".	• Memerlukan <i>marker</i> khusus untuk pengoperasian.	• Kuesioner menunjukkan 88.9% (sangat layak) dari 182 responden
16	Ramadhan dkk (2020)	Media Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan <i>Augmented Reality</i> Berbasis Android (Studi Kasus: SMKN 1 Rancabali)	• Fitur scan AR dan latihan interaktif meningkatkan pemahaman. • 88,55% pengguna menyatakan aplikasi mudah digunakan.	• .	• Pengujian menunjukkan skor sebesar 88.55% untuk nilai kemudahan penggunaan
17	Hidayat dkk (2022)	Media Pembelajaran Aksara Sunda	• Materi lengkap: bentuk, tata tulis,	• - Hanya tersedia untuk <i>platform</i> Android.	• Pengujian menggunakan <i>Beta testing</i> mendapatkan

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
		Menggunakan <i>Augmented Reality</i> Berbasis Android	dan pengucapan aksara Sunda. Tingkat kepuasan pengguna mencapai 93,6%.		skor sebsar 93.6% kepuasan pengguna
18	Syafrianto & Nugroho (2024)	Media Pembelajaran Aksara Jawa Dengan Teknik <i>Augmented Reality</i> Menggunakan Vuforia SDK	- Menggunakan QR <i>Code</i> yang mudah diakses. - Kamera tetap aktif meski tidak mendeteksi <i>marker</i>.	Konten aksara Jawa bersifat statis (tidak dinamis).	Pengujian Vuforia menunjukkan <i>rating marker</i> "baik"
19	Widiarti & Adji (2024)	<i>Enhancing The Transliteration of Words Written in Javanese Script through Augmented Reality</i>	Transliterasi aksara Jawa ke Latin secara <i>real time</i>.	Terbatas pada teks Jawa klasik.	Aplikasi “Jawalens” yang ditujukan sebagai penerjema aksara Jawa ke huruf Latin

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
			Dapat mengenali hingga 5 <i>marker</i> sekaligus.		menggunakan AR dengan fitur lain, yaitu permainan susun kata.
20	Yanti & Sutresna (2022)	<i>Alphabet Recognition with Augmented Reality Technology Based on Android using Extreme Programming Model</i>	- Animasi huruf alfabet interaktif. 80,5% pengguna merasa aplikasi mudah digunakan.	Pengguna harus mengunduh <i>marker</i> terlebih dahulu.	Uji pengguna: menunjukkan 80.5% aplikasi mudah digunakan
21	Fauzan dkk (2020)	Penerapan Teknologi <i>Augmented Reality</i> Pada Media Pembelajaran Bahasa Arab:	Tersedia di <i>Play Store</i> sehingga mudah diakses.	- Objek 3D tidak bisa diinteraksi lebih lanjut. - Hanya kompatibel dengan Android.	<i>Blackbox</i> menunjukkan <i>marker</i> bekerja pada cahaya 2-100%

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
		Durus Al-lughah Jilid I	Bekerja pada berbagai intensitas cahaya (2-100%).		
22	Devita dkk (2020)	<i>Augmented Reality</i> Pengenal Huruf dan Angka Arab Menggunakan Metode <i>Marker</i> <i>Based Tracking</i> Berdasarkan Android	- Algoritma deteksi <i>marker</i> cepat (<i>fast corner detection</i>). - Semua fungsi aplikasi berjalan 100% baik.	- Jarak optimal deteksi <i>marker</i> hanya 30 cm.	Pengujian menunjukkan aplikasi berfungsi sepenuhnya (100% fungsionalitas)
23	Mufida dkk (2021)	Pembuatan Games Edukasi Pengenal Hewan Berdasarkan Makanannya Berdasarkan <i>Augmented Reality</i>	- Konsep permainan edukatif menarik bagi anak-anak. - Metode GDLC menjamin kualitas pengembangan.	Belum diuji coba secara luas.	Pengujian aplikasi menggunakan <i>Alpha dan beta testing</i> menunjukkan fitur game berfungsi

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
24	Perdana dkk (2021)	Pengenalan Huruf Hijaiyah (ARENYA) Menggunakan <i>Augmented Reality</i>	• Skor SUS 77,2 (kategori "good"). • Semua fitur berfungsi dengan baik.	• Navigasi antarmuka bisa lebih disederhanakan.	• Pengujian Blackbox menunjukkan 9 parameter terpenuhi 100%
25	Huda & Purwaningtias (2020)	Perancangan Aplikasi Pembelajaran Huruf dan Angka Berdasarkan <i>Augmented Reality</i> "	• Meningkatkan motivasi belajar anak melalui objek 3D.	• Materi terbatas pada huruf dan angka dasar.	• Observasi menunjukkan Siswa lebih termotivasi
26	Widyawati dkk (2023)	Aplikasi Simulasi Furnitur Ruang dengan <i>Augmented Reality</i> Menggunakan <i>Marker Based</i>	• Tersedia di <i>Play Store</i> dan <i>App Store</i>. Vuforia <i>Engine</i> stabil untuk deteksi <i>marker</i>.	• Tidak dijelaskan kekurangan spesifik.	• Pengujian Vuforia menunjukkan objek 3D bekerja secara stabil

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penelitian
27	Muharam & Astuti (2024)	Penerapan <i>Markerless Augmented Reality</i> untuk Katalog <i>Furniture</i> di Ambyah Mebel	• Preview produk 3D tanpa perlu <i>marker</i> fisik. • Interaktif untuk kebutuhan promosi.	• Tidak ada fitur pemesanan langsung. • Varian produk masih sedikit.	• Produk dapat divisualisasikan secara 3D
28	Yulianto dkk (2021)	"Evaluasi Buku Interaktif Berbasis <i>Augmented Reality</i> Menggunakan <i>System Usability Scale</i> dan <i>User Experience Questionnaire</i> "	• Kombinasi buku fisik dan AR meningkatkan pengalaman belajar. • Skor SUS 77,67% (kategori "<i>acceptable</i>").	• Objek 3D statis • Sampel penguji hanya 15 orang.	• Pengujian SUS menunjukkan hasil 77.67% - UEQ: >0.8 (positif)
29	Syarofah dkk (2024)	<i>Design and Development of The Game 'Kitabah for Kids'</i>	• <i>Game</i> edukasi interaktif (menyusun huruf	• Tata letak navigasi kurang intuitif.	• Uji prototipe: - Validasi ahli terpenuhi

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
		<i>Augmented Reality Technology for Arabic Language Learning</i>	dan mencocokkan kata). Objek 3D bisa di-<i>zoom</i> dan diputar.		
30	Rizky dkk (2024)	Implementasi <i>Augmented Reality</i> Sebagai Media Pengenalan Huruf Alfabet untuk Taman Kanak-Kanak	- Fitur permainan dan latihan menulis menarik untuk anak. - Metode MDLC memastikan pengembangan sistematis.	Hanya tersedia untuk perangkat android.	- Pengujian SUS dan <i>blackbox</i> berhasil dilakukan - Menunjukkan aplikasi 70% menarik secara <i>visual</i>
31	Penelitian yang dilakukan	Implementasi Teknologi <i>Augmented Reality</i> Pada Aplikasi “Tasrify” Dengan	Penggunaan teknologi AR sebagai media pembelajaran digital <i>shorof</i>	Hanya membahas <i>tsulatsi mujarrad</i> dalam konten aplikasi	Aplikasi pembelajaran <i>tasrif</i> yang mempelajari bentuk 3D dari

No	Penulis	Judul	Kelebihan	Kekurangan	Hasil Penellitian
		Metode <i>Marker Based Tracking</i> Berbasis Android			huruf arab berupa suatu kosa kata

2.12. Matriks Penelitian

Berikut ini daftar penelitian terdahulu pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Matriks Penelitian

No	Peneliti	Metode Pengujian							Genre			Metode Pengembangan							Jenis AR		
		Blackbox	SUS	UAT	Pre-post Test	UEQ	Alpha`	Beta	Edukasi	Informasi	Promosi	MDLC	XP	ADDIE	Waterfall	RnD	Marker Based	Markerless	Marker Based		
1	Wijaya dkk (2024)	✓							✓			✓							✓		
2	Daud dkk (2021)	✓							✓					✓						✓	
3	Wijaya dkk (2023)						✓		✓			✓						✓			

No	Peneliti	Metode Pengujian							Genre			Metode Pengembangan						Jenis AR		
		Blackbox	SUS	UAT	Pre-post Test	UEQ	Alpha`	Beta	Edukasi	Informasi	Promosi	MDLC	XP	ADDIE	Waterfall	RnD	Marker Based	Markerless	Marker Based	
4	Arsari & Adrian (2020)	✓							✓			✓							✓	
5	Bahiyah dkk (2020)	✓								✓	✓								✓	
6	Kasah & Hidayati (2024)						✓	✓						✓					✓	
7	Kurniasari dkk (2023)	✓						✓	✓			✓							✓	
8	Wibowo & Murinto (2023)	✓	✓						✓										✓	
9	Krestianti (2022)	✓																		
10	Putra dkk (2023)	✓						✓	✓		✓								✓	
11	Setyadi dkk (2022)	✓							✓		✓								✓	
12	Tresnawati dkk (2022)	✓							✓						✓				✓	
13	Sonita & Susanto (2022)					✓		✓			✓								✓	
14	Mirfan dkk (2023)	✓							✓						✓				✓	
15	Ilham & Astriningtas (2023)	✓							✓		✓								✓	
16	Ramadhan dkk (2020)						✓		✓		✓								✓	
17	Hidayat dkk (2022)	✓						✓				✓							✓	
18	Syafrianto & Nugroho (2024)		✓					✓						✓					✓	
19	Widiarti & Adji (2024)						✓	✓			✓								✓	
20	Yanti & Sutresna (2022)			✓				✓				✓					✓			

No	Peneliti	Metode Pengujian							Genre			Metode Pengembangan					Jenis AR		
		Blackbox	SUS	UAT	Pre-post Test	UEQ	Alpha`	Beta	Edukasi	Informasi	Promosi	MDLC	XP	ADDIE	Waterfall	RnD	Marker Based	Markerless	Marker Based
21	Fauzan dkk (2020)	✓							✓						✓				✓
22	Devita dkk (2020)	✓							✓										
23	Mufida dkk (2021)						✓	✓	✓								✓		
24	Perdana dkk (2021)	✓	✓						✓										✓
25	Huda & Purwaningtias (2020)	✓							✓			✓							✓
26	Widyawati dkk (2023)	✓								✓	✓						✓		
27	Muharam & Astuti (2024)	✓								✓	✓								✓
28	Yulianto dkk (2021)		✓			✓				✓									✓
29	Syarofah dkk (2024)		✓					✓						✓					✓
30	Rizky dkk (2024)	✓							✓			✓							✓
31	Penelitian yang dilakukan	✓	✓						✓			✓							✓

2.13. Relevansi Penelitian

Berdasarkan matriks penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian berjudul, “Pengenalan Huruf Hijaiyah (ARENYA) menggunakan *Augmented Reality*” yang ditulis oleh Perdana dkk (2021) adalah penelitian yang paling mendekati dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian ini berisi pembahasan mengenai aplikasi yang berfungsi sebagai media pembelajaran menggunakan teknologi *AR marker based tracking* yang membutuhkan penanda sebagai media deteksi yang akurat dan stabil. Hal yang membedakan adalah ruang lingkup bahasa Arab yang dibahas. Penelitian terkait hanya membahas pengenalan huruf hijaiyah secara satu per satu yang dirasa bisa dikembangkan menjadi sebuah kosa kata utuh berupa kata kerja sebagai media pembelajaran digital *tasrif*. Selain itu, penggunaan algoritma Fisher-Yates yang tidak ada pada penelitian sebelumnya menjadi kelebihan tambahan dari penelitian yang dilakukan dalam memberikan evaluasi pembelajaran melalui sebuah fitur aplikasi.