



GAME INTERAKTIF AUGMENTED REALITY
PENGENALAN SUKU KATA ANGGOTA TUBUH
PADA BUKU TEMATIK DENGAN *MULTI MARKER*

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

Oleh

Farid Istiqlal

NIM.5302414033

PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2018

PERSETUJUAN PEMBIMBING

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Farid Istiqlal
NIM : 5302414033
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer
Judul Skripsi : *Game Interaktif Augmented Reality Pengenalan Suku Kata*
Anggota Tubuh Pada Buku Tematik Dengan *Multi Marker*

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, November 2018

Pembimbing,



Alfa Faridh Suni, ST, MT

NIP.19821019 201104 1 034

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *GAME INTERAKTIF AUGMENTED REALITY* PENGENALAN SUKU KATA ANGGOTA TUBUH PADA BUKU TEMATIK DENGAN *MULTI MARKER* telah dipertahankan didepan panitia sidang ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal bulan November tahun 2018.

Oleh :

Nama : Farid Istiqlal
NIM : 5302414033
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer

Panitia :

Ketua Panitia



Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.

NIP. 19780531 200501 1 002

Sekretaris Panitia



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.

NIP. 19660505 199802 2 001

Penguji I



Dr. Hari Wibawanto, M.T.

NIP. 19650107 199102 1 001

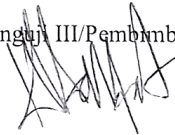
Penguji II



Drs. Ir. Sri Sukamta, M.Si. IPM

NIP. 19650508 199103 1 003

Penguji III/Pembimbing



Alfa Faridh Suni, S.T., M.T.

NIP. 19821019 201104 1 034

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Oudus, M.T.

NIP. 19691130 199403 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini menyebutkan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, November 2018

Yang membuat pernyataan,



Farid Istiqlal

NIM. 5302414033

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Teknologi bukanlah apa-apa. Hal yang penting adalah kamu memiliki keyakinan terhadap orang lain, dimana mereka pada dasarnya baik dan pintar, dan jika kamu memberikan mereka peralatan, mereka akan melakukan hal yang menakjubkan dengan alat-alat itu (Steve Jobs).
- Teknologi hanyalah alat. Namun, untuk menjadikan anak-anak bisa saling bekerja sama dan termotivasi, guru adalah yang paling penting (Bill Gates).

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

- Kedua orang tua tercinta yang tiada hentinya memberikan doa dan dukungan.
- Teman-teman seperjuangan PTIK 2014.
- Untuk almamaterku, prodi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK

Istiqlal, Farid. 2018. “*Game Interaktif Augmented Reality Pengenalan Suku Kata Anggota Tubuh Pada Buku Tematik Dengan Multi Marker*”. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Pembimbing: Alfa Faridh Suni, S.T., M.T.

Pembelajaran tematik merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai kompetensi dari berbagai mata pelajaran kedalam berbagai tema/topik . Penggunaan media buku tematik pada kelas 1 Sekolah Dasar Sekaran 01 belum dapat diterima secara penuh karena kemampuan membaca anak kelas 1 belum fasih dan lancar terutama pengenalan suku kata anggota tubuh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat media *game* interaktif untuk meningkatkan minat tentang materi suku kata anggota tubuh melalui *game* interaktif *Augmented Reality*.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode *Research and Development*, dan model pengembangan perangkat lunak yang digunakan yaitu metode *Extreme Programming*. Langkah-langkah yang harus dilalui meliputi *Explorations, Planning, Iterations, Productizing* serta uji *distance, functionality, usability* dan kelayakan materi.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa *game* interaktif *Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh termasuk kategori layak digunakan berdasarkan uji *distance marker, functionality, usability* dan kelayakan materi. Hasil uji *distance* pada *marker* yaitu 88%, *usability* dalam aspek kepuasan dan kemudahan mendapatkan hasil rata-rata presentase 92,48% dan uji kelayakan materi 89,4%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari sisi interaktif layak untuk dimainkan dan minat siswa tinggi terhadap *Game Interaktif Augmented Reality* Pengenalan Anggota Tubuh.

Kata Kunci: *Augmented Reality, Suku Kata, Buku Tematik, Multi Marker*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat atas nikmat karunia dan hidayahnya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“*GAME INTERAKTIF AUGMENTED REALITY PENGENALAN SUKU KATA ANGGOTA TUBUH PADA BUKU TEMATIK DENGAN *MULTI MARKER*”***.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua serta keluarga tercinta yang selama ini selalu memberikan dukungan moral maupun materil.
2. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan menyelesaikan studi.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi dalam pelaksanaan penelitian skripsi.
4. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan berbagai kemudahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Alfa Faridh Suni, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, bantuan, kritik dan saran serta motivasi dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
7. Kepala SD Negeri Sekaran 01 yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di sekolah.
8. Siswa kelas 1 SD Negeri Sekaran 01 Semarang yang telah bersedia menjadi sampel penelitian.
9. Teman-teman PTIK 2014 yang selama ini menjadi tempat untuk saling bertukar pikiran dan berbagi ilmu.

10. Rizqi Khoirun Nisa yang telah banyak membantu dan menyemangati saya dalam proses penyusunan skripsi ini.

Atas segala bantuan dan pengorbanan yang telah diberikan semoga mendapat balasan yang melimpah dari Allah SWT. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembaca yang telah berkenan membaca skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Semarang, November 2018



Farid Istiqlal

NIM.5302414033

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan.....	6
1.6 Manfaat.....	7
1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	7
1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	8
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Deskripsi Teoritik	9
2.1.1 Pembelajaran Tematik.....	9
2.1.2 Buku Tematik.....	10
2.1.3 <i>Game</i> Edukasi	11
2.1.4 Suku Kata	13
2.1.5 <i>Augmented Reality</i>	15
2.1.6 <i>Marker Based Tracking</i>	21
2.1.7 <i>Multi Marker</i>	29
2.1.8 <i>Vector3.Distance</i>	31
2.1.9 Perangkat Pengembangan	32
2.1.10 Unity 3D	35
2.1.11 Bahasa Pemrograman C#.....	36

2.1.12 Android.....	36
2.2 Kajian Penelitian yang Relevan.....	37
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Model Pengembangan	40
3.2 Prosedur Pengembangan.....	43
3.2.1 Exploration.....	44
3.2.2 <i>Planning</i>	49
3.2.3 <i>Iterations</i> (Fase Pengulangan)	60
3.2.4 <i>Productizing</i>	60
3.3 Uji Coba Produk	60
3.3.1 Desain Uji Coba	61
3.3.2 Subjek Uji Coba	67
3.3.3 Jenis Data	67
3.3.4 Instrumen Pengumpulan Data	67
3.3.5 Teknik Analisis Data.....	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	69
4.1 Hasil Penelitian	69
4.1.1 Analisis Kebutuhan	69
4.1.2 Pemodelan Desain	72
4.1.4 Pembuatan Aplikasi	79
4.1.5 Pengujian Aplikasi	96
4.2 Pembahasan Produk Akhir.....	111
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	116
5.1 Simpulan.....	116
5.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN.....	121

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rencana Peluncuran	52
Tabel 3. 2 Tabel Pengujian <i>Distance</i> dengan Posisi <i>x,y,z</i>	62
Tabel 3. 3 Tabel Pengujian <i>Distance</i> dengan Rotasi <i>Marker</i>	62
Tabel 3. 4 Tabel Pengujian <i>Distance</i> dengan Urutan <i>Marker</i>	63
Tabel 3. 5 Skenario Pengujian <i>BlackBox</i>	63
Tabel 3. 6 Uji Kelayakan Materi.....	64
Tabel 3. 7 Tabel Pengujian <i>Usability</i>	66
Tabel 4. 1 Identifikasi Pemenggalan Suku Kata Anggota Tubuh.....	69
Tabel 4. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak Dalam Pembuatan <i>Game</i> Interaktif	71
Tabel 4. 3 Spesifikasi Perangkat Keras Dalam Pembuatan <i>Game</i> Interaktif.....	71
Tabel 4. 4 Perangkat Pendukung Pembuatan <i>Game</i> Interaktif	72
Tabel 4. 5 Tabel <i>Scene</i> di Unity3D	87
Tabel 4. 6 <i>Script Unity3D</i>	90
Tabel 4. 7 Ilustrasi Soal <i>Game</i>	94
Tabel 4. 8 <i>Setting Build</i>	95
Tabel 4. 9 Uji Posisi Awal <i>Marker</i>	98
Tabel 4. 10 Uji Rotasi <i>Marker</i>	100
Tabel 4. 11 Uji Urutan <i>Marker</i>	103
Tabel 4. 12 Perbandingan Nilai <i>Distance</i>	104
Tabel 4. 13 Tabel Uji <i>Black Box</i>	105
Tabel 4. 14 Validasi Ahli Materi	108
Tabel 4. 15 Hasil <i>Usability</i>	110
Tabel 4. 16 Kesimpulan Pengujian Kualitas <i>Game</i>	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Cover</i> Buku Tematik 1 "Diriku"	10
Gambar 2. 2 Pengenalan Anggota Tubuh di Buku Tematik	11
Gambar 2. 3 <i>Augmented Reality</i>	16
Gambar 2. 4 Komponen Sederhana <i>Augmented Reality</i>	16
Gambar 2. 5 Alur <i>Augmented Reality</i> (Siltanen, 2012)	17
Gambar 2. 6 Marker Based <i>Augmented Reality</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Markerless Augmented Reality</i>	18
Gambar 2. 8 <i>Face Tracking</i>	19
Gambar 2. 9 <i>Marker Based Tracking</i>	21
Gambar 2. 10 Kiri, gambar asli; Kanan, gambar dalam mode <i>thresholding</i>	22
Gambar 2. 11 Perhitungan Nilai Pixel	24
Gambar 2. 12 Hasil Citra Biner.....	24
Gambar 2. 13 Garis potensial dari <i>thresholding</i> dan penetapan sudut <i>marker</i>	25
Gambar 2. 14 Proses Deteksi Tepi Citra.....	26
Gambar 2. 15 Koordinat tidak terdistorsi dan garis terdeteksi gambar asli.....	27
Gambar 2. 16 Marker Dalam Sumbu x,y,z	28
Gambar 2. 17 Rotasi dan Orientasi	29
Gambar 2. 18 <i>Multiple Image Tracking</i>	29
Gambar 2. 19 <i>Multi Marker Tracking</i>	30
Gambar 2. 20 <i>Euclidean Distance</i>	31
Gambar 2. 21 Titik Dua <i>Marker</i>	32
Gambar 2. 22 Titik Tiga <i>Marker</i>	32

Gambar 2. 23 Logo Vuforia	32
Gambar 2. 24 <i>Image Target</i>	33
Gambar 2. 25 <i>Multi Target</i>	34
Gambar 2. 26 <i>Cylinder Target</i>	34
Gambar 2. 27 <i>Object Recognition</i>	35
Gambar 2. 28 Logo Unity3D	35
Gambar 3.1 <i>Extreme Programming Process</i> (Baird, 2003).....	42
Gambar 3. 2 <i>User Stories</i> Nomor 1-4	46
Gambar 3. 3 <i>User Stories</i> Nomor 5-8	46
Gambar 3. 4 <i>User Stories</i> Nomor 9-12	47
Gambar 3. 5 <i>Stories</i> nomor 1-4 yang telah diestimasi	50
Gambar 3. 6 <i>Stories</i> nomor 5-8 yang telah diestimasi	51
Gambar 3. 7 <i>Stories</i> nomor 9-12 yang telah diestimasi	51
Gambar 3. 8 <i>Use Case Diagram Game</i>	53
Gambar 3. 9 <i>Activity Diagram Materi Game</i>	54
Gambar 3. 10 <i>Activity Diagram</i> Menampilkan Objek 3D	55
Gambar 3. 11 <i>Activity Diagram</i> Rotasi Objek 3D	56
Gambar 3. 12 Tampilan Menu Utama.....	57
Gambar 3. 13 Tampilan Ilustrasi Menu Doa.....	57
Gambar 3. 14 Tampilan Ilustrasi Duduk Rapi	58
Gambar 3. 15 Tampilan Menu Materi.....	58
Gambar 3. 16 Tampilan Ilustrasi Soal	59
Gambar 3. 17 Tampilan Menu ARCamera	59

Gambar 3. 18 <i>Distance 2 Marker</i>	62
Gambar 3. 19 <i>Distance 3 Marker</i>	62
Gambar 3. 20 <i>Smileyometer</i>	66
Gambar 4. 1 Logo Game Tematik AR	72
Gambar 4. 2 Halaman Splash Screen Game Tematik AR	73
Gambar 4. 3 Halaman Menu Utama Game Tematik AR.....	74
Gambar 4. 4 Menu "Intruksi"	75
Gambar 4. 5 Menu Info.....	75
Gambar 4. 6 Ilustrasi Untuk Duduk Rapi.....	76
Gambar 4. 7 Ilustrasi Berdoa	77
Gambar 4. 8 Pengenalan Tema Materi.....	77
Gambar 4. 9 Ilustrasi Materi Nama Anggota Tubuh	78
Gambar 4. 10 Ilustrasi Pengenalan Anggota Tubuh Dalam Gambar.....	78
Gambar 4. 11 Menu Soal	79
Gambar 4. 12 Ilustrasi Soal Anggota Tubuh.....	80
Gambar 4. 13 Marker Suku Kata	81
Gambar 4. 14 Halaman Vuforia	82
Gambar 4. 15 Halaman Login Vuforia	82
Gambar 4. 16 Halaman Target Manager Vuforia	83
Gambar 4. 17 Halaman Add Target	83
Gambar 4. 18 Halaman Tipe Marker	84
Gambar 4. 19 Marker Sudah di Upload	84
Gambar 4. 20 Download Database.....	85

Gambar 4. 21 Prefabs Vuforia	86
Gambar 4. 22 Max Stimultanous Tracked	87
Gambar 4. 23 Visualisasi 3D Marker Suku Kata.....	93
Gambar 4. 24 Algoritma distance dua marker	96
Gambar 4. 25 Script distance dua marker	97
Gambar 4. 26 Algoritma distance tiga marker.....	97
Gambar 4. 27 Script distance tiga marker.....	98
Gambar 4. 28 Posisi Awal Marker.....	99
Gambar 4. 29 Pengukuran Distance Marker	102
Gambar 4. 30 Uji Urutan Marker.....	103
Gambar 4. 31 Smileyometer yang digunakan pada kuesioner (1) sangat tidak setuju; (2) tidak setuju (3) ragu-ragu; (4) setuju ; (5) sangat setuju.....	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keputusan Dosen Pembimbing	122
Lampiran 2 Surat Izin Observasi	123
Lampiran 3 Surat Izin Penelitian.....	124
Lampiran 4 Surat Bukti Penelitian	125
Lampiran 5 Sampel Penelitian	126
Lampiran 6 Angket Ahli Materi.....	127
Lampiran 7 Angket Minat Siswa	129
Lampiran 8 RPP Buku Tematik Tema Diriku Subtema Tubuhku	131
Lampiran 9 Hasil Kelayakan Materi	137
Lampiran 10 Hasil Minat Siswa.....	139
Lampiran 11 Dokumentasi	141

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan proses untuk membantu manusia dalam mengembangkan potensi dirinya untuk menuju perubahan yang lebih baik melalui pembelajaran. Menurut UU Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pemerintah berupaya mewujudkan tujuan pendidikan tersebut dengan memberlakukan kurikulum 2013. Penerapan kurikulum 2013 diwujudkan dalam model pembelajaran tematik.

“Pembelajaran tematik merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai kompetensi dari berbagai mata pelajaran kedalam berbagai tema/topik” (Kemendikbud, 2013). Dalam pengertian lain, “pembelajaran tematik adalah program pembelajaran yang berangkat dari satu tema/topik tertentu dan kemudian dielaborasi dari berbagai aspek atau ditinjau dari berbagai perspektif mata pelajaran yang biasa diajarkan di sekolah” (Kadir & Asrohah, 2015).

Pada pembahasannya, pembelajaran tematik dirancang berdasarkan tema-tema tertentu. Tema tersebut ditinjau dari berbagai mata pelajaran yang sudah ada. Sebagai contoh, pada buku tematik 1 yang digunakan dikelas 1 SD subtema 2 berjudul “Diriku” dapat ditinjau dari mata pelajaran IPA dan Bahasa Indonesia dan PPKn. Lebih luas lagi, tema itu dapat ditinjau dari bidang studi lain, seperti

Prakarya, IPS dan Matematika. Dari pernyataan tersebut dapat ditegaskan bahwa pembelajaran tematik ditujukan dengan maksud untuk meningkatkan dan memperbaiki kualitas pendidikan, terutama untuk mengimbangi padatnya kurikulum didalam satu buku pelajaran.

Menurut Trianto dalam bukunya Mengembangkan Model Pembelajaran Tematik (2010), pendekatan pembelajaran tematik memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan, kelebihanya yaitu “1) Dengan menggabungkan beberapa kompetensi dasar dan indikator serta isi mata pelajaran akan terjadi penghematan, karena tumpah tindih materi dapat dikurangi bahkan dihilangkan. 2) Siswa mampu melihat hubungan yang bermakna sebab isi/materi pembelajaran lebih berperan sebagai sarana atau alat, bukan tujuan akhir”. Kelemahannya dari aspek peserta didik dalam pembelajaran tematik menuntut kemampuan belajar siswa yang relatif baik dalam kemampuan akademik maupun kreatifitasnya.

Di SD Negeri Sekaran 01 salah satu lembaga pendidikan formal sudah menerapkan pembelajaran menggunakan buku tematik dari kelas 1 sampai kelas 6. Hasil observasi yang saya lakukan di SD Negeri Sekaran 01 tentang pembelajaran tematik ditemukan kasus bahwa penggunaan media buku tematik pada kelas 1 belum dapat diterima secara penuh karena kemampuan membaca anak kelas 1 belum fasih dan lancar sedangkan materi pada buku tematik banyak berisi bacaan. Di dalam buku tematik 1 “Tubuhku” subtema 2 “Diriku” siswa diajarkan mengenal suku kata mengenai bagian-bagian tubuh. Media pendukung yang digunakan masih berupa kertas gambar yang kurang menarik bagi anak. Hal tersebut menyebabkan anak bosan dan akhirnya tidak memperhatikan gurunya. Bertolak belakang dengan

salah satu tujuan pembelajaran tematik yaitu mudah memusatkan perhatian pada satu tema atau topik tertentu (Utami & Yamtinah, 2016).

Untuk mencapai tujuan pembelajaran tematik itu, maka perlu dibuat berbagai cara pembelajaran yang berbeda-beda untuk meningkatkan minat akan materi yang disajikan. “Salah satunya yaitu sebuah media pembelajaran interaktif untuk memadukan antara kesenangan dan belajar” (Irfansyah, 2017). Dengan demikian perlu adanya suatu media yang dapat digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran agar proses pembelajaran menjadi lebih interaktif bagi anak dan membuat anak tertarik untuk mengikuti proses pembelajaran.

Pembelajaran modern yang interaktif saat ini salah satunya adalah *mobile learning (M-Learning)* yang merupakan proses pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan *mobile* sebagai media perangkatnya (Mehdipour & Zerehkafi, 2013). Salah satu *Mobile Learning* yang banyak dikembangkan adalah *game* interaktif yang diaplikasikan dalam perangkat *smartphone* karena tidak hanya menarik tapi juga dapat meningkatkan kemampuan bahasa, emosional dan imajinasi anak. Dari hal tersebut *game* interaktif memiliki peran penting dalam kegiatan mengembangkan kemampuan anak (Ni & Yu, 2015). Dengan demikian teknologi menjadi suatu yang harus dimanfaatkan dalam pendidikan.

Salah satu teknologi terbaru yang berkembang yaitu *Augmented Reality* yang dapat diterapkan untuk banyak teknologi yang sudah ada seperti komputer, tablet dan *smartphone* (Antonioli *et al.*, 2014). *Augmented Reality* sendiri adalah sebuah lingkungan yang memasukan objek 3D ke dalam lingkungan nyata secara

realtime. Teknologi *Augmented Reality* dapat dikembangkan dalam bentuk *game* edukasi yang interaktif. Langkah terbaik untuk membuat pengalaman yang berkesan dan interaktif adalah dengan membuat *game* yang menggunakan konten dunia nyata dan virtual untuk merangsang pengguna seperti berimajinasi dan mereka menjadi terkesan. “Pengintegrasian *Augmented Reality* kedalam materi buku menjadi suatu yang sangat fundamental di era yang serba digital dan meratanya teknologi” (Nur Rahman & Nur Wangid, 2016).

Teknologi *Augmented Reality* tidak terlepas dari media pendukungnya yaitu *marker*. Menurut Aditya Nugraha *et al.*, (2016) *marker* adalah *real environment* berbentuk objek nyata yang menghasilkan *virtual reality*. Sedangkan *multi marker* adalah sebuah metode perkembangan dari *single marker*, dimana kamera *tracking* objek yang ditangkap lebih dari satu (Sembiring & Brahmana, 2016). Rancangan pengembangan *game* interaktif ini dilakukan menggunakan *multi marker*. Tujuan penggunaan *multi marker* adalah untuk menyusun suku kata dari kartu yang bertuliskan suku kata dari bagian tubuh dengan aturan aturan penyusunan tertentu menggunakan jarak/*distance*.

Distance digunakan untuk memberikan variabel posisi dan arah di lingkungan 3D (Martono *et al.*, 2017). *Distance* merupakan sebuah perhitungan yang menghitung jarak dari satu titik ke titik yang lain ditarik dari garis lurus dengan menghitung posisi koordinat x, y, z. *Marker* dijadikan titik untuk dapat dihitung nilai *distance* antara satu *marker* dan *marker* yang lainnya dengan *multi marker* sehingga penyusunan *marker* dapat mempunyai aturan-aturan.

Selaras dengan rumusan masalah diatas, *game* pembelajaran yang interaktif menggunakan *multi marker*, perkembangan teknologi *Augmented Reality* adalah yang mendasari dilakukannya penelitian mengenai “***Game Interaktif Augmented Reality Pengenalan Suku Kata Anggota Tubuh Pada Buku Tematik Dengan Multi Marker***” dengan tujuan membuat *game* interaktif *Augmented Reality* sebagai pendukung pembelajaran tematik agar anak dapat mengenali bagian tubuh sekaligus belajar suku kata dengan menyusun kartu.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Media *game* pendukung pembelajaran suku kata anggota tubuh dengan kartu *Augmented Reality* pada buku tematik belum begitu banyak.
2. Media *multi marker* yang tepat untuk berlatih suku kata mengenal anggota tubuh mata, telinga, hidung, lidah dan kulit.
3. Menampilkan objek dengan *jarak/distance* dalam menyusun *marker* kartu suku kata dengan aturan penyusunan kartu dari kiri ke kanan, sejajar dan berdekatan.

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Aplikasi ini berjalan pada sistem operasi android.
2. Menggunakan kartu dengan 2-3 *marker* dalam menyusun suku kata.

3. Penyusunan *marker* dari kiri ke kanan sesuai budaya membaca di Indonesia dengan posisi sejajar dan berdekatan.
4. Dalam penyusunan kartu suku kata, *marker* membentuk jawaban suku kata yang benar dengan jarak/*distance* 1 unit dalam satuan Unity atau 1 cm akan memunculkan objek 3D.
5. Nilai *distance* akan muncul hanya ketika titik pada *marker* terdeteksi.
6. Suku kata yang digunakan menyesuaikan buku tematik 1 kelas 1 SD subtema 2 “Diriku” yaitu mata, telinga, hidung, lidah dan kulit.
7. Aplikasi dibuat menggunakan *Unity 3D*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat *game* interaktif pendukung buku tematik pengenalan suku kata anggota tubuh *Augmented Reality* dengan *multi marker*?
2. Bagaimana cara kerja *multi marker* dengan jarak/*distance* untuk menentukan urutan dan posisi penyusunan kartu yang benar?
3. Bagaimana kelayakan *Game Interaktif Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh dengan *multi marker*?

1.5 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah yang ada, maka dapat dideskripsikan tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bagaimana membuat *game* pengenalan suku kata anggota tubuh *Augmented Reality* dengan *multi marker*.
2. Mengetahui cara kerja *multi marker* dengan jarak/*distance* untuk menentukan urutan dan posisi penyusunan kartu yang benar.
3. Mengetahui kelayakan *game* interaktif *Augmented Reality* pengenalan anggota tubuh dengan *multi marker*.

1.6 Manfaat

Dari tujuan penelitian ini, dapat dirumuskan beberapa manfaat penelitian yaitu hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan memperluas wawasan dalam bidang *game* interaktif *Augmented Reality* sebagai media pendukung pembelajaran.

1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dibutuhkan dalam penelitian pengembangan perangkat pembelajaran ini adalah:

1. Aplikasi *Augmented Reality* yang dibuat sesuai tema pembelajaran tematik kelas 1 SD Sekaran 01 subtema 2 “Diriku”.
2. Anggota tubuh yang dikenalkan adalah mata, telinga, hidung, lidah dan kulit.
3. *Marker* yang dibuat bertuliskan suku kata yang dipenggal menurut kaidah KBBI.
4. Inti dari aplikasi *Augmented Reality* adalah menyusun jawaban kartu suku kata dari gambar ilustrasi yang di berikan.

5. *Marker* yang bertuliskan suku kata disusun berdasarkan aturan yang benar dari kiri ke kanan, sejajar dan berdekatan dan ketika jawaban benar akan menampilkan objek 3D anggota tubuh.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Dalam penelitian ini, aplikasi dikembangkan dengan adanya beberapa asumsi, yaitu :

- a. *Multi marker* menjadi media interaktif untuk menyusun pembelajaran suku kata.
- b. *Distance* memungkinkan penyusunan suku kata dengan benar dari urutan dan posisi kartu.

2. Keterbatasan Pengembangan

Dalam pengembangan aplikasi memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

- a. Aplikasi masih terbatas dalam subtema 2 “Diriku” pada anggota tubuh mata, telinga, hidung, lidah dan kulit.
- b. Aplikasi yang dihasilkan tidak dapat dimainkan secara *online*.
- c. Pengembangan aplikasi terbatas dengan tidak lebih dari 3 *marker* dalam menyusun suku kata.
- d. *Distance* dapat dihitung ketika titik pada *marker* terlihat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Deskripsi Teoritik

2.1.1 Pembelajaran Tematik

Pembelajaran tematik dapat diartikan suatu kegiatan pembelajaran dengan mengintegrasikan materi dari beberapa mata pelajaran dalam satu tema/topik. Pembelajaran dalam kurikulum 2013 menekankan pada dimensi pedagogik modern yaitu menggunakan pendekatan ilmiah. Proses pembelajaran tematik menggunakan pendekatan *scientific* menurut (Kemendikbud, 2013) dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada siswa dalam mengenal, memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, dan tidak bergantung pada informasi searah dari guru. Hal ini karena proses pembelajaran harus menyentuh tiga ranah yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan.

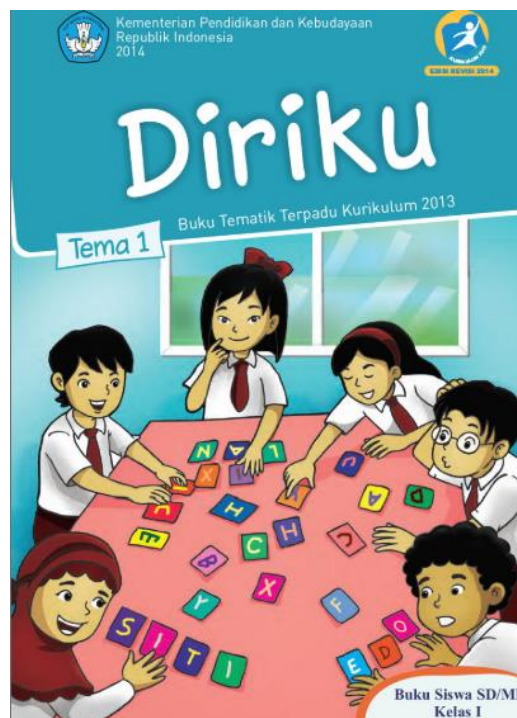
Menurut Trianto dalam bukunya Mengembangkan Model Pembelajaran Tematik (2010) pembelajaran tematik adalah model pembelajaran yang termasuk salah satu tipe/jenis dari pada model pembelajaran terpadu. Istilah pembelajaran tematik pada dasarnya merupakan model pembelajaran terpadu yang menggunakan tema untuk mengaitkan beberapa mata pelajaran sekaligus sehingga dapat memberikan pengalaman bermakna kepada siswa. Sedangkan menurut Rusman (2015) pembelajaran tematik merupakan salah satu model pembelajaran terpadu yang merupakan suatu sistem pembelajaran yang memungkinkan siswa baik secara

individual maupun kelompok aktif menggali dan menemukan konsep serta prinsip-prinsip keilmuan secara holistik, bermakna dan otentik.

2.1.2 Buku Tematik

Buku tematik adalah media buku yang digunakan sebagai penunjang pembelajaran tematik yang isinya tidak berdasarkan mata pelajaran namun berdasarkan tema-tema yang sudah disusun dan berkaitan satu sama lain.

Buku tematik 1 yang berjudul “Diriku” mempelajari tema tentang diri anak yang dibagi menjadi empat subtema yaitu: aku dan teman baru, tubuhku, aku merawat tubuhku dan aku istimewa. Dalam salah satu subtema dari buku tematik 1 “Diriku” yaitu “Tubuhku” yang salah satu kegiatannya adalah mengenal anggota tubuh menggunakan kartu suku kata.



Gambar 2. 1 Cover Buku Tematik 1 "Diriku"



Gambar 2. 2 Pengenalan Anggota Tubuh di Buku Tematik

2.1.3 *Game* Edukasi

Perkembangan *game* edukasi diawali dari perkembangan *video game* yang sangat pesat di era modern saat ini dan juga dijadikan sebagai media yang interaktif, efektif dan banyak dikembangkan di industri-industri modern. Melihat hal tersebut pengembang berfikir bahwa *game* dapat digunakan sebagai media interaktif untuk penyampaian materi dan pembelajaran pada buku tematik terutama pada buku tematik 1 subtema 2 “Tubuhku”.

Menurut Rifai (2015), *game* edukasi adalah sebuah *game* digital yang digunakan untuk pengayaan pendidikan dan dirancang untuk merangsang pola pikir

yang salah satunya meningkatkan kemampuan individu dalam konsentrasi dan pemecahan masalah. *Game* edukasi itu sendiri memberikan pengajaran yang lebih menarik dibandingkan *game* tradisional. Hurd & Jennings (2009) mengatakan *game* edukasi memiliki beberapa kriteria sebagai berikut :

1. Nilai Keseluruhan

Berhubungan dengan semua hal yang terdapat dalam *game* edukasi misalnya cara bermain, *game* edukasi dapat dimainkan kembali dan biaya pembuatan harus diperhatikan dengan baik.

2. Kegunaan (*Usability*)

Berhubungan dengan seberapa baik *game* edukasi dapat memberikan pengetahuan bagi penggunanya.

3. Keakuratan (*Accuracy*)

Berhubungan dengan kesesuaian konten yang terdapat dalam *game* edukasi pada proses pembelajaran, sehingga dapat menambah ilmu pengetahuan penggunanya.

4. Kelayakan

Berhubungan dengan bagaimana konten dan desain *game* edukasi disesuaikan dengan sasaran pengguna. Suatu *game* edukasi bisa dikatakan layak jika tujuan dari *game* edukasi yaitu untuk memberikan keahlian dan pengetahuan khusus bagi pengguna tercapai.

5. Hubungan (*Relationship*)

Berhubungan dengan bagaimana suatu konten yang ada dalam *game* edukasi. Hal ini bertujuan agar *game* edukasi yang dibuat dapat dimainkan dengan baik sesuai dengan umur dan karakteristik pengguna.

6. Tujuan

Berhubungan dengan apa yang didapat dari memainkan *game* edukasi. *Game* edukasi harus dapat memberikan manfaat bagi pengguna sehingga konten yang ada dalam *game* edukasi harus jelas, layak dan bersifat objektif.

7. Umpan Balik

Game edukasi harus memberikan umpan balik yang bersifat positif misalnya pemberian efek suara, indikasi benar atau salah, keterangan setelah menyelesaikan *game* dan sebagainya.

8. Kesenangan

Berhubungan dengan bagaimana pengguna dapat menikmati permainan yang ada di dalam *game* edukasi. *Game* edukasi harus dapat memberikan kesenangan dan ketertarikan bagi pengguna. *Game* edukasi diharapkan dapat meningkatkan ilmu pengetahuan dan keahlian penggunanya.

2.1.4 Suku Kata

Suku kata merupakan struktur yang terjadi dari satu atau urutan fonem yang merupakan bagian kata. Setiap suku kata ditandai dengan sebuah vokal (termasuk diftong). Dalam menulis Bahasa Indonesia ataupun menyusun sebuah naskah, memenggal sebuah kata atau suku kata tidak boleh sembarangan. Dalam EYD

(Ejaan Yang Disempurnakan) pemenggalan kata memiliki beberapa aturan tertentu dalam penulisannya, sebagai berikut:

2.1.4.1 Pemenggalan Suku Kata Dasar

1. Jika di tengah kata terdapat huruf vokal yang berurutan, pemenggalannya dilakukan di antara kedua huruf vokal tersebut.

Misalnya:

- bu-ah
- ma-ta

2. Huruf diftong ai, au, ei, dan oi tidak dipenggal.

Misalnya:

- pan-dai
- sur-vei

3. Jika di tengah kata dasar terdapat huruf konsonan (termasuk gabungan huruf konsonan) di antara dua huruf vokal, pemenggalannya dilakukan sebelum huruf konsonan itu.

Misalnya:

- ku-lit
- li-dah
- hi-dung

4. Jika ditengah kata dasar terdapat dua huruf konsonan yang berurutan, pemenggalannya dilakukan di antara kedua huruf konsonan itu.

Misalnya:

- Ap-riI
- makh-luk

5. Jika di tengah kata dasar terdapat tiga huruf konsonan atau lebih yang masing-masing melambangkan satu bunyi, pemenggalannya dilakukan di antara huruf konsonan yang pertama dan huruf konsonan yang kedua.

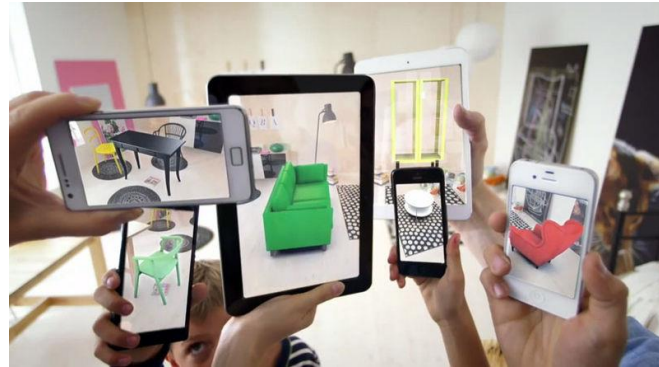
Misalnya:

- ul-tra
- in-fra

2.1.5 *Augmented Reality*

“*Augmented Reality* adalah sistem yang memproyeksikan objek yang dihasilkan komputer seperti teks, gambar video dan *object* 3D ke persepsi pengguna tentang dunia nyata” (Eh Phon *et al.*, 2014). *Augmented Reality* mengubah cara kita melihat dunia, yang meningkatkan persepsi dan interaksi pengguna dengan realitas, karena *Augmented Reality* itu sendiri ada 3 prinsip: (1) *Augmented Reality* yang mengabungkan dunia virtual dan dunia nyata; (2) *Augmented Reality* bekerja secara *realtime*; dan (3) Ada integrasi antara beda 3D atau 2D, yaitu benda maya dengan dunia nyata (Cordeiro *et.al.*, 2015)

Berdasarkan definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa *Augmented Reality* merupakan kombinasi antara objek virtual dan lingkungan nyata secara *realtime* yang seakan akan objek virtual ada di lingkungan nyata melalui perangkat *mobile* atau komputer.



Gambar 2. 3 *Augmented Reality*

2.1.5.1 *Simple Augmented Reality*

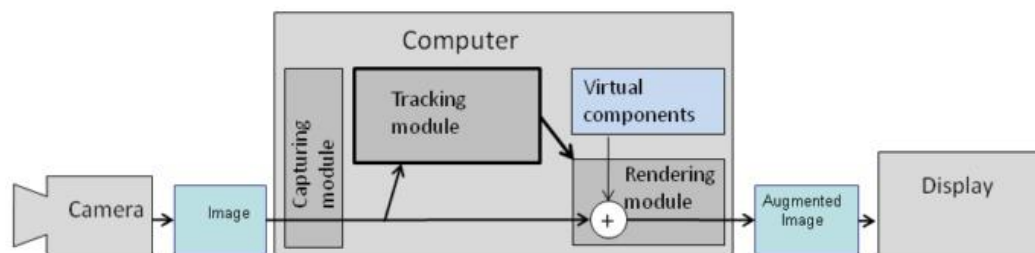
Sistem sederhana *Augmented Reality* terdiri dari kamera, *marker*, unit komputer dan *display*. Kamera menangkap gambar dan kemudian sistem akan menampilkan benda virtual di atas *marker* dan menampilkan hasilnya. (Siltanen, 2012)



Gambar 2. 4 *Komponen Sederhana Augmented Reality*

Gambar 2.4 Mengilustrasikan contoh sistem sederhana *Augmented Reality* berbasis *marker* sederhana. Sistem menangkap citra lingkungan, mendeteksi *marker* dan mengidentifikasi lokasi dan orientasi kamera dan kemudian menambahkan objek virtual di atas *marker* dan menampilkan di layar.

Pada gambar 2.5 menunjukkan bagan alir sistem *Augmented Reality* sederhana. Modul kamera menangkap gambar dari kamera. Modul pelacak menghitung lokasi dan orientasi yang benar untuk dasar objek virtual. Modul *rendering* menampilkan gambar asli dan komponen virtual menggunakan perhitungan dan kemudian menampilkan gambar di layar.

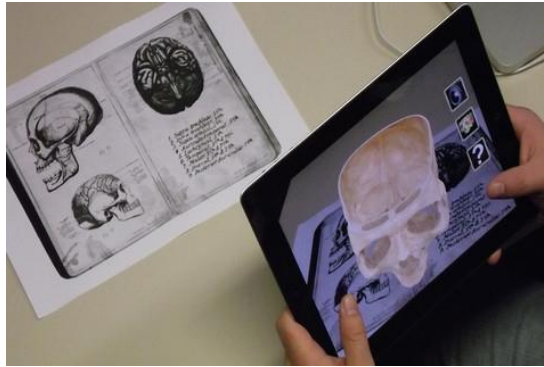


Gambar 2. 5 Alur *Augmented Reality* (Siltanen, 2012)

2.1.5.2 Metode *Augmented Reality*

Augmented Reality dibagi menjadi 2 macam metode penggunaannya, yaitu *Marker Based Augmented Reality* dan *Markerless Augmented Realty* (Setyawan & Dzikri, 2016).

Marker Based Augmented Reality merupakan sebuah metode yang menggunakan *marker* berupa ilustrasi gambar hitam putih atau berwarna. Metode ini membutuhkan *smartphone* atau komputer, *software*, *marker* dan kamera. Objek virtual akan muncul melalui layar *smartphone* atau komputer ketika terdeteksi oleh kamera.



Gambar 2. 6 *Marker Based Augmented Reality*

Markerless Augmented Reality yaitu metode *Augmented Reality* yang tidak menggunakan *marker* untuk menampilkan object virtual 2D atau 3D. Metode ini mengandalkan sebagian lingkungan nyata sebagai target untuk memproyeksikan objek virtual. *Markerless Augmented Reality* biasanya digunakan untuk 3D *object tracking*, *motion tracking* dan *face tracking*.



Gambar 2. 7 *Markerless Augmented Reality*

Teknik *Augmented Reality markerless* sendiri sudah mengalami perkembangan dalam berbagai macam metode diantaranya:

1. *Face Tracking*

Algoritma yang dikembangkan untuk membuat komputer dapat mengenali dan mengidentifikasi wajah manusia dengan mengenali posisi mulut, hidung dan mata manusia.



Gambar 2. 8 *Face Tracking*

2. *3D Object Tracking*

3D Object Tracking dapat mengenali bentuk benda yang ada di sekitar kita secara 3D, seperti kursi, lemari, mobil dan lain lain.

3. *Motion Tracking*

Algoritma komputer yang memungkinkan menangkap gerakan-gerakan secara ekstensif ke dalam model digital yang digunakan dalam hiburan, olahraga dan lain lain.

4. *GPS Based Tracking*

Teknologi yang memanfaatkan fitur GPS (*Global Position System*) dan *smartphone* untuk mengambil data secara *realtime* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk arah yang kita inginkan.

2.1.5.3 Komponen *Augmented Reality*

Secara umum untuk membuat suatu *Augmented Reality* diperlukan beberapa komponen perangkat keras. Menurut (R, Olivera, & Giraldi, 2012) komponen pembentuk *Augmented Reality* adalah sebagai berikut:

1. *Scene Generator*

Perangkat atau *device* yang bertugas dalam *rendering* sebuah *scene rendering* sendiri adalah proses membentuk gambar atau model dalam komputer.

2. *Tracking System*

Dalam *Augmented Reality*, *Tracking System* bertujuan untuk mendeteksi object *virtual* secara *realtime* agar selaras satu sama lain dengan lingkungan nyata.

3. *Display*

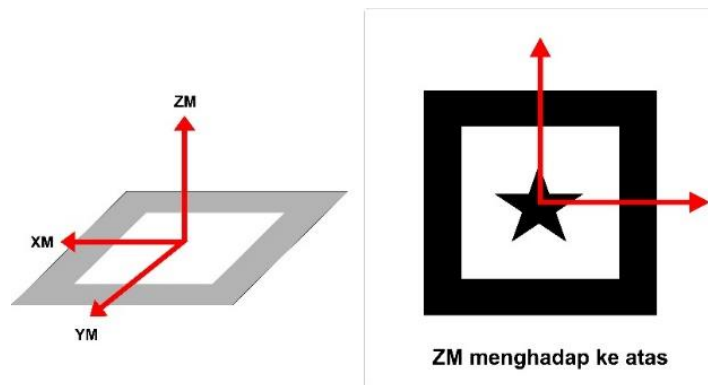
Dalam *Augmented Reality Display* adalah penataan suatu gambaran yang dengan memperhatikan kontras, resolusi, sudut pandang dan *tracking area* agar dapat di tampilkan dengan baik.

4. *AR Device*

AR device adalah perangkat pendukung *Augmented Reality* seperti *smartphone*, yang saat ini tersedia di Android, IOS, Windows Phone dan juga perangkat komputer yang sudah di lengkapi dengan *webcam*.

2.1.6 Marker Based Tracking

Augmented Reality mampu menyajikan informasi dalam dunia nyata secara *realtime*. Dalam praktiknya, sistem perlu mengidentifikasi lokasi dan orientasi kamera. Dengan begitu sistem dapat membuat benda virtual di posisi yang benar secara *realtime*. Ini adalah komponen fundamental dalam *Augmented Reality*.



Gambar 2. 9 Marker Based Tracking

2.1.6.1 Marker Detection

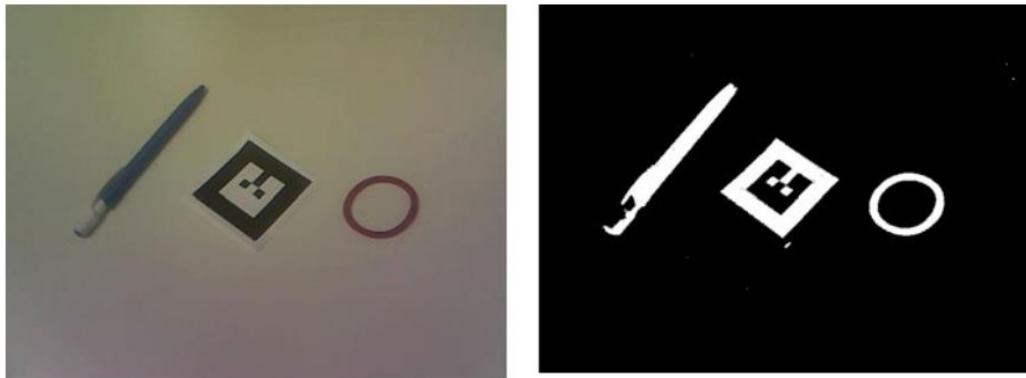
Marker yang baik mudah terdeteksi dalam segala situasi. Kecerahan lebih mudah dideteksi daripada perbedaan warna. Sebagai contoh, pencahayaan dari luar mengubah warna saat mendeteksi *marker*, oleh karena itu semakin kontras warna, semakin mudah *marker* di deteksi.

2.1.6.2 Marker Detection Procedure

Tujuan utama dalam deteksi *marker* adalah menemukan garis tepi di setiap sudut dan kemudian menyimpulkan lokasi dari sudut sudut di dalam gambar *marker*. Kemudian *marker* diidentifikasi dan sistem memperoleh lokasi penanda. Prosedur deteksi *marker* terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. *Pre-processing*

(Siltanen, 2012) *Pre-processing* adalah langkah sebelum pendeteksian dari sebuah *marker*, sistem perlu mendapatkan gambar intensitas dalam warna abu-abu. Dari sini kita akan mengasumsikan bahwa sistem deteksi *marker* beroperasi dengan gambar skala abu-abu. Tugas pertama proses deteksi menemukan batas potensial pada *marker*. Sistem seleksi mendeteksi tepi, pemasangan garis sehingga teridentifikasi sebagai *marker*.



Gambar 2. 10 Kiri, gambar asli; Kanan, gambar dalam mode *thresholding*

a. *Thresholding*

Thresholding adalah proses dimana individu pixel dalam gambar ditandai sebagai "objek" pixel jika nilai mereka lebih besar dari beberapa nilai *threshold* (asumsi benda menjadi lebih terang daripada latar belakang) dan sebagai latar belakang "pixel" sebaliknya. Konvensi ini dikenal sebagai *threshold above*. Biasanya, sebuah pixel objek diberi nilai "1" sementara pixel *background* diberikan sebuah nilai dari akhirnya, suatu citra biner yang dibuat oleh masing-masing pixel warna putih atau hitam, tergantung pada label pixelnya yaitu bernilai "0".

$$f_0(x,y) \begin{cases} T1, & f_1(x,y) \leq T1 \\ T2, & T1 < f_1(x,y) \leq T2 \\ T3, & T1 < f_1(x,y) \leq T3 \\ \cdot \\ \cdot \\ Tn, & Tn - 1 < f_1(x,y) \leq Tn \end{cases}$$

Keterangan:

$f_0(x,y)$: adalah citra hasil *threshold*

T : nilai pemetaan pixel

Dimisalkan $T1 = 50$, $T2 = 100$, $T3 = 150$, maka dapat dipetakan seluruh nilai yang berada dari 0-50 akan diganti dengan nilai 50, yang berada antar 50 sampai 100 diganti dengan nilai 100, yang berada antara 100 sampai 150 diganti dengan nilai 150, begitu seterusnya sesuai dengan pemetaan yang dibuat, dan pembentukan peta harus sesuai dengan kebutuhan, contoh operasi ambang batas tunggal.

Operasi Ambang Tunggal

Operasi ambang batas tunggal adalah yaitu batas pembagian hanya satu, berarti nilai pixel dikelompokkan menjadi dua kelompok seperti ditunjukkan pada rumus berikut:

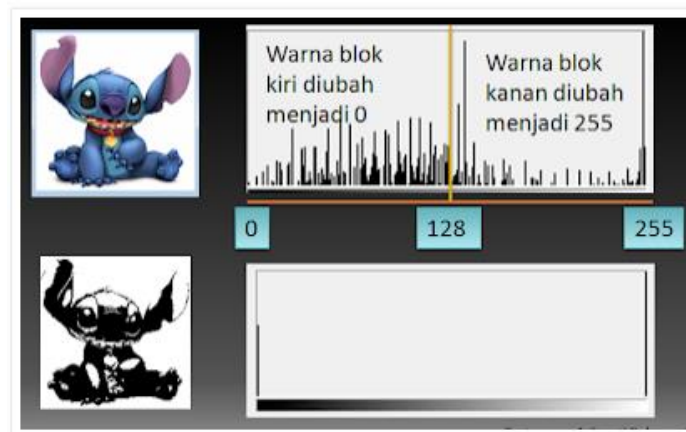
$$f_0(x,y) \begin{cases} 0, & f_1(x,y) < 128 \\ 255, & f_1(x,y) \geq 128 \end{cases}$$

Piksel-piksel yang nilainya intensitasnya dibawah 128 diubah menjadi hitam (nilai intensitas 0), sedangkan piksel-piksel yang nilai intensitanya diatas 128 diubah menjadi warna putih (nilai intensitas = 255).

Contoh perhitungan dapat dilihat pada gambar berikut:



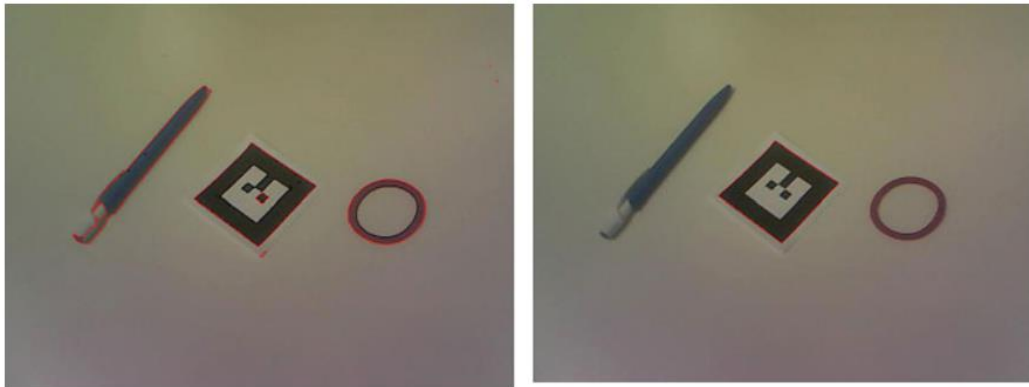
Gambar 2. 11 Perhitungan Nilai Pixel



Gambar 2. 12 Hasil Citra Biner

Sistem deteksi *marker* menggunakan metode *thresholding* untuk mengubah citra menjadi hitam putih atau abu-abu. Setelah *thresholding*, sistem diidentifikasi

dalam citra biner yang terdiri dari latar belakang dan objek. Setelah garis potensial pada *marker* di tandai (Gambar 2.13) lalu lokasi *marker* berada dapat diidentifikasi (Gambar 2.14).



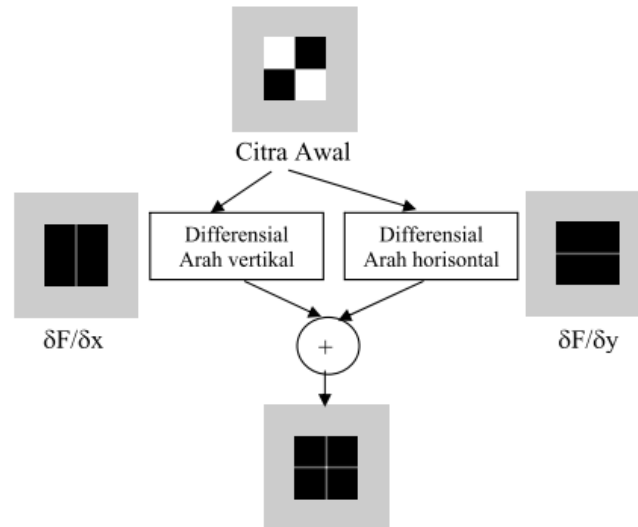
Gambar 2. 13 garis potensial dari *thresholding* dan penetapan sudut *marker*

b. *Edge Detection*

Edge Detection pada suatu citra adalah suatu proses yang mengidentifikasi tepi-tepi dari suatu obyek-obyek citra, tujuannya adalah:

- Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra
- Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena *error* atau adanya efek dari proses akuisisi citra

Suatu titik (x, y) dikatakan sebagai tepi (*edge*) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar berikut ini meng- gambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



Gambar 2. 14 Proses Deteksi Tepi Citra

Berdasarkan prinsip-prinsip filter pada citra maka tepi suatu gambar dapat diperoleh menggunakan *High Pass Filter* (HPF), yang mempunyai karakteristik:

$$\sum_y \sum_x H(x, y) = 0$$

Contoh:

Diketahui fungsi citra $f(x, y)$ sebagai berikut:

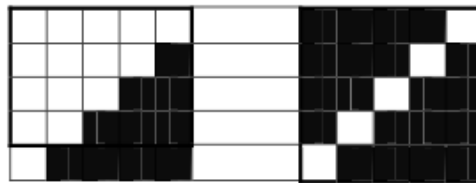
1	1	1	1	1
1	1	1	1	0
1	1	1	0	0
1	1	0	0	0
1	0	0	0	0

Dengan menggunakan filter: $H(x, y) = [-1 \ 1]$

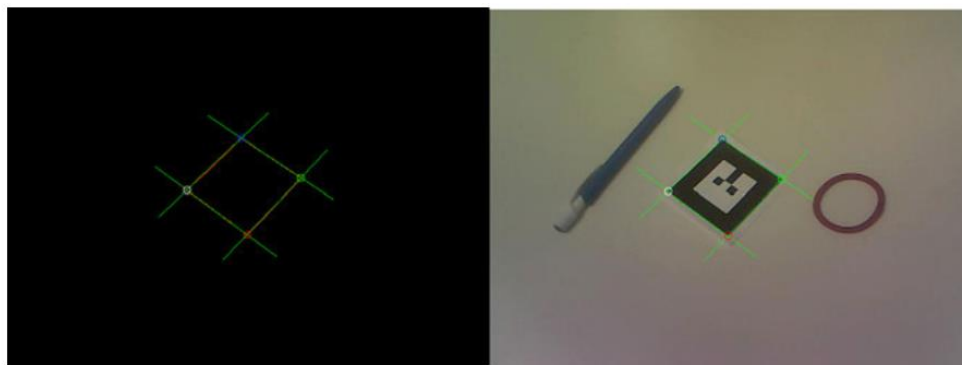
Maka Hasil filter adalah:

0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
1	0	0	0	0

Bila digambarkan maka proses filter di atas mempunyai masukan dan keluaran sebagai berikut:

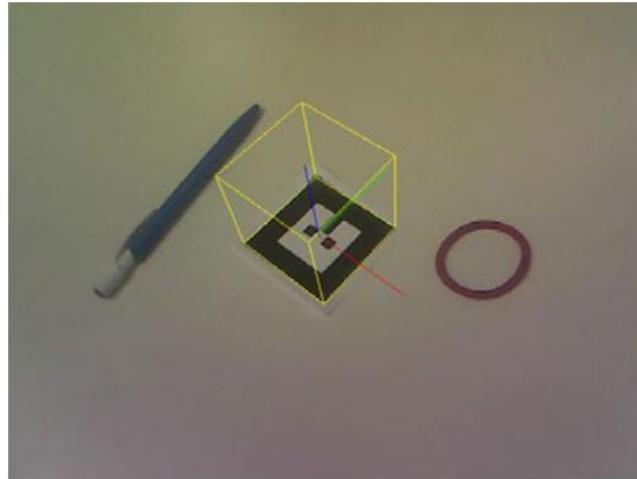


Deteksi mengidentifikasi tepi hanya pada grid yang sudah ditentukan. Karena identifikasi ini menghasilkan titik-titik garis yang terpisah, sistem deteksi *marker* menghubungkan piksel tepi ke dalam segmen. Kemudian segmen menjadi garis yang lebih panjang dengan mengelompokkan sortasi tepi.



Gambar 2. 15 koordinat tidak terdistorsi dan garis terdeteksi gambar asli

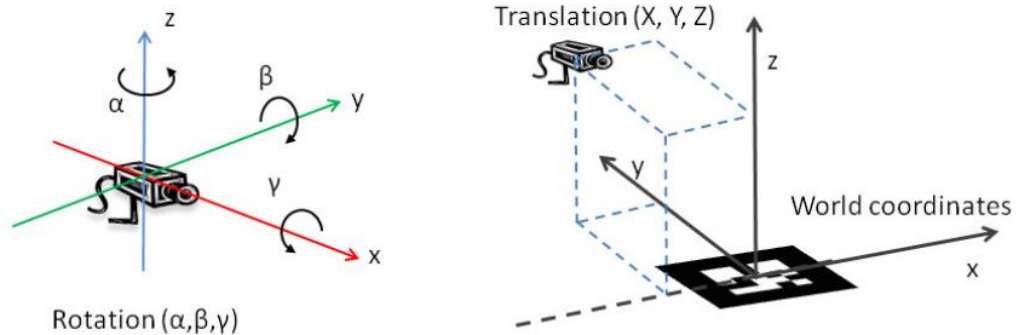
Proses selanjutnya kubus di tanamkan ke dalam *marker* yang sudah teridentifikasi posisi dan sudutnya. Kemudian di berikan sistem koordinat sumbu (x, y, z) dan di gambarkan dalam (*red, green, blue*).



Gambar 2. 16 *Marker* Dalam Sumbu x, y, z

c. *Marker Pose*

Sebuah objek mengacu pada lokasi dan orientasinya. Lokasi dapat di nyatakan dengan 3 koordinat penerjemahan (x, y, z) dan orientasi sebagai tiga sudut rotasi (α, β, γ) tiga sumbu koordinat (Gambar 2.16), jadi memiliki 6 derajat kebebasan.



Gambar 2. 17 Rotasi dan Orientasi

Teknologi *Augmented Reality* dapat di kembangkan dalam berbagai bidang, di antaranya adalah bidang Pendidikan. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Marker Based Tracking* dan *Augmented Reality Device* yang di implementasikan dalam perangkat Android.

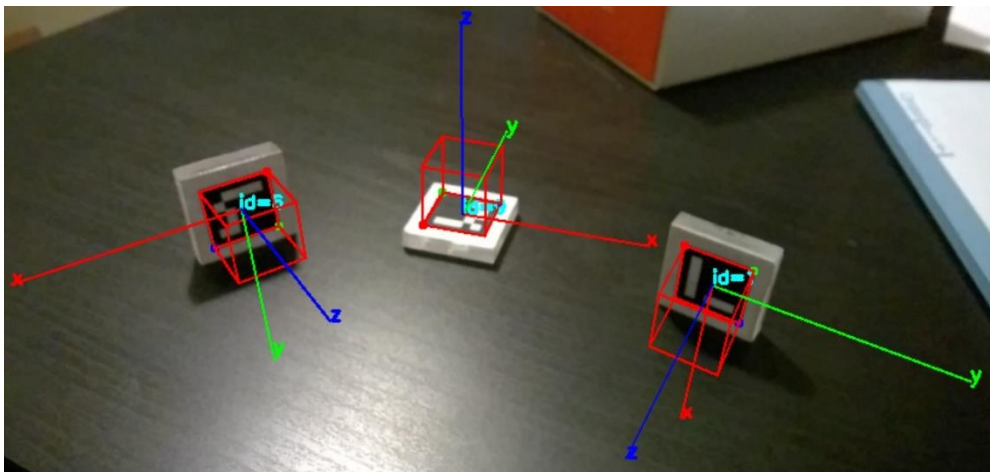
2.1.7 *Multi Marker*

Multi marker adalah metode dalam *Augmented Reality* yang bisa mendeteksi objek dari *marker* yang lebih dari satu dalam waktu pendeteksian (Sembiring & Brahmana, 2016). *Multi marker* sendiri adalah suatu pengembangan dari *single marker*, dimana kamera dapat mendeteksi atau melakukan *tracking marker* lebih dari satu. Dalam implementasinya, *multi marker* digunakan dalam buku *Augmented Reality*, yaitu ketika kamera mendeteksi *marker* lebih dari satu secara bersamaan.



Gambar 2. 18 *Multiple Image Tracking*

Perbedaan dalam *Augmented Reality* sederhana dengan satu *marker* dan *Augmented Reality* dengan banyak *marker* (*multi marker*) adalah sudut pandang kamera. Dalam *multi marker* masalah umumnya adalah bidang pandang kamera sempit, terutama di perangkat seluler. Jika pengguna memindahkan posisi kamera focus pada *marker* satu, *marker* yang lain akan hilang. Oleh karena itu posisi *marker marker* harus dapat terlihat kamera secara bersamaan. Dalam sistem *multi marker* sistem pelacakan dapat mengidentifikasi *marker* dalam arah yang berbeda. Sistem dapat mendeteksi informasi pada *marker* secara individual (Siltanen, 2012;58).



Gambar 2. 19 *Multi Marker Tracking*

Semua wajah *multi marker* dapat dilacak pada saat yang sama karena mereka memiliki pose yang didefinisikan berbeda-beda. Ini memungkinkan *marker* dilacak satu atau banyak sekaligus.

2.1.8 *Distance*

Distance adalah angka yang menunjukkan seberapa jauh suatu benda berubah posisi melalui suatu lintasan tertentu. Dalam fisika di kehidupan sehari-hari, jarak dapat berupa estimasi jarak fisik dari dua buah posisi berdasarkan kriteria tertentu.

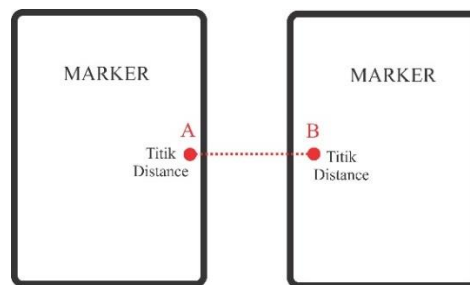
Menurut (Martono et al., 2017) *distance* digunakan untuk memberikan variabel posisi dan arah di lingkungan 3D. Ini berfungsi untuk menentukan nilai jarak antara objek a dan b yang mengacu pada *marker* a dan b mengacu pada posisi kamera, nilai jarak ini ditampilkan di Unity dalam bentuk satuan units. Dalam pengembangan *game* ini jarak yang di tentukan untuk memunculkan objek adalah 1 unit dalam satuan unity, 1 unit karena jarak itu merupakan jarak berdekatan kartu untuk menyusun *marker* suku kata. Dengan demikian penyusunan *marker* harus urut dan benar untuk menanamkan konsep menulis yang benar bagi anak. Jika tidak demikian akan menyebabkan anak mengalami kebingungan manakala menghadapi bentukan-bentukan baru (Halimah, 2014) .

Euclidean distance adalah perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam Euclidean space. Euclidean space diperkenalkan oleh Euclid, seorang matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 B.C.E. untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Euclidean ini berkaitan dengan Teorema Phytagoras dan biasanya diterapkan pada 1, 2 dan 3 dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi. Pada 3 dimesi dengan rumus seperti berikut

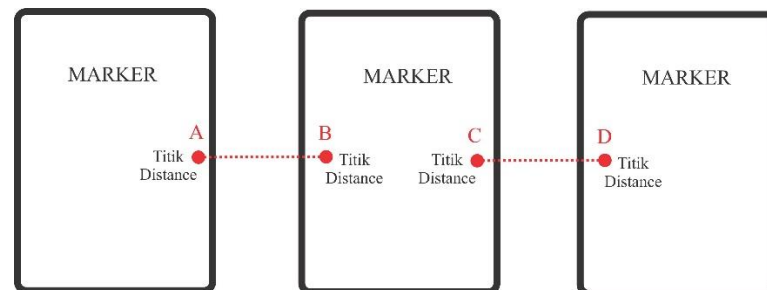
$$d = \sqrt{(x^2 - x^1)^2 + (y^2 - y^1)^2 + (z^2 - z^1)^2}$$

Gambar 2. 20 *Euclidean Distance*

Menurut (Martono et al. 2017) *distance* digunakan untuk mengirimkan variabel posisi dan arah di lingkungan 3D. Untuk mengukur jarak dalam aplikasi ini, maka parameter *distance* telah ditentukan parameternya yaitu 1 unit. Sehingga objek akan muncul. Ini berfungsi untuk menentukan nilai jarak antara objek a dan b dimana ketika objek a dan b saling berdekatan pada nilai yang sudah di tentukan, maka objek 3D akan muncul.



Gambar 2. 21 Titik Dua *Marker*



Gambar 2. 22 Titik Tiga *Marker*

2.1.9 Perangkat Pengembangan

2.1.9.1 Vuforia SDK



Gambar 2. 23 Logo Vuforia

Vuforia SDK adalah sebuah *software development kit* berbasis pada *Augmented Reality* yang menggunakan perangkat kamera sebagai media untuk menampilkan *Augmented Reality* antara dunia nyata dan virtual secara *realtime*. *Object Augmented* yang ada langsung di tampilkan dalam layar kamera untuk mewakili pandangan dari lingkungan nyata (Indriani *et al.* 2016).

Dokumentasi *Vuforia* memiliki beberapa kemampuan untuk mengenali atau mendeteksi objek dengan teknologi *computer vision*. Berikut adalah fitur dari *Vuforia*:

1. *Image Target*

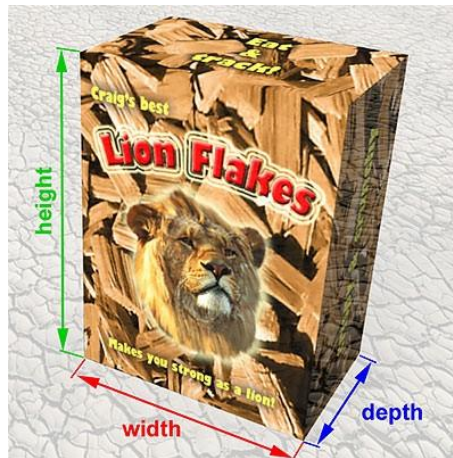
Gambar datar yang mewakili *object* di dalamnya dan memiliki pola khusus sebagai pengenal untuk dapat di deteksi oleh *Vuforia SDK*.



Gambar 2. 24 *Image Target*

2. *Multi Target*

Objek gambar yang terdiri lebih dari satu *image target*. Posisi dan orientasi masing masing di definisikan berbeda beda.



Gambar 2. 25 Multi Target

3. Cylinder Target

Objek gambar di *marker* dalam bentuk silinder 3D, gambar juga mendukung pendeteksian dan pelacakan gambar pada wajah datar atas dan bawah dari *Target Silinder*.



Gambar 2. 26 Cylinder Target

4. Object Recognition

Mendeteksi dan melacak objek 3D dalam bentuk *marker* 3D yang rumit. Sebagai contoh mainan dan kendaraan.



Gambar 2. 27 *Object Recognition*

Pada pengembangan aplikasi ini, perangkat lunak *Augmented Reality* yang di kembangkan akan memanfaatkan fitur *Marker Based Tracking Multi Target* dan menggunakan *Vuforia SDK* dan *Algoritma Distance*.

2.1.10 *Unity 3D*



Gambar 2. 28 Logo *Unity3D*

Unity3D game engine berbagai platform yang di rancang untuk mendukung dan mengembangkan video *game* dalam bentuk 3D ataupun 2D, simulasi komputer, *Augmented Reality*, *Virtual Reality* dan konsol perangkat *mobile* (Unity, 2017). Unity merupakan salah satu *engine* pengembang yang mudah digunakan dan mendukung banyak *platform* dengan kualitas bagus.

Dalam perkembangannya saat ini, unity tidak hanya digunakan dalam pengembangan *game* 3D dan 2D saja, tapi juga digunakan dalam pengembangan

aplikasi dan game interaktif di *smartphone*, komputer, web dan konsol lainnya. *Unity3D* memiliki dukungan *framework* lengkap dalam pengembangan untuk aspek profesional yang berbeda. *System engine unity* ini memiliki bahasa pemrograman di antaranya, *javascript*, C#, boo dan pada pengembangan *game* interaktif pengenalan suku kata anggota tubuh menggunakan bahasa pemrograman C#.

2.1.11 Bahasa Pemrograman C#

C# adalah bahasa pemrograman yang hampir atau menyerupai C++ dan java. Walaupun mempunyai kode pemrograman yang mirip, C# memiliki *syntax* yang berbeda dari C++ dan Java dari beberapa hal dalam eksekusinya. C# menggunakan ekstensi file *.cs*. C# mendukung *library* yang luas dalam pembuatan aplikasi yang spesifik.

Menurut (Aji Nugroho *et al.* 2015) C# adalah bahasa pemrograman yang mendukung *multi platform* yang menggunakan *type-safe object-oriented language*. Banyak editor yang mendukung pengembangan aplikasi yang menggunakan bahasa pemrograman C# di Visual C#.

2.1.12 Android

(Gronli *et al.* 2014) Android adalah perangkat lunak *open source mobile system* operasi berbasis linux yang mudah dalam pengembangannya untuk mengembangkan aplikasi di dalamnya. Android tidak hanya menyediakan sistem operasi *mobile* tetapi juga termasuk lingkungan pengembangannya berupa *custom mesin virtual* agar aplikasi berjalan bersamaan dan berperan sebagai *middleware* antara kode dan sistem operasi.

Dalam pengembangannya, android memudahkan penggunaanya dalam membuat aplikasi 2D atau 3D karena mempunyai *library* grafis dan *engine* SQL yang sudah menyatu di dalam komponen. Dalam hal ini pengguna menggunakan android versi 5.1.1 (Lollipop).

2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Dasar penelitian yang akan di buat mengacu pada penelitian yang sudah di kembangkan dan terkait sebelumnya, yaitu:

1. Penelitian pertama yaitu oleh (c) yang berjudul “*Augmented Reality – Based Shooting Simulator System To Analysis Of Virtual Distance To Real Distance Using Unity 3D*”. Latar belakang dari penelitian ini adalah kegiatan menembak membutuhkan biaya yang mahal. Jurnal ini bertujuan menghasilkan sistem simulator penembakan untuk mengukur estimasi jarak maya terhadap jarak nyata. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa intensitas cahaya dan sudut penanda mempengaruhi akurasi jarak maya.
2. Penelitian kedua yaitu jurnal yang disusun oleh (Huda & Purwaningtias, 2017) yang berjudul “*Perancangan Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Huruf Dan Angka Berbasis Augmented Reality Nurul*”. Latar belakang dalam penelitian ini adalah media pembelajaran siswa masih pembelajaran konvensional tanpa menggunakan media komputer dan media yang interaktif. Tujuan dalam penelitian ini adalah menciptakan lingkungan baru dan interaktif dalam pembelajaran. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi pembelajaran abjad dan angka dalam *Augmented Reality*.

3. Penelitian ketiga yaitu jurnal yang disusun oleh (Saidin *et al.*, 2015) yang berjudul “*A Review of Research on Augmented Reality Education*”. *Paper* ini bertujuan untuk meneliti implementasi *Augmented Reality* dalam berbagai aspek sejarah, geografi, astronomi, matematika, fisika, kedokteran dan sejarah. Dengan latar belakang penurunan minat siswa dalam pelajaran karena media pembelajaran dahulu tidak bisa memvisualisasikan konsep abstrak dari pelajaran itu sendiri, sehingga pendidik mencoba teknologi *Augmented Reality* yang berpotensi untuk membuat siswa dapat berinteraksi secara langsung agar siswa menjadi aktif dan paham dalam pelajaran *science*. Hasil dari tinjauan penelitian ini adalah menunjukkan bahwa teknologi *Augmented Reality* sangat memiliki potensi dalam perkembangan pendidikan.
4. Penelitian keempat merupakan *journal* yang di susun (Xiaohui *et al.*, 2012) yang berjudul “*A Method of Multiple-Marker Register and Application on Virtual Education*”. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat buku pendidikan yang interaktif dan virtual secara bersamaan. Hasil penelitian ini adalah untuk membuat pendidikan lebih baik dengan *Augmented Reality*.
5. Penelitian kelima merupakan *paper* yang di susun (Mustika *et al.*, 2015) yang berjudul “*Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif*”. Tujuan dari penelitian ini berlatar belakang dari bahan pengajar di kelas yang menggunakan media belajar *power point* melalui proyektor, *website* dan tes tulis yang membuat siswa tidak antusias dan tertarik dan dari situ mempengaruhi pemahaman siswa yang di sampaikan oleh dosen. Sehingga pengajar menggunakan media interaktif *Augmented Reality*. Hasil dari

penelitian ini untuk membuktikan pembelajaran yang lebih efektif menggunakan media *Augmented Reality*.

6. Penelitian keenam merupakan *paper* yang di susun oleh (Huda Aman, 2016) yang berjudul “*The Use Of Pop-Up Media To Improve The Vocabulary Of Deaf Children In P1 Class Slb Dena Upakara Wonosobo*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan penguasaan kosakata benda pada anak tunarungu menggunakan media Pop-up di kelas P1 SLB Dena Upakara Wonosobo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media Pop-up dapat meningkatkan kemampuan penguasaan kosa kata benda pada anak tunarungu yang di ajukan dengan perubahan peningkatan kemampuan dari siklus I ke siklus II.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di simpulkan bahwa:

1. *Game* Interaktif *Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh dalam pengembangannya menggunakan metode *Extreme Programming*. Dalam pembuatannya terdapat beberapa langkah mulai dari *exploration, planning, iterations dan productizing*. Berdasarkan penilaian tersebut dapat dikatakan bahwa *Game* Interaktif *Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh layak atau valid digunakan sebagai media pendukung pembelajaran buku tematik.
2. Penggunaan *game* interaktif *Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh pada siswa uji coba menimbulkan kepuasan dan kemudahan di ingat dalam pembelajaran. Hal ini dibuktikan hasil pengujian *distance marker* mendapatkan hasil 88% dengan membandingkan dengan *Euclidean Distance* , kelayakan materi *game* dengan presentase 89,4%, angket respon siswa dengan presentase 92,4% pada aspek kepuasan, 92,56% pada aspek kemudahan di ingat. Dari hasil tersebut di ketahui bahwa kedua aspek menunjukkan respon positif sehingga dapat disimpulkan *game* interaktif *Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh menarik dan membantu anak dalam pembelajaran mengenal suku kata anggota tubuh.

3. Rotasi dan urutan dalam penyusunan *marker* dari posisi awal objek muncul mempengaruhi nilai *distance* karena posisi titik mengalami perubahan dalam koordinat x, y, z ketika *marker* mengalami perubahan posisi. Dengan begitu ketika nilai *distance* memenuhi keadaan, objek akan muncul. Sehingga penyusunan harus sejajar dan berdekatan dan tidak boleh bolak balik.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan di atas maka dapat di sarankan

1. Kemajuan teknologi dan hendaknya memiliki kemampuan untuk mengajar menggunakan media pembelajaran berbasis *mobile*, dan *Game* Interaktif *Augmented Reality* pengenalan suku kata anggota tubuh dapat digunakan untuk media pendukung pembelajaran buku tematik dalam pengenalan suku kata anggota tubuh.
2. Di harapkan pengembangan *game* interaktif *multi marker* dengan *distance* dapat dikembangkan dengan lebih dari tiga *marker* dalam penyusunanya.
3. Pengembangan penyusunan *marker* dengan *distance* bisa digunakan dalam penyusunan *puzzle* dengan posisi *marker* secara horizontal dan vertical.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Nugraha, I. G., Putra, I. K. G. D., & Sukarsa, I. M. (2016). Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Museum Bali Berbasis Android Studi Kasus Gedung Karangasem dan Gedung Tabanan. *Lontar Komputer : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 7(2), 93.
<https://doi.org/10.24843/LKJITI.2016.v07.i02.p03>
- Aji Nugroho, A., Burhanuddin, & Sarwoko. (2015). MULTI CLIENT GROUND STATION UNTUK EDF ROKET DESIGN AND REALISATION CONTROL SYSTEM AND COMMUNICATION MULTI, 2(2), 2884–2890.
- Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K. (2014). Augmented reality applications in education. *Journal of Technology Studies*, 40(2), 96–107.
<https://doi.org/10.1109/IWADS.2000.880913>
- Baird, S. (2003). *Extreme Programming In 24 Hours*. United State Of America: United State Of America.
- Cordeiro, D., Jesus, R., & Correia, N. (2015). ARZombie: A Mobile Augmented Reality Game with Multimodal Interaction. *Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Technologies for Interactive Entertainment*. <https://doi.org/10.4108/icst.intetain.2015.259743>
- Eh Phon, D. N., Ali, M. B., & Halim, N. D. A. (2014). Collaborative augmented reality in education: A review. *Proceedings - 2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering, LATICE 2014*, 78–83. <https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2014.23>
- Gronli, T. M., Hansen, J., Ghinea, G., & Younas, M. (2014). Mobile application platform heterogeneity: Android vs windows phone vs iOS vs Firefox OS. *Proceedings - International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA*, 635–641.
<https://doi.org/10.1109/AINA.2014.78>
- Halimah, A. (2014). METODE PEMBELAJARAN MEMBACA DAN MENULIS PERMULAAN DI SD/MI, 1(36), 190–200.
- Huda Aman, F. (2016). PENGGUNAAN MEDIA POP-UP UNTUK MENINGKATKAN KOSAKATA ANAK TUNARUNGU KELAS P1 DI SLB DENA UPAKARA WONOSOBO THE USE OF POP-UP MEDIA TO IMPROVE THE VOCABULARY OF DEAF CHILDREN IN P1 CLASS SLB DENA UPAKARA WONOSOBO.
- Huda, N., & Purwaningtias, F. (2017). Perancangan Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Huruf dan Angka Berbasis Augmented Reality. *Sisfokom*, 06(02), 116–120.

- Hurd, D., & Jennings, E. (2009). Standardized Educational Games Ratings: Suggested Criteria.
- Indriani, R., Sugiarto, B., & Purwanto, A. (2016). Pembuatan Augmented Reality Tentang Pengenalan Hewan Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android Menggunakan Metode Image Tracking. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2016*, 6–7.
- Irfansyah, J. (2017). Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Untuk Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *Journal Information Engineering and Educational Technology*.
- Kadir, A., & Asrohah, H. (2015). Pembelajaran Tematik.
- Keith, C., & Kent Beck and Martin Fowler, Consulting Editors, M. C. (2010). Agile Game Development with Scrum. *The Addison-Wesley Signature Series*, (Addison-Wesley Signat. Ser.), 367. <https://doi.org/2010006513>
- Kemendikbud. (2013). Implementasi Kurikulum 2013 Konsep dan Penerapan. *Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan*, 1–162.
- Martono, K. T., Nurhayati, O. D., & Wulwida, C. G. (2017). Augmented reality – based shooting simulator system to analysis of virtual distance to real distance using unity 3D. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95(23), 6359–6368.
- Mehdipour, Y., & Zerehkafi, H. (2013). Mobile Learning for Education: Benefits and Challenges. *International Journal of Computational ...*, 3(6), 93–101 (251–259). <https://doi.org/10.1080/87567555.2011.604802>
- Mustika, Rampengan, C. G., Sanjaya, R., & Sofyan. (2015). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Citec Journal*, 2(4), 1–15.
- Ni, Q., & Yu, Y. (2015). Research on Educational Mobile Games and the effect it has on the Cognitive Development of Preschool Children. *Third International Conference on Digital Information, Networking, and Wireless Communications*, 165–169. <https://doi.org/10.1109/DINWC.2015.7054236>
- Nur Rahman, H., & Nur Wangid, M. (2016). Strategi pengintegrasian buku tematik-ar untuk siswa sekolah dasar, 1–6.
- Pressman, R. S. (2009). *Software Engineering A Practitioner's Approach 7th Ed - Roger S. Pressman. Software Engineering A Practitioner's Approach 7th Ed - Roger S. Pressman*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- R, S., Olivera, J. C., & Giraldo, G. A. (2012). Introduction to Augmented Reality. *The Journal of The Institute of Image Information and Television Engineers*, 66(1), 53–56. <https://doi.org/10.3169/itej.66.53>

- Rifai, W. A. (2015). Pengembangan Game Edukasi Lingkungan Berbasis Android. *Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*, 1–140. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rusman. (2015). *Pembelajaran Tematik Terpadu Teori, Praktik dan Penilaian*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 8(13), 1–8. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- Sembiring, E. B., & Brahmana, Y. C. (2016). Rancang Bangun dan Analisis Aplikasi Augmented Reality pada Produk Furniture, 8(1), 22–28.
- Setyawan, R. A., & Dzikri, A. (2016). Analisis Penggunaan Metode Marker Tracking Pada Augmented Reality Alat Musik Tradisional Jawa Tengah. *Jurnal SIMETRIS*, 7(1), 295–304.
- Siltanen, S. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality. Espoo 2012. VTT Science Series 3*. Retrieved from <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian (Studi Kasus). *Metode Deskriptif*, (April 2015), 31–46.
- Suharsimi, & Arikunto. (2010). *Prosedur penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Susanto, A. (2009). *Reputation Driven Corporate Social Responsibility Pendekatan Strategic Management dalam CSR*. Jakarta: Esensi Erlangga Grup. [https://doi.org/10.1015/S0044-8486\(00\)00472-5](https://doi.org/10.1015/S0044-8486(00)00472-5)
- Trianto. (2010). *Mengembangkan Model Pembelajaran tematik*. Jakarta: Redaksi Pustaka.
- Utami, B., & Yamtinah, S. (2016). Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Tematik, 361–366.
- Willy Arif Indhaka, Eko Suprpto, N. S. (2016). *Penerapan Buku Sekolah Elektronik Berbasis Android Dalam Materi Ajar Besaran Dan Satuan (Vol. 17)*. Jakarta: Esensi Erlangga Grup.
- Xiaohui, T., Pengcheng, F., Liming, L., & Mingquan, Z. (2012). A Method of Multiple-Marker Register and Application, 431–432.