

**MEDIA PEMBELAJARAN *NETS OF 3D SHAPES* BERBASIS ANDROID  
UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN  
*3D OBJECT MARKER***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**UMMU QALTSUM  
NPM. 1917051008**



**JURUSAN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### **MEDIA PEMBELAJARAN *NETS OF 3D SHAPES* BERBASIS ANDROID UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN *3D OBJECT MARKER***

Oleh

UMMU QALTSUM

*Nets of 3D shapes* adalah pola suatu 3D shapes yang jika sisinya dihubungkan maka akan terbentuk sebuah 3D shapes. Materi *nets of 3D shapes* merupakan materi wajib bagi siswa kelas 6 sekolah dasar. Materi ini cukup sulit dipahami karena sulit dibayangkan tanpa alat peraga. *Augmented reality* bisa menjadi solusi interaktif untuk visualisasi 3D yang lebih nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi Android bernama AR 3DNETS dengan *paper cone* sebagai *3D object marker* yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan objek 3D secara langsung melalui *smartphone*. Penelitian ini menggunakan metode MDLC yang meliputi tahap *concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution*. Pengujian *blackbox* dan *compability* pada AR 3DNETS menunjukkan bahwa semua tombol berfungsi dengan baik, serta dapat berjalan pada sistem operasi Android dari versi 9.0 hingga versi 13.0. Uji *marker* menunjukkan bahwa *marker* dapat terdeteksi dalam tiga kondisi cahaya yang berbeda pada jarak 20-40 cm. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa penggunaan media AR 3DNETS dalam pembelajaran sangat interaktif, menarik, dan menyenangkan, serta memudahkan siswa dalam membayangkan bentuk 3D. Aplikasi AR 3DNETS dapat diunduh oleh pengguna pada Google Play Store.

**Kata kunci:** Android, *Augmented Reality*, MDLC, *Nets of 3D Shapes*

## **ABSTRACT**

### **ANDROID-BASED NETS OF 3D SHAPES LEARNING MEDIA FOR PRIMARY SCHOOL STUDENTS USING 3D OBJECT MARKER**

**By**

**UMMU QALTSUM**

*Nets of 3D shapes are patterns of a 3D shape that, when the edges are connected, form a 3D shape. Nets of 3D shape is essential material and must be learned by sixth-grade elementary school students. This material is challenging to understand because it is difficult to visualize without physical aids. Augmented reality can provide an interactive solution for more realistic 3D visualization. This research aims to develop an Android application called AR 3DNETS with a paper cone as a 3D object marker, which allows students to interact directly with 3D objects through a smartphone. The research employs the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method, which includes the stages of concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. Blackbox and compatibility testing of AR 3DNETS indicate that all buttons function correctly and compatible on Android operating systems from version 9.0 to 13.0. Marker tests show that the marker can be detected under three different lighting conditions at a distance of 20-40 cm. Questionnaire results demonstrate that the use of the AR 3DNETS media in learning is highly interactive, engaging, and enjoyable, and facilitates students in visualizing 3D shapes. The AR 3DNETS application is available for download on the Google Play Store.*

**Keywords:** *Android, Augmented Reality, MDLC, Nets of 3D Shapes*

**MEDIA PEMBELAJARAN *NETS OF 3D SHAPES* BERBASIS ANDROID  
UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN  
*3D OBJECT MARKER***

**Oleh**

**UMMU QALTSUM**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA KOMPUTER**

**Pada**

**Program Studi S1 Ilmu Komputer  
Jurusan Ilmu Komputer**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **MEDIA PEMBELAJARAN *NETS OF 3D*  
*SHAPES* BERBASIS ANDROID UNTUK  
SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN  
*3D OBJECT MARKER***

Nama Mahasiswa : **Ummu Qaltsum**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917051008

Program Studi : S1 Ilmu Komputer

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

A blue ink signature of Ossy Dwi Endah Wulansari, consisting of a stylized 'O' and 'W'.

**Ossy Dwi Endah Wulansari, S.Si., M.T.**

NIP. 19740713 200312 2 002

A blue ink signature of Yunda Heningtyas, featuring a large, flowing 'Y' and 'H'.

**Yunda Heningtyas, S.Kom., M.Kom.**

NIP. 19890108 201903 2 014

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

A blue ink signature of Dwi Sakethi, with a prominent 'D' and 'S'.

**Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom.**

NIP. 19680611 199802 1 001

MENGESAHKAN

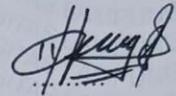
1. Tim Penguji

Ketua : Ossy Dwi Endah Wulansari, S.Si., M.T.



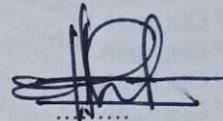
Penguji I

Sekretaris : Yunda Heningtyas, S.Kom., M.Kom.



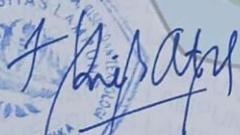
Penguji II

Bukan Pembimbing : Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



  
Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si  
NIP. 19711001200511002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 25 Juli 2024

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ummu Qaltsum

NPM : 1917051008

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“MEDIA PEMBELAJARAN NETS OF 3D SHAPES BERBASIS ANDROID UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN 3D OBJECT MARKER”** merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 20 Agustus 2024



Ummu Qaltsum

NPM. 1917051008

## **PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan karya ini kepada:

### **Kedua Orang Tua**

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan melantunkan doa yang selalu menyertaiku. Kuucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkanku dengan cara yang dipenuhi kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

### **Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2019**

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama melaksanakan kegiatan perkuliahan di Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Lampung.

### **Universitas Lampung dan Jurusan Ilmu Komputer**

## SANWACANA

Puji syukur kehadirat Tuhan yang telah melimpahkan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Media Pembelajaran *Nets of 3d Shapes* Berbasis Android untuk Siswa Sekolah Dasar Menggunakan *3D Object Marker*” dapat diselesaikan dengan baik, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

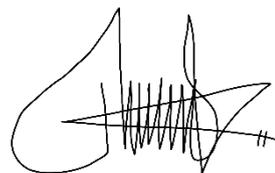
Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam menyusun skripsi ini, antara lain.

1. Kedua orang tua, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabarannya yang luar biasa.
2. Ibu Ossy Dwi Endah Wulansari, M.T. selaku pembimbing utama yang telah memberikan arahan, kritik serta saran yang bersifat membangun sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
3. Ibu Yunda Heningtyas, M.Kom. selaku pembimbing kedua yang juga senantiasa memberikan waktu untuk membimbing, memberikan arahan, kritik, serta saran untuk dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. sebagai pembahas yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat dalam melakukan perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Admi Syarif, Ph.D. selaku pembimbing akademik yang selalu mendukung dalam melakukan peningkatan akademik selama berkuliah di Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Lampung.
6. Bapak Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Lampung.

7. Ibu Anie Rose Irawati, S.T., M.Cs. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Lampung.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu serta pengalaman semasa perkuliahan.
9. Ibu Ade Nora Maela dan seluruh staf di Jurusan Ilmu Komputer yang telah sabar membantu segala urusan administrasi di masa perkuliahan.
10. Teman-teman wibu seperjuangan, Vadella Nikita Ayumi, Cindy, dan Maghviraturreimadhiney, yang senantiasa setia menemani, mendukung, memberikan semangat, serta menjadi tempat bertukar pikiran dan berbagi ide gagasan.
11. Teman-teman Ilmu Komputer yang menjadi keluarga besar Jurusan Ilmu Komputer selama menjalankan masa studi di Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Proses dalam penyusunan skripsi ini tentunya terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat dan keberkahan bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi seluruh civitas jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 20 Agustus 2024



Ummu Qaltsum

NPM. 1917051008

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 <i>Augmented Reality</i> .....	6
2.2 <i>Nets of 3D shapes</i> .....	8
2.2.1 Kompetensi Dasar Materi <i>Nets of 3D shapes</i> .....	8
2.2.2 Materi <i>Nets of 3D shapes</i> .....	8
2.3 Unity3D .....	13
2.4 Vuforia.....	14
2.4.1 <i>Tracking</i> .....	14
2.4.2 <i>Image Recognition</i> .....	15
2.4.3 <i>Object Recognition</i> .....	15
2.4.4 <i>Text Recognition</i> .....	16
2.4.5 <i>Video Playback</i> .....	17
2.5 Blender .....	17
2.6 <i>Marker Based Tracking</i> .....	18
2.7 MDLC ( <i>Multimedia Development Life Cycle</i> ) .....	19
2.7.1 <i>Concept</i> (Konsep).....	20
2.7.2 <i>Design</i> (Perancangan).....	20
2.7.3 <i>Material Collecting</i> .....	20
2.7.4 <i>Assembly</i> (Pembuatan).....	20
2.7.5 <i>Testing</i> (Pengujian).....	20
2.7.6 <i>Distribution</i> .....	21
2.8 Jenis dan Desain Penelitian .....	21
2.9 Metode Pengumpulan Data .....	21
2.9.1 <i>Pretest</i> .....	21
2.9.2 <i>Posttest</i> .....	21
2.9.3 Kuesioner.....	22
2.10 Instrumen Penelitian .....	22
2.10.1 Uji Validitas Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	22

2.10.2 Uji Validitas Kuesioner .....	23
2.10.3 Uji Reliabilitas .....	24
2.10.4 Tingkat Kesukaran .....	25
2.10.5 Daya Pembeda ( <i>Discriminating Power</i> ) .....	25
2.11 Teknik Analisis Data .....	26
2.11.1 Deskripsi Data .....	26
2.11.2 Uji N-Gain .....	26
2.11.3 Analisis Data Kuesioner .....	27
2.11.4 Analisis Demografi .....	28
2.12 <i>Black Box Testing</i> .....	28
2.13 Penelitian Terdahulu .....	28
2.13.1 Penelitian AR <i>Nets</i> Kubus dan Balok berbasis <i>Mobile</i> .....	28
2.13.2 Penelitian <i>Marker Based Tracking</i> AR Pengenalan <i>3D Shapes</i> .....	29
2.13.3 Penelitian Media Pembelajaran AR <i>3D Shapes</i> Android .....	30
2.13.4 Penelitian AR <i>Volume 3D Shapes</i> menggunakan Komik .....	32
III. METODE PENELITIAN .....	34
3.1 Desain Penelitian .....	34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	35
3.3 Alat Pendukung Penelitian .....	35
3.3.1 Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	35
3.3.2 Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	36
3.4 Sumber Data .....	36
3.5 Tahapan Penelitian .....	37
3.5.1 <i>Concept</i> (Konsep) .....	37
3.5.2 <i>Design</i> (Perancangan) .....	39
3.5.3 <i>Material Collecting</i> .....	44
3.5.4 <i>Assembly</i> .....	46
3.5.5 <i>Testing</i> (Pengujian Sistem) .....	47
3.5.6 <i>Distribution</i> .....	47
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
4.1 <i>Material Collecting</i> .....	48
4.1.1 Pembuatan Aset Animasi Objek 3D .....	48
4.1.2 Pengumpulan Aset Tambahan .....	51
4.1.3 Membuat <i>Database</i> .....	51
4.2 <i>Assembly</i> .....	52
4.2.1 Menambahkan Target ( <i>Marker</i> ) dan Objek 3D .....	53
4.2.2 Menambahkan <i>Animator Controller</i> .....	54
4.2.3 Membuat <i>Virtual Button</i> .....	54
4.2.4 <i>Build</i> APK .....	55
4.3 Hasil Aplikasi .....	55
4.3.1 Tampilan <i>Home</i> .....	55
4.3.2 Tampilan Menu Utama .....	55
4.3.3 Tampilan Menu Prisma dan Limas .....	57
4.3.4 Tampilan <i>AR Camera</i> .....	57
4.3.5 Persentase Jumlah <i>Nets of 3D Shapes</i> pada AR 3DNETS .....	61
4.4 <i>Testing</i> (Pengujian Sistem) .....	63
4.4.1 <i>Black Box Testing</i> .....	63

4.4.2	<i>Compatibility Testing</i> .....	65
4.4.3	<i>Marker Testing</i> .....	65
4.5	Pembahasan .....	70
4.5.1	Hasil Uji Validitas Instrumen .....	71
4.5.2	Hasil Uji Reliabilitas Instrumen .....	72
4.5.3	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen .....	73
4.5.4	Hasil Uji Daya Beda Instrumen .....	75
4.5.5	Hasil Penelitian .....	76
4.5.6	Data Kuesioner Respons Siswa .....	81
4.5.7	Hasil Pengamatan Ketika Melakukan Pengujian .....	87
4.6	<i>Distribution</i> .....	88
V.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	90
5.1	Kesimpulan .....	90
5.2	Saran .....	90

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tujuan Unit dan Subunit Pembelajaran .....	8
2. Kategori Indeks Validitas Instrumen .....	22
3. Kategori Indeks Reliabilitas Instrumen.....	24
4. Kriteria Tingkat Kesukaran.....	25
5. Kriteria Daya Pembeda Butir Soal.....	26
6. Klasifikasi Nilai N-Gain .....	27
7. Kriteria Skor Skala Likert .....	27
8. Kriteria Respons Siswa .....	27
9. <i>Pretest Posttest Nonequivalent Control Group Design</i> .....	34
10. <i>Gantt Chart</i> Penelitian Aplikasi AR 3DNETS .....	35
11. Kebutuhan Fungsional Aplikasi.....	38
12. Kebutuhan Non-fungsional Aplikasi .....	38
13. Rincian Objek <i>Nets of 3D Shapes</i> .....	44
14. Contoh Objek 3D Animasi <i>Nets of 3D Shapes</i> .....	44
15. Aset Tambahan.....	51
15. Jumlah kemungkinan kombinasi <i>nets of 3D shapes</i> .....	62
16. Hasil <i>Black Box Testing</i> .....	63
17. Hasil <i>Compatibility Testing</i> .....	65
18. Pengujian <i>Marker</i> Dengan Kondisi Pencahayaan.....	66
19. Pengujian Berdasarkan Jarak .....	67
19. Lanjutan.....	68
20. Pengujian Berdasarkan Oklusi <i>Marker</i> .....	69
21. Pengujian <i>Marker</i> Berdasarkan Getaran .....	70
22. Hasil Uji Validitas Instrumen.....	71
23. Hasil Uji Validitas Instrumen Kuesioner Respon Siswa.....	72
24. Hasil Uji Reliabilitas .....	73

25. Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen <i>Pretest</i> .....	73
26. Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen <i>Posttest</i> .....	74
27. Hasil Uji Daya Beda Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	75
28. Hasil Perhitungan <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kedua Kelas .....	80
29. Data Kuesioner Respon Siswa .....	82
30. Hasil Persentase Masing-masing Kriteria .....	83
32. Dokumentasi Wawancara .....	96
33. Rincian Objek 3D Animasi <i>Nets of 3D Shapes</i> .....	98
34. Validitas Instrumen <i>Pretest</i> .....	124
35. Validitas Instrumen <i>Posttest</i> .....	125
36. Uji Reliabilitas Instrumen <i>Pretest</i> .....	126
37. Uji Reliabilitas Instrumen <i>Posttest</i> .....	127
38. Tingkat Kesukaran <i>Pretest</i> .....	128
39. Tingkat Kesukaran <i>Posttest</i> .....	129
40. Daya Beda Soal <i>Pretest</i> .....	130
41. Daya Beda Soal <i>Posttest</i> .....	131
42. Validitas Kuesioner Penerapan Media Aplikasi AR 3DNETS .....	132
43. Data Nilai <i>Pretest-Posttest</i> Kelompok Eksperimen (VI A) .....	136
44. Data Nilai <i>Pretest-Posttest</i> Kelompok Kontrol (VI B) .....	137
45. Data Kuesioner Respons Siswa Kelas VI A (Media AR 3DNETS) .....	138
46. Nilai N-Gain Kelas 6A (Media AR 3DNETS) .....	141
47. Nilai N-Gain Kelas 6B (Media Konvensional) .....	142
48. Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....	146

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prosedur umum algoritma AR .....	7
2. <i>Nets</i> Prisma Segitiga .....	9
3. <i>Nets</i> Kubus .....	10
4. <i>Nets</i> Balok .....	10
5. <i>Nets</i> Prisma Segi lima .....	10
6. <i>Nets</i> Prisma Segi enam.....	11
7. <i>Nets</i> Tabung .....	11
8. <i>Nets</i> Limas Segitiga .....	12
9. <i>Nets</i> Limas Segi empat.....	12
10. <i>Nets</i> Limas Segi lima .....	12
11. Limas Segi enam.....	13
12. <i>Nets</i> Kerucut.....	13
13. <i>Tracking</i> .....	15
14. <i>Image Recognition</i> .....	15
15. <i>Object Recognition</i> .....	16
16. <i>Text Recognition</i> .....	16
17. <i>Video Playback</i> .....	17
18. Tahapan Metode MDLC .....	19
19. Tahapan Penelitian Media Pembelajaran Aplikasi AR3DNETS .....	37
20. Arsitektur Perangkat Lunak Aplikasi AR 3DNETS .....	39
21. <i>Flowchart</i> Rancangan Aplikasi AR 3DNETS .....	40
22. <i>Interface Home</i> .....	41
23. <i>Interface Menu</i> .....	41
24. <i>Interface Menu Prisma dan Limas</i> .....	42
25. <i>Interface AR Camera</i> .....	43

26. <i>3D Object Marker</i> .....	43
27. <i>Nets of 3D shapes</i> .....	49
28. Animasi Menutup .....	49
29. Animasi Membuka .....	50
30. <i>Fbx File</i> .....	50
31. Mengunggah Gambar Target ( <i>Marker</i> ) .....	52
32. Menambahkan <i>Assets</i> .....	53
33. Menambahkan Objek 3D .....	53
34. Menambahkan <i>Animator Controller</i> .....	54
35. Membuat <i>Virtual Button</i> .....	54
36. Build APK .....	55
37. Tampilan Home .....	56
38. Tampilan Menu Utama .....	56
39. Tampilan Menu Prisma dan Limas .....	57
40. Tampilan Objek 3D pada <i>Side Marker</i> .....	58
41. Animasi <i>Nets of 3D shape</i> ; (i) Membuka; (ii) Menutup .....	58
42. Kombinasi <i>Nets of 3D shape</i> kubus .....	59
43. Kombinasi <i>Nets of 3D shape</i> balok .....	60
44. Kombinasi <i>Nets of 3D shape</i> Prisma Segi enam .....	60
45. <i>Virtual Button</i> .....	61
46. Persentase Kombinasi <i>Nets of 3D Shapes</i> pada Aplikasi .....	62
47. <i>Pie Chart</i> Tingkat Kesukaran <i>Pretest</i> .....	74
48. <i>Pie Chart</i> Tingkat Kesukaran <i>Posttest</i> .....	75
49. Daya Beda <i>Pretest</i> .....	76
50. Persentase Kenaikan Nilai Berdasarkan Jenis Kelamin .....	77
51. Grafik Responden Berdasarkan Usia .....	78
52. Grafik Familiaritas Responden Terhadap AR .....	79
53. Rata-rata Total Nilai <i>Posttest</i> .....	80
54. Perbandingan Nilai <i>N-Gain</i> .....	81
55. Grafik Persentase Tanggapan Responden Kriteria Nomor 4 .....	85
56. Grafik Persentase Tanggapan Responden Kriteria Nomor 6 .....	86
57. Grafik Persentase Tanggapan Responden Kriteria Nomor 19 .....	87

58. Observasi dan Wawancara Ketika Pengujian .....	88
59. Aplikasi AR 3DNETS pada Google Play Store .....	89
60. Pengerjaan <i>Pretest</i> .....	144
61. Pemberian <i>Marker</i> Kepada Siswa.....	144
62. Uji Coba Aplikasi AR 3DNETS .....	144
63. Pengerjaan <i>Posttest</i> .....	145
64. Foto Bersama .....	145

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Wawancara.....	96
2. Surat Keterangan Wawancara.....	97
3. Objek 3D Animasi <i>Nets of 3D Shapes</i> .....	98
4. <i>UI Scripts</i> .....	105
5. <i>Virtual Button Scripts</i> .....	109
6. Kisi-kisi Soal <i>Pretest/Posttest</i> .....	113
7. Soal <i>Pretest/Posttest</i> .....	114
8. Kunci Jawaban <i>Pretest/Posttest</i> .....	120
9. Kisi-kisi Kuesioner Penerapan Aplikasi AR 3DNETS .....	121
10. Kuesioner Penerapan Aplikasi AR 3DNETS.....	122
11. Pengujian (Validasi) Instrumen Penelitian.....	124
12. Surat Permohonan Validasi.....	133
13. Data Mentah Penelitian .....	136
14. Deskripsi Data <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen (Media AR 3DNETS).....	139
15. Deskripsi Data <i>Pretest</i> Kelas Kontrol (Media Konvensional).....	139
16. Deskripsi Data <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen (Media AR 3DNETS).....	140
17. Deskripsi Data <i>Posttest</i> Kelas Kontrol (Media Konvensional) .....	140
18. Surat Izin Penelitian .....	143
19. Dokumentasi Pengerjaan <i>Pretest</i> .....	144
20. Dokumentasi Pemberian <i>Marker</i> Kepada Siswa.....	144
21. Dokumentasi Percobaan Aplikasi AR 3DNETS.....	144
22. Dokumentasi Pengerjaan <i>Posttest</i> .....	145
23. Foto Bersama Siswa dan Wali Kelas 6A SDN 8 Negeri Katon.....	145
24. Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....	146
25. <i>Marker</i> .....	152

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Nets of 3D shapes* adalah sub-unit materi matematika yang penting dan wajib dipelajari oleh siswa sekolah dasar khususnya pada kelas 5 dan 6. *Nets of 3D shapes* adalah pola suatu *3D shapes*, sehingga jika sisinya dihubungkan maka akan terbentuk sebuah *3D shapes*. Pada materi tersebut, siswa dituntut agar dapat membayangkan *nets of 3D shapes* secara intuitif, serta dapat memahami komponen-komponen penyusun *3D shapes* (Harta, 2011). Materi tersebut cukup sulit untuk dipahami bagi siswa sekolah dasar karena penyampaiannya terbatas melalui buku teks yang berisi gambar dua dimensi. Hal ini dikarenakan materi tersebut cenderung bersifat abstrak dan sulit untuk dibayangkan jika tidak menggunakan alat peraga. Suatu media pembelajaran yang interaktif dibutuhkan siswa untuk membantu berinteraksi secara langsung dengan objek yang dipelajari.

Salah satu media pembelajaran yang interaktif untuk materi *nets of 3D shapes* yaitu media pembelajaran berbasis AR. *Augmented reality* (AR) merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (*realtime*), serta terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata (Lolowang, Lumenta, & Putro, 2017). AR dapat menghadirkan solusi interaktif dengan cara memvisualisasikan *nets of 3D shapes* secara 3D pada dunia nyata dan dapat diinteraksikan oleh siswa sekolah dasar menggunakan *smartphone*.

Media pembelajaran adalah salah satu faktor yang dapat menciptakan pembelajaran matematika menjadi lebih mudah dan menyenangkan. Hal tersebut senada dengan pendapat Hafi & Supardiyono, maraknya

perkembangan teknologi di era 5.0 ini dapat dimanfaatkan guna menciptakan media belajar mengajar yang dapat mengatasi kejenuhan dalam pembelajaran serta dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Hafi & Supardiyono, 2018).

Aplikasi AR yang interaktif adalah aplikasi yang dapat membangun hubungan antara manusia dengan objek 3D virtual sedekat mungkin, sehingga pengguna dapat merasakan sensasi menggerakkan objek secara nyata. Pada umumnya, aplikasi AR yang telah dikembangkan hanya menggunakan *marker* ataupun *image tracking*, sehingga dibutuhkan inovasi untuk membuat objek 3D virtual yang ditampilkan tidak hanya sekadar dilihat saja melainkan dapat digenggam dan diinteraksikan secara nyata.

Pemanfaatan *augmented reality* sebagai media pembelajaran *nets of 3D shapes* telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Penelitian Farisi & Pratamasunu (2018) tentang media pembelajaran interaktif jaring-jaring kubus dan balok berbasis *mobile augmented reality* layak digunakan sebagai pengganti media konvensional. Namun jumlah bangun yang dieksplorasi pada penelitian ini masih terbatas yaitu hanya menampilkan dua jenis *3D shapes*. Pada Google Play Store ada satu aplikasi *nets of 3D shapes* yaitu AGAR (*Amazing Geometry Augmented Reality*) yang dikembangkan oleh Universitas Multimedia Nasional. Aplikasi tersebut menampilkan berbagai informasi seperti objek *3D shapes*, penjelasan sifat dan rumus *3D shapes*, serta objek 3D virtual *nets of 3D shapes*. Aplikasi tersebut menggunakan *2D image* sebagai *marker* dan menampilkan 5 jenis *3D shapes*, yaitu balok, kubus, kerucut, limas, dan tabung. Namun, objek yang ditampilkan pada aplikasi tersebut hanya berupa dua dimensi dan tidak dapat diinteraksikan oleh pengguna. Selain dari kedua aplikasi tersebut, aplikasi AR *3D shapes* telah banyak dikembangkan seperti penelitian Fatimatuzzahro, Masyhud, & Alfarisi (2021) mengenai pengembangan media pembelajaran berbasis AR pada materi Volume *3D shapes*. Penelitian tersebut menghasilkan aplikasi Android yang dapat menampilkan berbagai jenis *3D shapes* seperti balok, kubus, limas, dan lainnya secara 3D menggunakan komik MASIK sebagai *marker*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa media

pembelajaran AR yang dikembangkan dapat meningkatkan keefektifan terhadap kegiatan belajar dan mengajar pada materi Volume *3D shapes*. Penelitian mengenai implementasi AR pada pembelajaran matematika mengenal *3D shapes* dengan metode *Marker Based Tracking* oleh Saputri & Sibarani (2020) juga berhasil mengembangkan aplikasi Android yang dapat memvisualisasikan *3D shapes* ke dalam bentuk 3 dimensi yang terdiri dari 7 jenis, yaitu balok, bola, kerucut, limas, kubus, prisma, dan tabung. Hasil dari penelitian tersebut membuktikan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat membantu pembelajaran *3D shapes* dengan baik yang telah diuji coba kepada 30 siswa MTs. Penelitian oleh Yang *et al.* (2022) menghasilkan media pembelajaran matematika pengenalan *3D shapes* dan *2D shapes* menggunakan teknologi AR berbasis Android untuk siswa kelas 2 sekolah dasar. Aplikasi tersebut dapat menampilkan 4 jenis *3D shapes* yaitu kubus, balok, tabung, dan bola dengan cara memindai *marker 2D*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan sebagai alternatif bagi siswa kelas 2 sekolah dasar untuk dapat memanfaatkan *smartphone* sebagai media pembelajaran matematika dengan teknologi AR. Namun, penelitian-penelitian tersebut tidak menyertakan sub-unit materi *nets of 3D shapes* yang sebenarnya lebih membutuhkan teknologi AR untuk memvisualisasikan struktur dan komponen-komponen dari *3D shapes* tersebut.

Berdasarkan penelitian di atas, AR dapat digunakan untuk pengembangan media pembelajaran *nets of 3D shapes*. Metode yang digunakan adalah *marker-based tracking* yaitu metode *augmented reality* yang beroperasi dengan mengenali *marker* dan mengidentifikasi pola dari *marker* tersebut untuk memvisualisasikan suatu objek virtual ke *real environment* dalam waktu yang nyata. Pada penelitian ini, *object marker* yang digunakan adalah *paper cone* agar memberikan efek nyata kepada pengguna seakan sedang membawa objek 3D virtual tersebut. Saat kamera diarahkan pada *paper cone*, objek 3D *nets of 3D shapes* akan tampil pada layar *smartphone* yang dapat digerakkan, diperbesar, diperkecil, dan diputar 360° sesuai dengan keinginan siswa dengan

menggerakkan *paper cone* tersebut. Aplikasi AR 3DNETS ini akan membuat proses pembelajaran terasa seru dan tidak membosankan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana mengembangkan media pembelajaran interaktif *augmented reality* pada materi *nets of 3D shapes* berbasis android untuk siswa sekolah dasar menggunakan *3D object marker*.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah, antara lain sebagai berikut:

- a. Aplikasi ini dibuat menggunakan teknologi *augmented reality* (AR) dan *paper cone* sebagai *3D object marker*.
- b. Aplikasi dapat menampilkan objek 3D virtual serta animasi membuka dan menutup *nets* dari 11 macam *3D shapes*.
- c. *3D shapes* yang digunakan tidak lebih dari 6 sisi atau hanya sampai segi enam beraturan.
- d. Kombinasi *nets of 3D shapes* yang ditampilkan hanya dibatasi sebanyak 30 secara keseluruhan.
- e. Aplikasi hanya berfokus untuk menampilkan *nets of 3D shapes* secara interaktif, tidak termasuk dengan penjelasan sifat-sifat *3D shapes* dan sebagainya.
- f. Aplikasi ini dibuat berdasarkan kurikulum pembelajaran matematika kelas 5 dan 6 sekolah dasar.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan aplikasi AR 3DNETS berbasis android dengan metode *marker-based tracking* dan *paper cone* sebagai *3D Object Marker*.
- b. Mengetahui kelayakan aplikasi AR 3DNETS sebagai media pembelajaran interaktif *nets of 3D shapes* untuk siswa sekolah dasar.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah manfaat dari adanya penelitian ini:

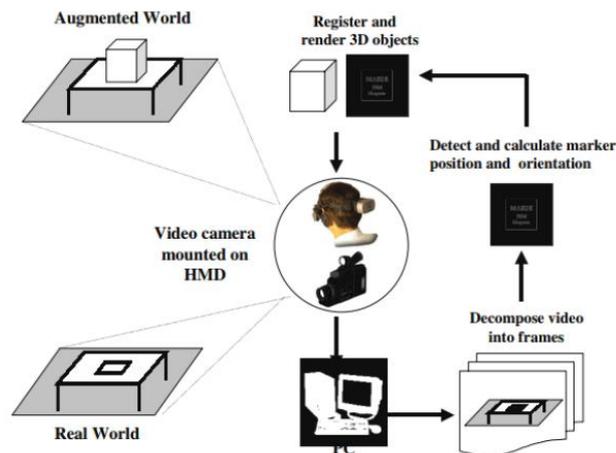
- a. Aplikasi dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang interaktif untuk meningkatkan pemahaman materi *nets of 3D shapes*.
- b. Aplikasi pembelajaran ini diharapkan dapat menjadi suplemen media belajar *3D shapes* bagi siswa SD khususnya bagi siswa kelas 5 dan 6.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Augmented Reality*

Dalam karya ilmiah yang berjudul *A survey of Augmented Reality*, Azuma (1997) menjelaskan bahwa *augmented reality* adalah teknologi yang dapat menggabungkan objek-objek maya yang dihasilkan oleh komputer dengan benda-benda yang ada di dunia nyata, dan dalam waktu yang nyata. *Augmented reality* adalah suatu teknologi yang dapat mengubah lingkungan sekitar pengguna menjadi *interface* digital yang tidak bisa dilihat dan dirasakan oleh orang lain dengan menempatkan objek virtual di dunia nyata secara *real-time* baik itu gambar, animasi, dan suara (Merel, 2016).

Dengan kemampuan yang canggih, *augmented reality* membuka peluang untuk pemanfaatan yang tidak terbatas. Perkembangan yang pesat dengan pertumbuhan pasar yang semakin luas mendorong para peneliti untuk terus mengembangkan teknologi *augmented reality*. *Hardware* minimum yang diperlukan untuk menerapkan *augmented reality* di antaranya yaitu kamera, *display*, dan *processor*. Kamera berfungsi untuk menangkap dunia nyata yang kemudian akan diolah oleh *processor*. *Processor* bertugas untuk menambahkan objek virtual ke dunia nyata yang telah ditangkap oleh kamera. Hasil dari tahap sebelumnya kemudian ditampilkan melalui *display*. Algoritma untuk menambahkan objek virtual pada teknologi *augmented reality* pada umumnya berawal dari pendeteksian *interest point* pada citra yang ditangkap oleh kamera, yang biasa disebut *marker*. Kemudian, dari *interest point* tersebut diperoleh koordinat yang akan digunakan untuk mengatur posisi dan rotasi saat penambahan objek virtual (Farisi & Pratamasunu, 2018). Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur umum algoritma AR (Farisi & Pratamasunu, 2018)

Berikut ini adalah keunggulan dari teknologi *augmented reality* menurut (Patkar, Singh, & Birje, 2013):

- a. Interaksi lebih terasa nyata.

Pengguna dapat melakukan interaksi terhadap objek virtual tersebut secara langsung, oleh karena objek virtual ditampilkan secara langsung ke layar perangkat pengguna.

- b. Implementasinya lebih murah.

*Augmented Reality* tidak membutuhkan suatu perangkat khusus seperti VR yang memerlukan *virtual reality headset* sebagai perangkat tambahan dalam implementasinya, sehingga membuat penerapan sistem AR jauh lebih murah.

- c. Lebih ringan dan memiliki kemungkinan lebih kecil terhadap *lag*.

Pada VR, dunia virtual harus di-*render* oleh *VGA Card* secara menyeluruh, sedangkan pada AR sistem hanya akan me-*render* sebuah objek tertentu saat melihat *marker* atau saat berada pada lokasi yang tepat, sehingga hal tersebut membuat sistem AR jauh lebih ringan, serta kemungkinan *lag* saat menjalankan sistem menjadi jauh lebih kecil.

## 2.2 *Nets of 3D shapes*

Menurut Soenarjo (2008), *nets of 3D shapes* terdiri dari beberapa rangkaian *2D shapes*. *Nets* (jaring-jaring) dapat dibuat dari berbagai *3D shapes*. Sebuah kotak memiliki rusuk, rusuk-rusuk tersebut juga bagian dari *nets*. Jika sebuah kotak dibuka, maka akan terbentuk *nets*.

### 2.2.1 Kompetensi Dasar Materi *Nets of 3D shapes*

Pelajaran matematika sub-materi *nets of 3D shapes* dipelajari pada kelas 5 dan 6 sekolah dasar. Berdasarkan buku paket Belajar Bersama Temanmu Matematika untuk SD Kelas V Volume 2 kurikulum merdeka oleh Kemendikbud, *nets of 3D shapes* memiliki tujuan unit dan subunit pembelajaran pada Tabel 1 (Tosho, 2021).

Tabel 1. Tujuan Unit dan Subunit Pembelajaran (Tosho, 2021)

Tujuan Unit Pembelajaran	Tujuan Subunit
[1] Membantu peserta didik memahami gambar <i>3D shapes</i> melalui kegiatan seperti observasi dan komposisi gambar.	Memahami definisi, persamaan, dan komponen penyusun prisma dan tabung.
[2] Mengetahui tentang prisma dan tabung.	
[3] Dapat menggambar sketsa dan jaring-jaring.	

### 2.2.2 Materi *Nets of 3D shapes*

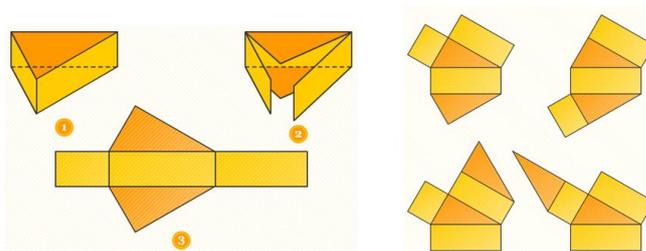
Menurut Farisi & Pratamasunu (2018), *nets* adalah pembelahan suatu bangun yang berkaitan sehingga jika digabungkan akan menjadi suatu *3D shapes* tertentu. Ada dua cara untuk mencari *nets of 3D shapes*, yang pertama yaitu dengan membuka *3D shapes* tersebut yang kedua adalah dengan cara menyalin bentuk dari sisi *3D shapes* tersebut. Terdapat banyak kemungkinan atau kombinasi *nets* yang dapat dibentuk. Berikut ini adalah berbagai kombinasi yang dapat dibentuk dari masing-masing *3D shapes*.

### 2.2.2.1 Prisma

Prisma adalah *3D shapes* yang dibatasi oleh dua bidang sejajar yang saling kongruen dan beberapa bidang lain yang memotong kedua bidang tersebut menurut garis-garis yang sejajar. Prisma merupakan *3D shapes* yang memiliki dua sisi berhadapan yang sejajar dan kongruen serta sisi-sisi lain yang tegak lurus dengan kedua sisi berhadapan tersebut (Marsigit *et al.*, 2011).

#### a. Prisma Segitiga

Segitiga adalah *2D shapes* yang dibatasi oleh tiga buah sisi dan mempunyai tiga buah titik sudut, sehingga prisma segitiga adalah bangun yang alasnya berbentuk segitiga, serta memiliki 5 buah sisi yang terdiri dari 3 sisi tegak, 1 sisi alas, dan 1 sisi penutup, memiliki 6 titik sudut dan 9 rusuk (Wijayanti, 2014). *Nets* prisma segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.



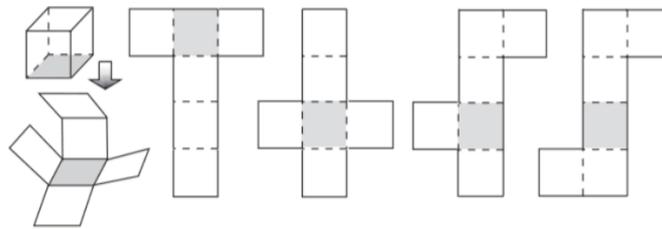
Gambar 2. *Nets* Prisma Segitiga (Kristanto, 2013)

#### b. Prisma Segi Empat

Prisma segi empat atau yang biasa disebut kubus merupakan *3D shapes* tiga dimensi yang mana mempunyai alas serta atap yang bentuknya segi empat dan mempunyai selimut sisi samping yang bentuknya persegi panjang. (Wijayanti, 2014)

##### - Kubus

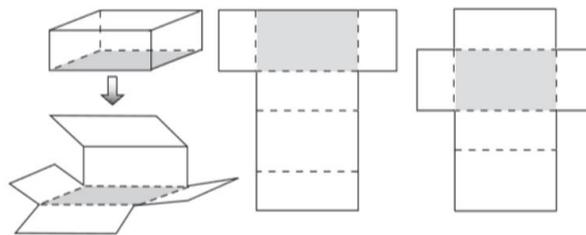
Menurut Soenarjo (2008), kubus adalah prisma siku-siku khusus. Semua sisinya berupa persegi atau bujur sangkar yang sama. Struktur dan beberapa kombinasi *nets* kubus dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Nets* Kubus (Soenarjo, 2008)

- Balok

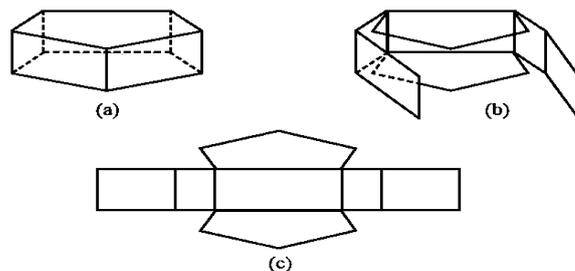
Menurut Soenarjo (2008), balok adalah *3D shapes* yang bagian atas dan bagian bawah sama. Struktur dan beberapa kombinasi *nets* balok ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Nets* Balok (Soenarjo, 2008)

c. Prisma Segi Lima

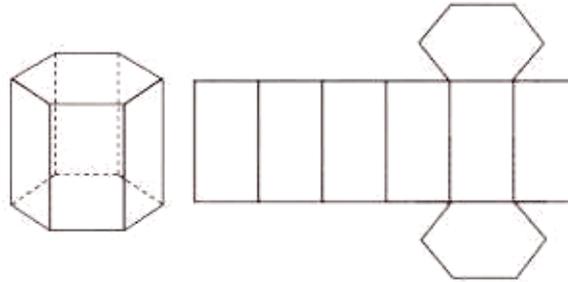
Prisma segi lima, dinamakan prisma segi lima dikarenakan bentuk alasnya merupakan atau berbentuk segi lima. Prisma ini memiliki 10 buah titik sudut, 15 rusuk dengan 5 rusuk tegak, 7 buah sisi dengan 5 buah sisi berada di samping berbentuk persegi panjang dan 2 buah sisi lain berada di alas dan atap berbentuk segi lima (Datulengken, 2021). *Nets* prisma segi lima dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Nets* Prisma Segi lima (Datulengken, 2021)

d. Prisma Segi Enam

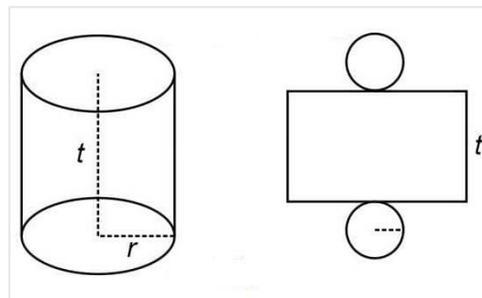
Sama seperti prisma segi lainnya, prisma segi enam merupakan prisma yang bentuk alasnya merupakan atau berbentuk segi enam (Datulengken, 2021). Struktur dan kombinasi *nets* prisma segi enam ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *Nets* Prisma Segi enam (Amin, 2022a)

e. Prisma Lingkaran (Tabung)

Tabung merupakan *3D shapes* yang dibatasi oleh dua lingkaran sejajar yang sama (bentuk dan ukurannya sama) dan sebuah selimut berbentuk persegi panjang (Junaidi & Siswono, 2006). *Nets* tabung dapat dilihat pada Gambar 7.



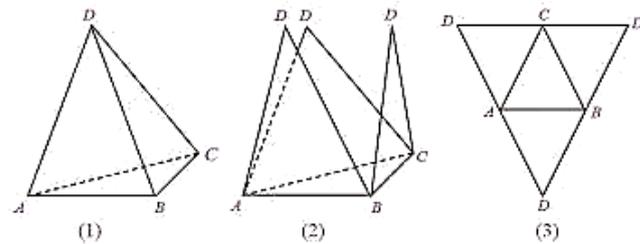
Gambar 7. *Nets* Tabung (Felisia, 2021)

### 2.2.2.2 Limas

Menurut Nuharini & Wahyuni (2008), limas adalah *3D shapes* yang alasnya berbentuk segi banyak (segitiga, segi empat, dan lainnya) dan bidang sisi tegaknya berbentuk segitiga yang berpotongan pada satu titik. Berikut ini adalah jenis-jenis limas (Nuharini & Wahyuni, 2008):

a. Limas Segitiga

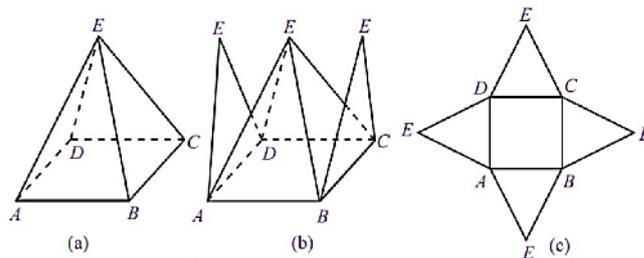
*3D shapes* limas segitiga adalah sebuah *3D shapes* yang memiliki alas berbentuk segitiga. *Nets* limas segitiga ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Nets* Limas Segitiga (Ghani, 2023)

b. Limas Segi empat

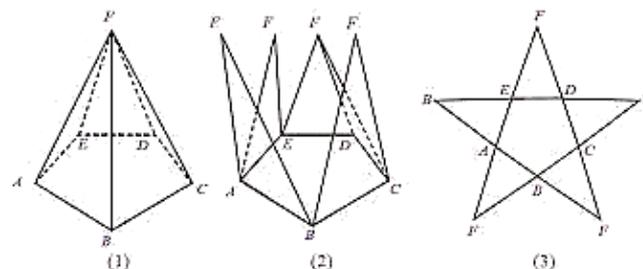
Limas segi empat adalah limas yang alasnya berbentuk segi empat. Limas segi empat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Nets* Limas Segi empat (Sulistiawati, 2016)

c. Limas Segi lima

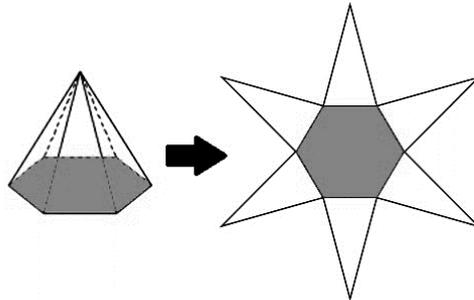
Limas segi lima adalah limas yang alasnya berbentuk segi lima. Limas ini memiliki 6 sisi, 6 titik sudut, dan 10 rusuk. Limas segi lima dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Nets* Limas Segi lima (Sulistiawati, 2016)

d. Limas Segi enam

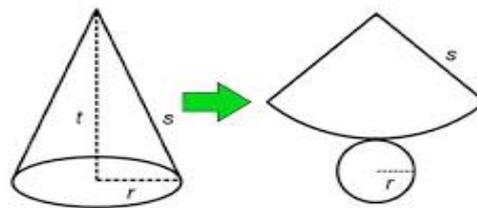
*3D shapes* limas segi enam adalah sebuah *3D shapes* yang memiliki alas berbentuk segi enam. Bangun ini memiliki 7 sisi, 7 titik sudut, dan 12 rusuk. *Nets* limas segi enam ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Limas Segi enam (Sulistiawati, 2016)

e. Limas Lingkaran (Kerucut)

Kerucut adalah *3D shapes* yang dibatasi oleh sisi alas berbentuk lingkaran dan selimut kerucut yang bertemu di titik puncak kerucut (Junaidi & Siswono, 2006). *Nets* kerucut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Nets* Kerucut (Amin, 2022b)

### 2.3 Unity3D

Unity3D adalah sebuah alat atau *tools* yang terintegrasi untuk membuat bentuk objek 3D pada *video games* atau untuk hal interaktif lainnya seperti visualisasi arsitektur dan animasi *3D real-time*. *Environment* dari pengembangan Unity3D berjalan pada Microsoft Windows dan Mac Os. Aplikasi yang dibuat oleh Unity 3D dapat berjalan pada Windows, Mac, iPad, iPhone Playstation 3, Xbox 360, Wii, serta platform Android (Sudyatmika *et al.*, 2014).

Unity3D adalah salah satu *game engine* yang mudah digunakan, dengan hanya membuat objek dan memberikan fungsi untuk menjalankan objek tersebut. Dalam setiap objek terdapat variabel, variabel inilah yang harus dipahami agar dapat membuat *game* atau aplikasi yang berkualitas. Berikut ini adalah bagian-bagian dalam Unity3D (Tjahyadi *et al.*, 2014):

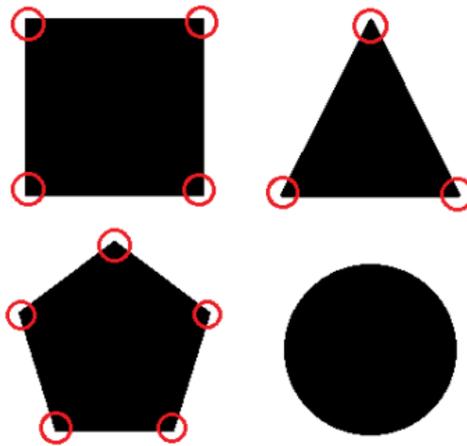
- a. *Asset*, yaitu tempat penyimpanan dalam Unity yang menyimpan suara, gambar, video, dan tekstur.
- b. *Scenes*, yaitu area yang berisikan konten-konten dalam *game*, seperti membuat sebuah level, membuat menu, tampilan tunggu, dan sebagainya.
- c. *Game Objects*, yaitu material dalam *assets* yang dipindah ke dalam *scenes*, yang dapat digerakkan, diatur ukurannya, serta diatur rotasinya.
- d. *Components*. yaitu reaksi baru bagi objek seperti *collision*, memunculkan partikel dan sebagainya.
- e. *Script*. Terdapat 3 macam *script* yang dapat digunakan dalam Unity, yaitu Javascript, C# dan BOO.
- f. *Prefabs*, yaitu tempat untuk menyimpan satu jenis *game objects*, sehingga mudah untuk diperbanyak.

## 2.4 Vuforia

Vuforia merupakan *Software Development Kit* (SDK) paling populer untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* (AR) pada berbagai pilihan perangkat. Unity Vuforia memiliki fitur-fitur utama seperti *tracking*, *image recognition*, *object recognition*, *text recognition*, *video playback* (Grahn, 2017). Fitur-fitur utama dari unity Vuforia menurut (Grahn, 2017) yaitu:

### 2.4.1 *Tracking*

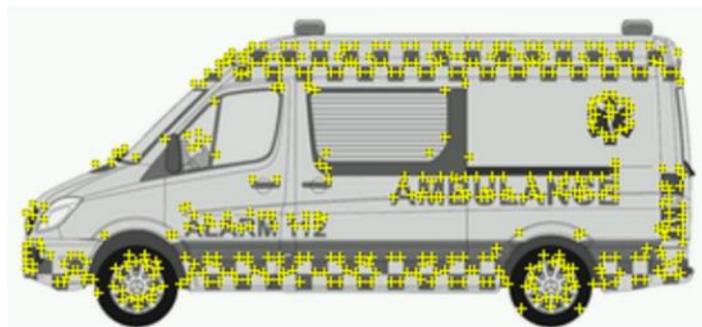
Vuforia tidak menjelaskan secara detail bagaimana algoritma *tracking* berfungsi, tetapi menggunakan beberapa variasi *tracking* fitur alami. Fitur alami dalam gambar biasanya detail yang tajam seperti sudut kontras yang tinggi atau ujung-ujung dalam gambar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. *Tracking* (Grahn, 2017)

#### 2.4.2 *Image Recognition*

Dengan menggunakan *manager target*, *developer* atau *user* dapat menentukan target gambar menggunakan gambar pilihan apapun, seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. *Image Recognition* (Grahn, 2017)

#### 2.4.3 *Object Recognition*

*Object recognition* menggunakan *tracking* fitur alami (*natural features*) pada intinya, proses menciptakan *3D object target* sangat berbeda dengan *image target*. *Image Target* memetakan fitur dalam 2D dengan menganalisis *pixel* dari gambar yang disediakan untuk *manager target*, sedangkan *3D object target* memiliki sumbu ketiga untuk dipertimbangkan. *Object target* memungkinkan *user* untuk melihat

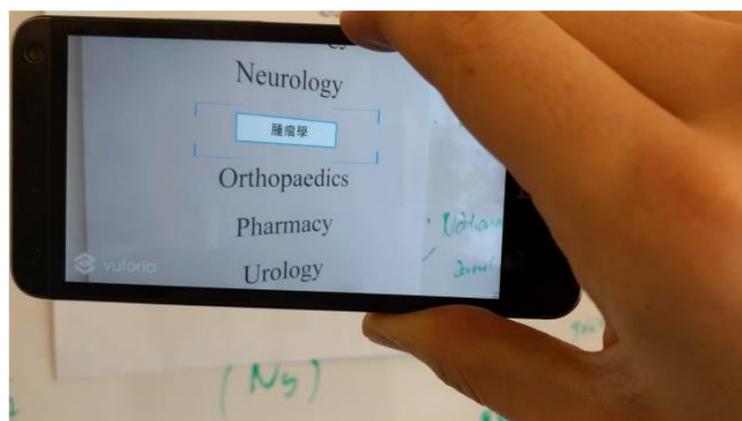
objek *augmented* dari beberapa sudut sementara objek target mempertahankan pelacakannya, seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. *Object Recognition* (Grahn, 2017)

#### 2.4.4 *Text Recognition*

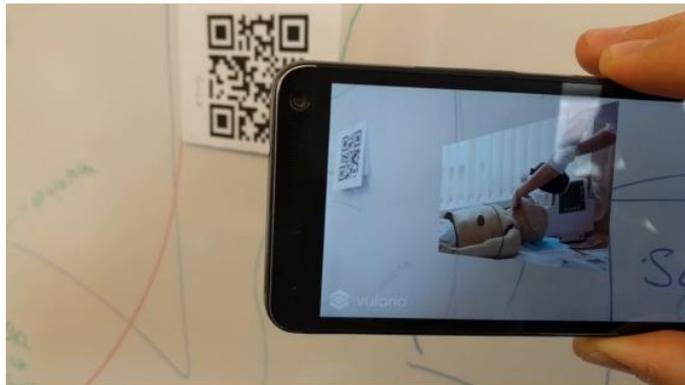
Komponen *text recognition* atau pengenalan text dari Vuforia dimungkinkan oleh sesuatu yang disebut “*text recognition engine*” dan tidak ada spesifikasi yang tersedia dari “*engine*” tersebut. Pengenalan teks pada perangkat seluler diaktifkan oleh *Optical Character Recognition* atau pengenalan karakter optik. Berikut ini contoh *vuforia’s text recognition engine* yang dapat mendeteksi target gambar biasa, dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. *Text Recognition* (Grahn, 2017)

### 2.4.5 Video Playback

Kemampuan lain dari fitur Vuforia yaitu menambahkan target dengan memutar video. Video dapat diputar dalam layar penuh atau di-render menjadi tekstur. *Rendering* video ke tekstur hanya didukung oleh Android 4.0 ke atas seperti yang dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. *Video Playback* (Grahn, 2017)

## 2.5 Blender

Blender adalah *software open source* yang berkembang di bawah *General Public License (GNU)* untuk membuat *3D graphics* (Akbar, Syahrul, & Malik, 2019). Blender merupakan sebuah *software* pengolah 3 dimensi dan animasi yang *compatible* atau dapat dijalankan pada beberapa sistem operasi, seperti Windows, Machintos, IRIX, Solaris, NetBSD, FreeBSD, OpenBSD, dan Linux. Blender 3D memiliki banyak keunggulan (Bentelu, Sentinuwo, & Lantang, 2016) yaitu sebagai berikut:

- a. *Interface user friendly* dan tertata rapi.
- b. *Tool* untuk membuat objek 3D lengkap meliputi *modeling, UV mapping, texturing, rigging, skinning, animasi, particle* dan simulasi lainnya, *scripting, rendering, compositing, post production* dan *game creation*.
- c. *Cross Platform*, dengan uniform GUI dan mendukung semua platform.
- d. Kualitas arsitektur 3D berkualitas tinggi dan dapat dikerjakan dengan lebih cepat dan efisien.
- e. Dukungan yang aktif melalui forum dan komunitas.

## 2.6 Marker Based Tracking

*Marker based tracking* merupakan metode yang digunakan dalam penerapan *augmented reality* yang berfungsi untuk mengenali *marker* dan mengidentifikasi pola dari *marker* tersebut. Ketika *marker* dikenali oleh perangkat lunak *augmented reality*, maka perangkat lunak akan menampilkan objek maya di atas *marker*. Data *marker* biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih (Chari, Jawahar, & Narayanan, 2008).

Beberapa fitur pengenalan objek yang dimiliki Vuforia, yaitu sebagai berikut (Vuforia Developer Library, 2022).

### 1.) *Image target*

*Image target* adalah gambar yang dapat dideteksi dan dilacak oleh *vuforia engine*. Spesifikasi dari gambar yaitu berupa JPG atau PNG dalam RGB atau *grayscale*. Fitur yang diekstrak dari gambar-gambar tersebut akan disimpan di *cloud* atau *database* perangkat dan dapat diunduh.

### 2.) *Multi Targets*

*Multi targets* adalah kumpulan dari beberapa *image target* yang digabungkan ke dalam pengaturan geometris yang ditentukan seperti kotak. Dalam hal ini, memungkinkan pelacakan dan deteksi dari semua sisi objek.

### 3.) *Cylinder target*

*Cylinder target* dapat mendeteksi dan melacak gambar yang dibungkus menjadi bentuk tabung atau kerucut. *Vuforia Engine* dapat melacak sisi serta bagian atas dan bawah *cylinder target* yang rata. Contoh target yang berbentuk silinder misalnya botol, cangkir, kaleng soda, dan lain sebagainya.

### 4.) *Objek Recognition*

Pengenalan objek memungkinkan untuk mendeteksi dan melacak objek 3D yang rumit, khususnya mainan (seperti *action figure*, dan kendaraan) dan produk konsumen kecil lainnya. Objek dengan ukuran lebih kecil dari 2 cm akan sulit untuk menangkap fitur yang dimilikinya dan mengakibatkan pelacakan tidak stabil.

### 5.) VuMarks

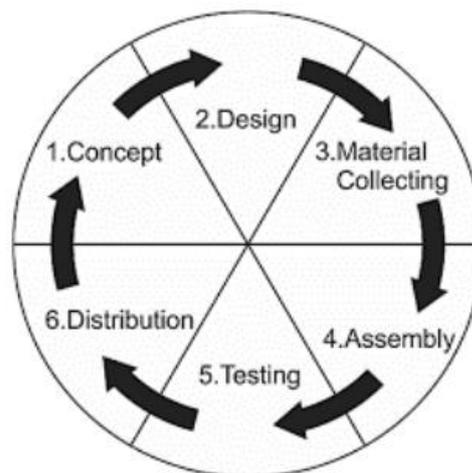
VuMarks adalah *marker* yang dirancang agar dapat menyandikan berbagai format data. VuMarks mendukung identifikasi unik dan pelacakan untuk aplikasi *augmented reality*.

### 6.) Model Target

*Model target* memungkinkan aplikasi untuk mengenali dan melacak objek tertentu di dunia nyata berdasarkan bentuk objek tersebut. Berbagai macam objek dapat digunakan sebagai *model target*, dari peralatan rumah tangga dan mainan, kendaraan, hingga peralatan industri skala besar dan bahkan *landmark* arsitektur.

## 2.7 MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*)

Menurut Suhardi (2018), metode MDLC adalah metode yang cocok untuk merancang dan mengembangkan sebuah aplikasi media yang merupakan gabungan dari gambar, animasi, dan lainnya. Terdapat enam tahapan pada metode MDLC, di antaranya yaitu: *Concept* (Konsep), *Design* (Perancangan), *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan), *Assembly* (Pembuatan), *Testing* (Pengujian), dan *Distribution* (Distribusi) yang ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Tahapan Metode MDLC (Mustika, Sugara, & Pratiwi, 2018)

Keenam tahap tersebut tidak harus berurutan dan dapat saling bertukar posisi. Meski begitu, tahap konsep harus selalu menjadi tahap pertama yang harus dikerjakan (Mustika, Sugara, & Pratiwi, 2018).

### **2.7.1 Concept (Konsep)**

*Concept* merupakan tahap untuk menentukan tujuan dari pembuatan aplikasi, menentukan siapa pengguna dari aplikasi yang di rancang tersebut, serta menganalisa kebutuhan pada aplikasi.

### **2.7.2 Design (Perancangan)**

Tahap ini terdapat proses pembuatan rancangan mengenai struktur program, gaya atau tema, tampilan, serta kebutuhan dalam pembuatan aplikasi.

### **2.7.3 Material Collecting**

*Material collecting* adalah tahap untuk pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Bahan-bahan tersebut di antaranya seperti gambar, *icon*, animasi, objek 3D, dan lain sebagainya yang dapat diperoleh secara gratis atau dengan pemesanan kepada pihak lain sesuai dengan rancangannya. Tahap ini dapat dikerjakan paralel dengan tahap *assembly*. Pada beberapa kasus, tahap *material collecting* dan tahap *assembly* akan dikerjakan secara *linear* tidak *parallel*.

### **2.7.4 Assembly (Pembuatan)**

Tahap *assembly* (pembuatan) adalah tahap dimana semua objek atau bahan multimedia dibuat. Pembuatan aplikasi didasarkan pada tahap design, seperti desain *interface*, *flowchart*, dan lainnya.

### **2.7.5 Testing (Pengujian)**

Tahap *testing* (pengujian) dilakukan setelah menyelesaikan tahap pembuatan (*assembly*) dengan menjalankan aplikasi kemudian dilihat dan dicari apakah terdapat kesalahan (*error/bug*) atau tidak. Tahap pertama pada *testing* disebut juga sebagai *alpha testing* yang pengujiannya dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuatnya sendiri. Setelah lolos dari *alpha test*, akan dilakukan *beta test* yang melibatkan pengguna.

### **2.7.6 Distribution**

Tahap ini aplikasi akan disimpan dalam suatu media penyimpanan. Jika media penyimpanan tidak cukup untuk menampung aplikasinya, maka akan dilakukan kompresi terhadap aplikasi. Tahap ini juga dapat disebut tahap evaluasi untuk pengembangan produk yang sudah jadi agar menjadi lebih baik lagi.

## **2.8 Jenis dan Desain Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *quasi experiment* (eksperimen semu) dengan *Nonequivalent Control Group Design*. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan kepada kelompok eksperimen dan menyediakan kelompok kontrol sebagai pembandingnya. Jenis penelitian *quasi experiment* cocok digunakan pada penelitian pendidikan yang menggunakan manusia sebagai subjek penelitian. Manusia tidak ada yang sama dan bersifat labil. Oleh sebab itu, variabel asing yang mempengaruhi perlakuan tidak bisa dikontrol secara ketat sebagaimana yang dikehendaki dalam penelitian berjenis eksperimen murni (Sugiyono, 2017).

## **2.9. Metode Pengumpulan Data**

### **2.9.1 Pretest**

Menurut Sudjana (1996), *pretest* atau tes awal adalah tes yang dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh manakah materi atau bahan pelajaran yang akan diajarkan telah dikuasai oleh siswa.

### **2.9.2 Posttest**

Menurut Sudjana (1996), *posttest* adalah tes yang dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui apakah semua materi yang tergolong penting sudah dapat dikuasai dengan sebaik-baiknya oleh siswa.

### 2.9.3 Kuesioner

Menurut Sugiyono (2017), kuesioner adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan sejumlah pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya.

## 2.10 Instrumen Penelitian

Menurut Anderson (1975), instrumen penelitian harus diukur validitas dan reabilitas datanya sehingga penelitian tersebut menghasilkan data yang valid dan reliabel. Uji validitas dalam penelitian ini menggunakan validitas konstruk (*construct validity*) untuk menyatakan sejauh mana skor-skor hasil pengukuran dengan suatu instrumen itu merefleksikan konstruk teoretik yang mendasari penyusunan instrumen tersebut (Suryabrata, 2000).

Instrumen tes dikatakan valid jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$  dan sebaliknya jika  $r_{hitung} < r_{tabel}$  maka butir soal tersebut tidak valid sehingga perlu dilakukan revisi atau tidak digunakan. Penentuan valid atau tidaknya instrumen tes dapat dilakukan berdasarkan kategori indeks validitas instrumen yaitu dengan mencocokkan nilai  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$  sesuai dengan Tabel 2. berikut (Arikunto, 2013).

Tabel 2. Kategori Indeks Validitas Instrumen (Arikunto, 2013)

Korelasi point biserial ( $r_{phi}$ )	Kategori
0,00 – 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Tinggi
0,81 – 1,00	Sangat Tinggi

### 2.10.1 Uji Validitas Soal *Pretest* dan *Posttest*

Korelasi *point biserial* digunakan untuk mengukur validitas soal *pretest* dan *posttest*. Uji validitas *point biserial* bisa juga disebut dengan uji validitas untuk soal pilihan ganda dimana instrumen tes dapat diukur dengan jawaban benar ataupun salah. Rumus Korelasi *Point Biserial* pada Persamaan 1 (Arikunto, 2013):

$$r_{phi} = \frac{Mp - Mt}{St} \sqrt{\frac{p}{q}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- $r_{phi}$  = Korelasi point biserial  
 $Mp$  = rata-rata skor subjek yang menjawab benar  
 $Mt$  = rata-rata skor total  
 $St$  = simpangan baku skor total  
 $p$  = proporsi siswa yang menjawab benar  
 $\quad = \frac{\text{jumlah siswa yang menjawab benar}}{\text{jumlah seluruh siswa}}$   
 $q$  = proporsi siswa yang menjawab salah  
 $\quad = 1 - p$

Jika menggunakan program IBM SPSS Statistics, analisis korelasi *point biserial* dapat dilakukan dengan *Reliability Analysis*.

### 2.10.2 Uji Validitas Kuesioner

Uji validitas kuesioner yang digunakan pada penelitian ini yaitu validitas isi (*content validity*). Sebuah kuesioner dikatakan memiliki validitas isi apabila penyusunan kuesioner disesuaikan dengan indikator-indikator (aspek) yang mengacu pada sumber pembelajaran (kompetensi dasar) yang digunakan oleh subjek penelitian atau dikonsultasikan pada pakarnya. Untuk mengetahui validitas kuesioner digunakan rumus korelasi pearson (*product moment*) pada Persamaan 2 (Sudijono, 2000).

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\}\{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- $r_{xy}$  = Koefisien korelasi Pearson  
 $\sum XY$  = Jumlah perkalian variabel X dan Y  
 $\sum X$  = Jumlah skor X  
 $\sum Y$  = Jumlah skor Y  
 $\sum X^2$  = Jumlah kuadrat skor X  
 $\sum Y^2$  = Jumlah kuadrat skor Y  
 $n$  = Jumlah subjek

Jika menggunakan program IBM SPSS Statistics, analisis korelasi pearson dapat dilakukan dengan uji *Correlate-Bivariate*.

### 2.10.3 Uji Reliabilitas

Menurut Indrawati (2015), reliabilitas adalah mengenai tingkat kepercayaan, keterandalan, konsistensi, atau kestabilan hasil suatu pengukuran. Berdasarkan Riduwan (2010), formula *Cronbach's Alpha* dapat digunakan untuk menguji reliabilitas instrumen penelitian. *Cronbach's Alpha* adalah rumus matematis yang digunakan untuk menguji tingkat reliabilitas ukuran, dimana suatu instrumen dapat dikatakan handal (reliabel) bila memiliki koefisien keandalan atau *alpha* sebesar 0,6 atau lebih. Untuk mengukur reliabilitas soal *pretest-posttest* serta kuesioner digunakan rumus *Cronbach alpha* pada Persamaan 3 (Arikunto, 2007).

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- $r_{11}$  = Reliabilitas
- $\sum \sigma_i^2$  = Jumlah varians skor setiap item/butir
- $\sigma_t^2$  = varian total

Jika menggunakan program IBM SPSS Statistics, analisis *chronbach's alpha* dapat dilakukan dengan *Reliability Analysis*. Kemudian hasil  $r_{11}$  dikategorikan dalam indeks reliabilitas instrumen yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kategori Indeks Reliabilitas Instrumen (Arikunto, 2007)

Nilai $r_{11}$	Kategori
0,00 – 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Tinggi
0,81 – 1,00	Sangat Tinggi

#### 2.10.4 Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran soal digunakan untuk menentukan tingkat kesulitan dan kemudahan tes yang diberikan. Perhitungan tingkat kesukaran dilakukan dengan cara membandingkan siswa yang dapat menjawab benar dengan siswa yang tidak dapat menjawab benar. Persamaan 4 adalah rumus yang digunakan untuk menentukan tingkat kesukaran (Arikunto, 2013).

$$P = \frac{B}{J} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- P = Indeks Kesukaran  
 B = Siswa yang menjawab benar  
 J = Jumlah seluruh siswa peserta tes

Kemudian hasil  $P$  dikategorikan dalam kriteria tingkat kesukaran soal yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kriteria Tingkat Kesukaran (Arikunto, 2013)

Indeks Kesukaran (P)	Kategori
0,00 – 0,30	Sukar
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

#### 2.10.5 Daya Pembeda (*Discriminating Power*)

Daya pembeda merupakan kemampuan tes untuk memisahkan antara siswa berkemampuan tinggi dengan siswa berkemampuan rendah. Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui daya pembeda setiap butir soal dapat menggunakan Persamaan 5 (Arikunto, 2013).

$$D = \frac{nAb}{nA} - \frac{nBb}{nB} = PA - PB \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

$D$	= Daya Beda
$nAb$	= Jumlah peserta kelompok atas yang menjawab benar
$nBb$	= Jumlah peserta kelompok bawah yang menjawab benar
$nA$	= Jumlah peserta kelompok atas
$nB$	= Jumlah peserta kelompok bawah
$PA$	= Proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar
$PB$	= Proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar

Kemudian hasil  $D$  dikategorikan dalam kriteria daya beda yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kriteria Daya Pembeda Butir Soal (Arikunto, 2013)

Daya Beda (D)	Kategori
0,00 – 0,20	Jelek
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik Sekali

## 2.11 Teknik Analisis Data

### 2.11.1 Deskripsi Data

Deskripsi data merupakan salah satu teknik analisis data yang digunakan untuk menginterpretasikan data agar mudah dipahami. Deskripsi data ini bertujuan memberikan informasi secara sistematis dari fakta-fakta yang didapat di lapangan saat penelitian. Analisis data deskriptif dilakukan untuk mengetahui data mean, median, dan modus dari penelitian. Pengkategorian dilaksanakan berdasarkan *Mean Ideal* dan *Standart Deviation Ideal* yang diperoleh (Iswahyudi, 2019).

### 2.11.2 Uji N-Gain

Efektivitas media pembelajaran dapat dianalisis dengan nilai n-gain. N-Gain merupakan selisih antara nilai *pretest* dan nilai *posttest*. Pemahaman penguasaan konsep belajar siswa dapat ditunjukkan melalui N-Gain. N-Gain dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 6 (Sundayana, 2015).

$$Gain (g) = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ ideal - skor\ pretest} \dots \dots \dots (6)$$

Hasil perhitungan nilai n-gain kemudian dikategorikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Klasifikasi Nilai N-Gain (Sundayana, 2015)

Nilai Gain (g)	Kategori
$0,7 < g < 1$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0 < g < 0,3$	Rendah

### 2.11.3 Analisis Data Kuesioner

Tujuan analisis data kuesioner adalah untuk mengetahui bagaimana respons siswa terhadap media pembelajaran. Data kuesioner dianalisis dengan menggunakan bantuan skala likert. Skala likert digunakan untuk memperoleh kriteria untuk setiap skor yang didapatkan siswa, dengan menggunakan penilaian 1 sampai 5. Kriteria skor skala likert dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria Skor Skala Likert (Sugiyono, 2016)

Pernyataan	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Tidak Baik	2
Sangat Tidak Baik	1

Adapun kriteria respons siswa ditunjukkan pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Kriteria Respons Siswa (Sugiyono, 2016)

No.	Persentase	Keterangan
1	81% - 100%	Sangat Baik
2	61% - 80%	Baik
3	41% - 60%	Cukup
4	21% - 40%	Tidak Baik
5	0% - 20%	Sangat Tidak Baik

#### **2.11.4 Analisis Demografi**

Analisis demografi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui profil dari responden yang terlibat dalam penelitian ini. Data demografi yang diperoleh meliputi jenis kelamin, usia, dan familiaritas terhadap *augmented reality*.

#### **2.12 Black Box Testing**

*Black box testing* dilakukan untuk menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, *input*, dan *output* dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (Rosa dan Shalahuddin, 2015).

#### **2.13 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu terkait pengembangan media pembelajaran *augmented reality nets of 3D shapes* berbasis Android di antaranya yaitu sebagai berikut.

##### **2.13.1 Penelitian AR Nets Kubus dan Balok berbasis Mobile**

Penelitian oleh Farisi & Pratamasunu (2018) yang berjudul *Mobile Augmented Reality* sebagai Media Pembelajaran Interaktif Jaring-Jaring Kubus dan Balok. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi AR berbasis *mobile* sebagai media alternatif yang dapat membantu peserta didik memahami *nets of 3D shapes* dan tidak membebani pendidik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development*, meliputi lima tahapan yaitu Tahap Analisis, Tahap Perancangan, Tahap Implementasi, Tahap Pengujian, dan Tahap Penilaian. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi *augmented reality nets* kubus dan balok yang interaktif dan berjalan pada platform *smartphone* dengan sistem operasi minimal Android 4.0.3. Aplikasi ini memanfaatkan kamera pada *smartphone* pengguna untuk menangkap *marker* yang sebelumnya telah dicetak dan menggunakan informasi lokasi *marker* tersebut untuk menambahkan objek 3D (kubus atau balok, sesuai dengan jenis *marker*) ke dalam aplikasi dan menganimasikannya secara *real-time*. Pengujian dilakukan kepada tiga validator, yaitu satu ahli media, satu ahli

materi, dan 20 pengguna. Ahli media menilai dari tiga aspek, meliputi keterpaduan, animasi, dan tulisan dan warna. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, didapat RTV (rata-rata total validasi) = 3.91. Ahli materi menilai aplikasi dari aspek isi dan bahasa. Aspek isi menunjukkan kesesuaian aplikasi dengan materi *nets* kubus dan balok. Berdasarkan analisis data, didapat RTV untuk ahli materi sebesar 3.79. Validator pengguna pada aplikasi ini merupakan 20 siswa yang terdiri dari siswa sekolah dasar kelas 5 dan 6. Pengguna menilai dari aspek desain dan fungsi aplikasi. Rata-rata total validasi dari pengguna adalah sebesar 3.80. Dengan aplikasi ini, siswa dapat secara mandiri menemukan semua kemungkinan *nets* kubus dan balok. Hasil pengujian dan penilaian dari ketiga validator, yaitu ahli media, ahli materi, dan pengguna menunjukkan bahwa aplikasi ini layak untuk digunakan dalam pembelajaran untuk membantu guru dan siswa dalam proses belajar mengajar *nets* kubus dan balok. Keunggulan dari aplikasi ini yaitu setiap sisi yang ditampilkan adalah objek 3D yang terpisah dan dianimasikan secara terpisah menggunakan library DOTween pada aplikasi Unity, sehingga aplikasi ini dapat menyimulasikan semua kemungkinan *nets* yang mungkin dibentuk dari bangun kubus dan balok. Aplikasi ini hanya menampilkan dua jenis *3D shapes* yaitu kubus dan balok, sehingga masih kurang lengkap dari segi materi.

### **2.13.2 Penelitian *Marker Based Tracking AR* Pengenalan *3D Shapes***

Penelitian oleh Saputri & Sibarani (2020) mengenai implementasi *augmented reality* pada pembelajaran matematika mengenal Bangun Ruang dengan metode *Marker Based Tracking* berbasis Android. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengembangkan aplikasi Android dengan teknologi AR untuk membantu kesulitan yang dialami siswa/i dalam memvisualisasikan *3D shapes* ke dalam bentuk yang nyata. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pembelajaran berbasis *augmented reality* ini menggunakan metode waterfall dengan 5 tahapan utama yaitu *requirement analysis and definition, system and software design, implementation and unit testing, integration and system testing*, serta *operation and maintenance*.

Hasil penelitian ini adalah aplikasi dapat membantu pembelajaran *3D shapes* yang dapat menampilkan beberapa objek 3D dan juga dapat menghitung volume *3D shapes* dengan mudah. Pada tahap pengujian, aplikasi akan langsung diuji coba dan semua fitur akan langsung digunakan untuk mengetahui keakuratan pada tingkat pencahayaan dan keakuratan pada tingkat kejauhan. Pengujian dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada 30 siswa/i MTsN 1 Tangerang Selatan. Hasil pengujian didapatkan bahwa objek dapat tampil pada tingkat pencahayaan normal, minim, dan sangat minim. Kemudian, hasil pengujian tingkat kejauhan didapatkan bahwa objek dapat tampil pada jarak 30cm dan 50cm, namun tidak tampil pada tingkat kejauhan 70cm dan 100cm. Sistem pembelajaran *3D shapes* dengan *marker augmented reality* berbasis Android ini dapat digunakan dengan baik dan sesuai dari tujuannya, sistem dapat berfungsi untuk memindai dan mengeluarkan objek gambar dalam pencahayaan yang sangat minim dan sistem dapat berfungsi untuk memindai dan mengeluarkan objek gambar hingga jarak 50 cm. Keunggulan dari aplikasi ini adalah materinya yang cukup lengkap yaitu menampilkan *3D shapes* yang terdiri dari 7 jenis yaitu balok, bola, kerucut, kubus, limas, prisma, dan tabung. Aplikasi ini juga menyertakan fitur menghitung volume *3D shapes*. Aplikasi mampu dikembangkan lebih interaktif dengan menambah berbagai fitur seperti suara, video, atau animasi. Aplikasi juga sebaiknya menyertakan *nets of 3D shapes* secara 3D agar pengguna dapat memahami materi *3D shapes* dengan lebih jelas.

### **2.13.3 Penelitian Media Pembelajaran AR *3D Shapes* berbasis Android**

Penelitian oleh Yang *et al.* (2022) yang berjudul perancangan media pembelajaran matematika siswa kelas 2 sekolah dasar untuk pengenalan Bangun Ruang dan Bangun Datar menggunakan teknologi *Augmented Reality* berbasis Android. Penelitian sebelum ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika untuk pengenalan *3D shapes* maupun *2D shapes* belum dikembangkan dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR), sehingga tujuan dari penelitian ini adalah merancang media

pembelajaran matematika berbasis Android dengan teknologi AR. Metode pada penelitian ini mengikuti tahap *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahap, yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution*. Subjek penelitian adalah siswa kelas 2 Sekolah Dasar Pelita. Teknik pengumpulan data berdasarkan studi pustaka atau literatur. *Software* yang digunakan adalah Unity untuk membuat objek 2D atau 3D dengan memasukkan gambar *marker* ke *database* Vuforia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pembelajaran matematika untuk siswa kelas 2 SD berhasil dikembangkan. Aplikasi tersebut dapat menampilkan 4 jenis *3D shapes* secara 3D yaitu kubus, bola, tabung, dan balok dengan cara memindai *marker* berupa gambar 2D sesuai dengan masing-masing *3D shapes*. Aplikasi tersebut juga menampilkan informasi seperti sifat-sifat dan rumus *3D shapes* serta *2D shapes*. Kemudian, terdapat fitur untuk mengerjakan soal atau kuis beserta skornya. Pengujian pada aplikasi dilakukan dengan *blackbox testing*. Hasil pengujian menunjukkan *input* dan *output* pada sistem yang dirancang berjalan dengan normal dan sesuai dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan pada semua menu di aplikasi yang dirancang. Aplikasi diawali menu pilihan, membuka menu *AR Camera*, membuka menu kuis, deteksi *marker* hingga menu keluar. Hasil tersebut diuji dari perspektif dari pembuat sistem. Proses pengujian uji coba pada perangkat Android dapat diketahui aplikasi berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Perangkat dan versi Android yang digunakan untuk pengujian sistem adalah Android versi 9.0 (Pie) dengan resolusi layar 1080 x 2340. Hasil pengujian aplikasi model pembelajaran matematika untuk *3D shapes* dan *2D shapes* dengan teknologi AR terbukti sesuai dan dapat digunakan dengan normal berdasarkan pada hasil *blackbox testing*. Aplikasi yang dirancang menjadi alternatif bagi siswa kelas 2 sekolah dasar untuk dapat memanfaatkan *smartphone* sebagai media pembelajaran matematika dengan teknologi AR. Keunggulan dari aplikasi ini adalah bersifat interaktif. Objek 3D dapat diputar dan terdapat suara berisi penjelasan dengan cara menekan tombol yang ada pada layar *smartphone*. Pada aplikasi ini, jumlah *3D shapes* yang ditampilkan

terbatas, yaitu hanya 4 jenis. Aplikasi ini juga tidak menyertakan penjelasan *nets of 3D shapes*.

#### **2.13.4 Penelitian AR Volume 3D Shapes menggunakan Komik (MASIK)**

Penelitian oleh Fatimatuzzahro, Masyhud, & Alfarisi (2021) mengenai pengembangan media pembelajaran Komik Matematika Asik (MASIK) berbasis *Augmented Reality* pada materi Volume Bangun Ruang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran berbasis AR untuk membantu siswa kelas 5 SD dalam memahami bentuk dari *3D shapes*, dan mencari volume *3D shapes*. Berdasarkan hasil wawancara terhadap guru matematika diketahui bahwa selama ini tidak menggunakan media untuk mengajar materi volume *3D shapes*. Kegiatan belajar dan mengajar materi *3D shapes* menggunakan cara manual kurang efektif dalam pembelajaran karena membutuhkan waktu yang lebih lama menjelaskannya, terkadang siswa SD mengalami penurunan motivasi belajar dengan materi yang sama dalam waktu yang tidak sesuai dengan target selesai. Pembelajaran matematika pada siswa sekolah dasar membutuhkan media untuk menyampaikan informasi dengan mudah, menyenangkan, dan inovatif salah satunya yaitu media komik. Penelitian menggunakan model penelitian pengembangan *Borg and Gall* terdiri dari 10 tahap yaitu penelitian dan pengumpulan data, perencanaan, pengembangan draf produk awal, uji lapangan awal, revisi hasil uji coba, uji lapangan produk utama, revisi produk, uji lapangan skala luas, revisi produk final, dan deseminasi. Hasil dari penelitian ini yaitu aplikasi *augmented reality* (AR) beserta Komik MASIK berhasil dibuat menggunakan *software* Unity, Vuforia, Blender, dan lainnya. Pengujian dilakukan secara bertahap. Tahap uji coba lapangan awal merupakan uji coba yang dilakukan oleh validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Hasil dari 2 validasi tersebut rerata validitas produk sebesar 92,405 berada bread di rentang  $81 \leq SP \leq 100$  dengan kriteria penilaian tergolong sangat layak. Selanjutnya, dilakukan tahap uji lapangan produk utama untuk mengukur apakah media komik MASIK berbasis *Augmented Reality* efektif dengan kelompok kecil. Hasil dari angket keterbacaan media

dengan jumlah murid 15 orang mendapatkan total keseluruhan 98,833% dengan kategori sangat baik. Hasil dari angket kepraktisan media juga berkategori sangat baik dengan total nilai 96,288%. Hasil dari angket keterbacaan media dari uji lapangan produk utama memiliki total keseluruhan 92,963% dengan kategori sangat baik, sehingga menurut respon siswa, media komik MASIK berbasis *Augmented Reality* ini sangat baik dan praktis untuk digunakan. Kemudian dilakukan tahap uji lapangan secara luas menggunakan 2 kelas yang berbeda. Kelas 5A merupakan kelas yang menggunakan Komik MASIK dan kelas 5B tidak. Hasil dari penelitian tersebut menggunakan *Independent Sample T-test*. Hasil dari SPSS menunjukkan Sig.(2-Tailed) < 0,05, yang artinya ada perbedaan rata-rata hasil belajar siswa antara kelompok 1 dengan kelompok 2. Melalui uji keefektifan relatif dapat disimpulkan seberapa besar keefektifan dari media komik MASIK berbasis *Augmented Reality* dibandingkan dengan kelas yang tidak menggunakannya yaitu belajar menggunakan media komik MASIK lebih baik sebesar 18,522% dibandingkan tidak menggunakan komik MASIK. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pengembangan media pembelajaran komik MASIK berbasis *Augmented Reality* materi volume kelas 5 di MI Unggulan Nuris berhasil dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai validasi berkategori sangat baik, dan 3 angket yang diberikan pada siswa berakategori sangat baik. Media pembelajaran komik matematika asik (MASIK) dapat meningkatkan keefektifan terhadap hasil belajar di kegiatan belajar dan mengajar pada materi volume *3D shapes*. Kelebihan dari penelitian ini adalah *3D shapes* yang ditampilkan pada aplikasi cukup lengkap di antaranya yaitu balok, kubus, limas segi empat, limas segitiga, prisma segitiga, tabung, dan kerucut. Objek juga ditampilkan secara 3D menggunakan komik MASIK sebagai *marker*. Penelitian ini belum terselesaikan di tahap deseminasi, sehingga tidak ada di Google Play Store. Aplikasi dapat disempurnakan lagi dengan menambah main menu, isi materi, dan video di dalam aplikasi. Aplikasi ini juga tidak menyertakan materi *nets of 3D shapes*.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *quasi experiment* (eksperimen semu) dengan desain *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group*. Desain ini terdiri atas dua kelompok yang masing-masing diberikan *pretest* dan *posttest* yang kemudian diberi perlakuan dengan media pembelajaran aplikasi AR 3DNETS dan media konvensional. Desain penelitian *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group* digunakan untuk mengetahui pengaruh dalam aspek kognitif, maka dilakukan *pretest* untuk mengetahui pengetahuan awal kedua kelompok sebelum diberikan perlakuan berupa media pembelajaran, kemudian dilakukan *posttest* setelah adanya penerapan media pembelajaran untuk mengetahui hasil belajar kedua kelompok. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 9 berikut (Iswahyudi, 2019).

Tabel 9. *Pretest Posttest Nonequivalent Control Group Design*

<b>Kelompok</b>	<b>Pretest</b>	<b>Treatment</b>	<b>Posttest</b>
E	$O_{11}$	X	$O_{12}$
K	$O_{21}$	-	$O_{22}$

Keterangan:

E : Kelompok eksperimen (media pembelajaran aplikasi AR 3DNETS)

K : Kelompok kontrol (media konvensional)

X : Perlakuan berupa pembelajaran dengan media aplikasi AR 3DNETS

$O_{11}$  : hasil tes awal (*Pretest*) kelompok eksperimen (Kelas VI A)

$O_{21}$  : hasil tes awal (*Pretest*) kelompok kontrol (Kelas VI B)

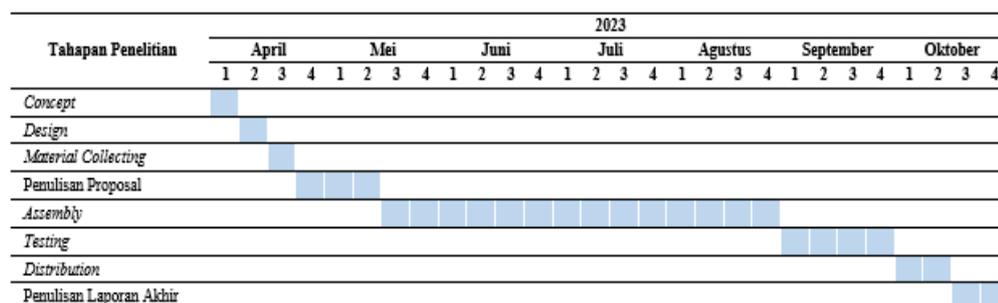
$O_{12}$  : hasil tes akhir (*Posttest*) kelompok eksperimen (Kelas VI A)

$O_{22}$  : hasil tes akhir (*Posttest*) kelompok kontrol (Kelas VI B)

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – bulan Oktober tahun 2023. Rencana atau *ganttt chart* penelitian ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. *Gantt Chart* Penelitian Aplikasi AR 3DNETS



Penelitian ini dilakukan di Gedung Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Sedangkan, pengambilan data dilakukan di SDN 8 Negeri Katon, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

### 3.3 Alat Pendukung Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat pendukung dan penunjang pelaksanaan penelitian, antara lain:

#### 3.3.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang dipakai dalam membangun aplikasi Android ini yaitu 1 unit laptop dan 1 unit *smartphone* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Laptop
  - Sistem Operasi: Windows 10
  - *Processor*: Core i3-7020U CPU@2.30GHz 2.30GHz
  - *Installed RAM*: 4.00 GB
  - HDD: 1000 GB
- b. *Smartphone*
  - *Operating System*: Android v.11.1 *Red Velvet Cake*
  - CPU: Octacore (4x2.35GHz CortexA53 & 4x1.8GHz CortexA53)
  - *Installed RAM*: 4 GB
  - Kamera Belakang: 48 *Megapixel*

### 3.3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang dipakai dalam membangun aplikasi Android AR 3DNETS ini di antaranya yaitu:

- a. Unity3D versi 2021.3.9 (64 bit) digunakan dalam implementasi aplikasi yang dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Unity3D versi terbaru sudah dilakukan pembaruan yaitu *Software Development Kit* (SDK) Vuforia sudah otomatis terdapat dalam Unity3D, sehingga tidak perlu lagi melakukan impor SDK ke dalam project AR.
- b. Blender versi 2022.3.3.1 (64 bit) digunakan untuk melakukan pemodelan atau desain objek 3D.
- c. Picsart digunakan dalam penelitian ini untuk mendesain tampilan atau *user interface* aplikasi.

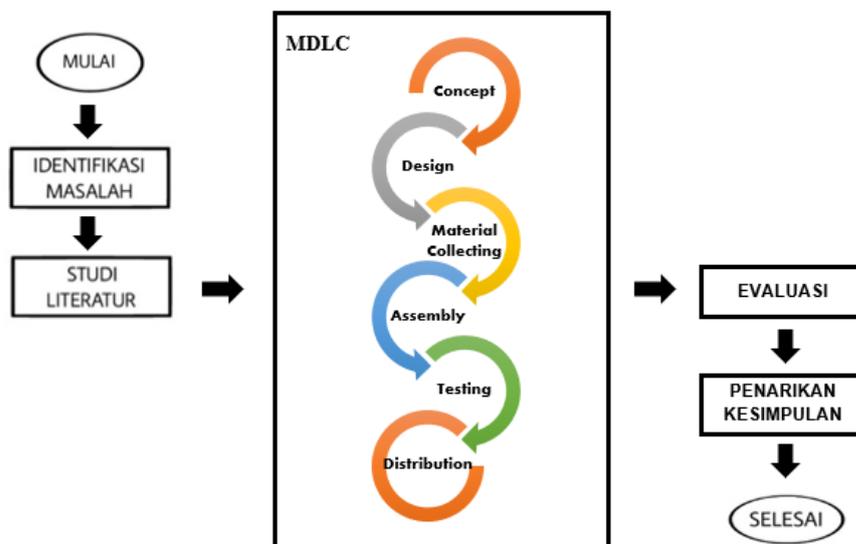
### 3.4 Sumber Data

Sumber data yang dibutuhkan untuk pengembangan aplikasi Android ini antara lain yaitu sebagai berikut:

- a. Observasi dilakukan dengan mengamati siswa kelas 6A dan 6B SDN 8 Negeri Katon selama proses penelitian berlangsung.
- b. Wawancara dilakukan dengan wali kelas dan siswa kelas 6A baik sebelum maupun sesudah dilakukan pengujian menggunakan media pembelajaran aplikasi AR 3DNETS.
- c. Penelitian ini menggunakan *pretest* dan *posttest* dalam mengambil data di lapangan. *Pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur efektivitas media pembelajaran aplikasi AR 3DNETS yang akan berbentuk pilihan ganda serta kuesioner.
- d. Studi pustaka dilakukan dengan mencari literatur bacaan serta sumber referensi yang mendukung dan berkaitan dengan materi *nets of 3D shapes*. Sumber referensi diperoleh dan dikumpulkan dari studi kepustakaan seperti buku, jurnal, artikel, dan situs resmi.

### 3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) yang terdiri dari 6 tahap yaitu Tahap *Concept*, *Design*, *Material Collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution*. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Tahapan Penelitian Media Pembelajaran Aplikasi AR3DNETS

Berdasarkan Gambar 19, pengembangan media pembelajaran *augmented reality nets of 3D shapes* untuk siswa sekolah dasar ini akan melalui beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut.

#### 3.5.1 *Concept* (Konsep)

Tahap ini dilakukan pembuatan konsep dengan melakukan studi literatur dan tinjauan pustaka untuk merumuskan masalah serta menganalisa kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian dan pengembangan aplikasi. Sebelum mengembangkan aplikasi, analisis kurikulum dilakukan agar aplikasi sesuai dengan indikator pencapaian serta kompetensi dengan metode wawancara langsung terhadap guru wali kelas 6A SDN 8 Negeri Katon yaitu Ibu Yulis Purwanti S.Pd. Hasil wawancara dapat dilihat pada Lampiran 1. Kemudian, observasi juga dilakukan terhadap siswa di SDN 8 Negeri Katon untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang akan digunakan sebagai acuan dalam

pengembangan aplikasi yaitu kebutuhan non-fungsional. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi tersebut, maka dapat diketahui kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi.

### 3.5.1.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional berisi tentang proses aplikasi AR 3DNETS serta fungsi apa saja yang diperlukan berkaitan dengan *input* dan *output*. Aplikasi dapat menampilkan objek *3D shapes* sebanyak 6 macam di antaranya yaitu kubus, balok, tabung, kerucut, prisma dan limas beserta dengan *nets of 3D shapes* dengan total sebanyak 30 kombinasi. Kebutuhan Fungsional aplikasi ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Kebutuhan Fungsional Aplikasi

ID	Fungsi
KF01	Aplikasi dapat menampilkan <i>ARCamera</i> .
KF02	Aplikasi dapat memindai <i>3D object marker</i> yang tersedia.
KF03	Aplikasi dapat menampilkan objek 3D dengan total sebanyak 11 macam <i>3D shapes</i> .
KF04	Aplikasi dapat menampilkan animasi membuka dan menutup objek 3D <i>nets of 3D shapes</i> dengan total sebanyak 30 kombinasi.
KF05	Aplikasi dapat menampilkan <i>virtual button next</i> dan <i>previous</i> untuk mengganti kombinasi <i>nets of 3D shapes</i> .

### 3.5.1.2 Kebutuhan Non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional yaitu kebutuhan penunjang agar fungsi-fungsi yang diperlukan aplikasi dapat beroperasi dengan baik serta untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan aplikasi. Kebutuhan non-fungsional dari aplikasi dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kebutuhan Non-fungsional Aplikasi

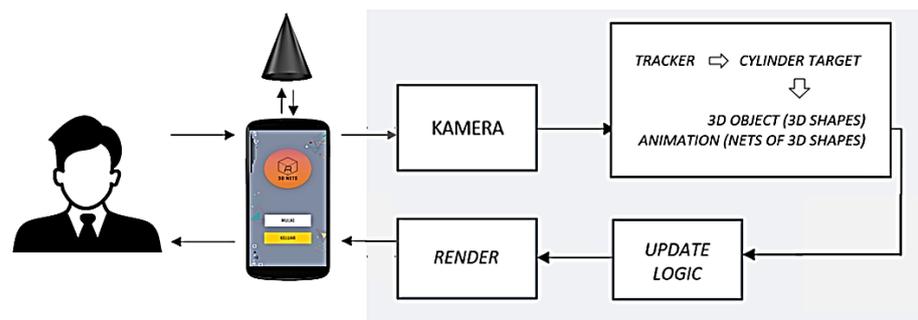
ID	Keterangan
KN01	Aplikasi harus dapat diakses tanpa menggunakan internet.
KN02	Aplikasi harus bersifat <i>user-friendly</i> atau mudah digunakan oleh <i>user</i> .
KN03	Aplikasi harus dapat berjalan pada sistem operasi Android minimal versi 8.0 'Oreo' (API level 26).

### 3.5.2 Design (Perancangan)

Tahap berikutnya dari metode MDLC adalah *design*. *Design* dibuat untuk mengilustrasikan proses jalannya sistem. *Design* yang digunakan meliputi arsitektur perangkat lunak, *flowchart* rancangan aplikasi, *mockup user-interface*, desain *3D object marker*, desain objek *3D shapes*.

#### 3.5.2.1 Arsitektur Perangkat Lunak

Perancangan arsitektur perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Arsitektur Perangkat Lunak Aplikasi AR 3DNETS

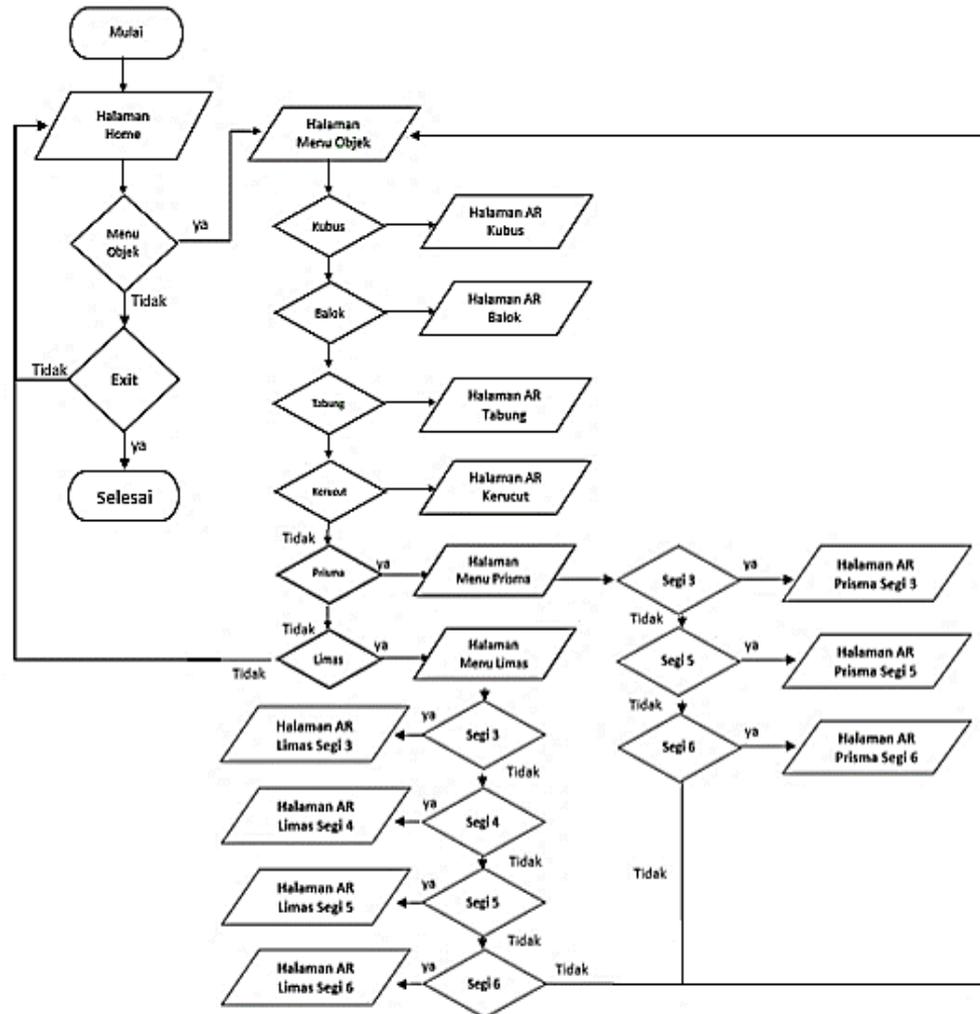
Arsitektur perangkat lunak di atas merupakan gambaran umum dari aplikasi. Prosedur untuk menjalankan aplikasi yaitu sebagai berikut:

- User* membuka aplikasi yang telah terinstal di *smartphone*.
- User* mengarahkan kamera *smartphone* ke *object marker* atau *paper cone* yang telah ditempelkan gambar 2D sebagai *image target* untuk menampilkan objek *3D shapes*.
- Selanjutnya kamera akan memastikan bahwa setiap *frame* ditangkap dengan baik kemudian diteruskan ke *tracker*.
- Kamera akan melakukan *tracking marker* pada *cylinder target* untuk menampilkan visualisasi *3D shapes* serta animasi membuka dan menutup *nets of 3D shapes*, setelah objek terdeteksi lewat *marker* maka hasil visualisasi akan diperbaharui.
- Kemudian aplikasi akan melakukan *render* untuk menggabungkan objek *3D shapes* dengan objek nyata yang telah terdeteksi.

- f. Setelah berhasil melakukan *render* maka aplikasi akan menampilkan hasil akhir berupa objek *3D shapes*, animasi membuka dan menutup *nets of 3D shapes*, serta *virtual button*.

### 3.5.2.2 Flowchart Rancangan Aplikasi

*Flowchart* rancangan aplikasi ditunjukkan pada Gambar 21.



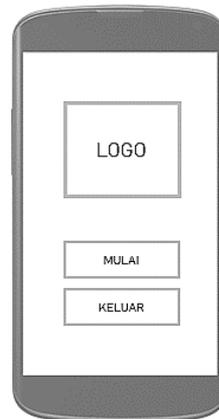
Gambar 21. *Flowchart* Rancangan Aplikasi AR 3DNETS

### 3.5.2.3 Mockup User-Interface

*Mockup user-interface* adalah prototipe yang digunakan untuk menggambarkan desain *interface* aplikasi yang akan dibuat. Berikut ini adalah desain *interface user*.

a. *Interface Home*

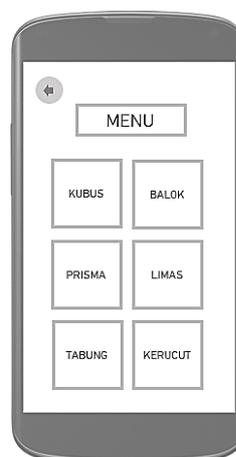
*Interface home* adalah *interface* yang terdapat pada bagian awal saat membuka aplikasi. Pada halaman ini terdapat 2 tombol, yaitu *button* mulai untuk membuka menu dan *button* keluar untuk keluar dari aplikasi. *Interface home* dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. *Interface Home*

b. *Interface Menu*

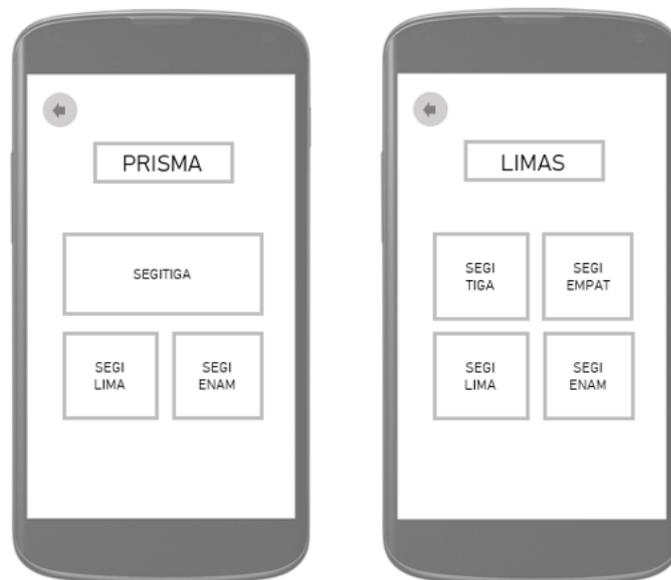
*Interface menu* adalah *interface* yang tampil setelah menekan tombol mulai. Pada *interface* ini terdapat 7 tombol, yaitu *button* kembali yang terdapat di pojok kiri atas berfungsi untuk kembali ke *interface home*, serta *button* bangun *3D shapes* yang dapat dipilih sesuai yang diinginkan *user*. *3D shapes* yang terdapat pada *interface* ini yaitu kubus, balok, prisma, limas, tabung, dan kerucut. *Interface menu* ditunjukkan pada Gambar 23.



Gambar 23. *Interface Menu*

c. *Interface Menu Prisma dan Limas*

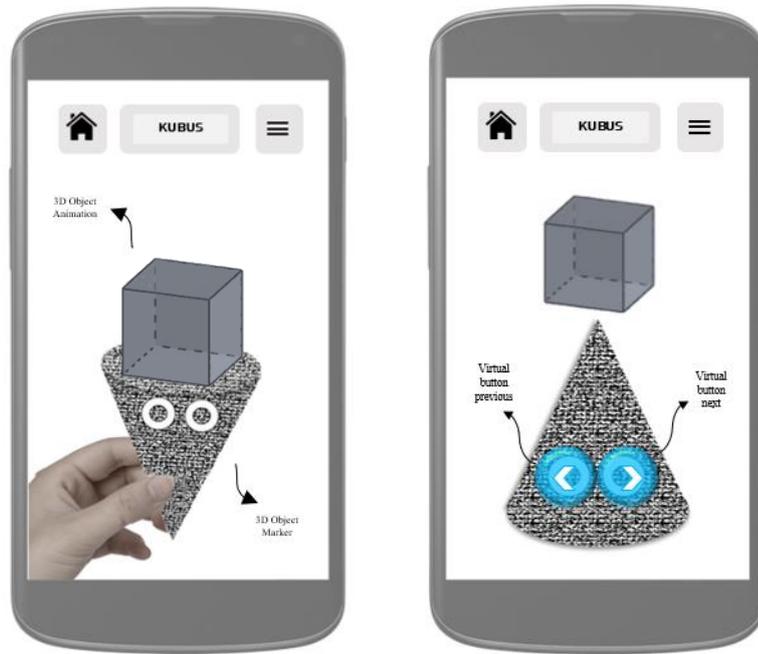
*Interface* menu prisma adalah *interface* yang tampil setelah pengguna menekan *button* prisma pada *interface* sebelumnya. Pada *interface* ini terdapat 3 *button* selain *button* kembali, yaitu *button* prisma segitiga, segi lima, dan segi enam. Sedangkan, *interface* menu limas adalah *interface* yang tampil setelah pengguna menekan *button* limas pada *interface* sebelumnya. Pada *interface* ini terdapat 4 *button* selain *button* kembali, yaitu *button* limas segitiga, segi empat segi lima, dan segi enam. Gambar 24 adalah *Interface* menu prisma dan limas.



Gambar 24. *Interface* Menu Prisma dan Limas

d. *Interface AR Camera*

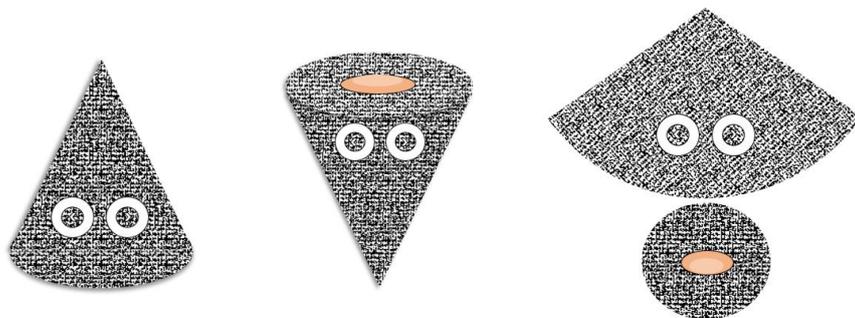
*Interface* ini adalah *interface* yang berisi kamera untuk melakukan *scan* pada *marker* dan menampilkan objek 3D yang dipilih. Pada *interface* ini terdapat 2 *button* yaitu *button* home yang berfungsi untuk kembali ke *interface* home, dan *button* menu yang berfungsi untuk kembali ke *interface* menu. Contoh *AR Camera* pada bagian kubus dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Interface AR Camera

#### 3.5.2.4 Desain 3D Object Marker

Setelah membuat desain *user-interface* aplikasi, pengembangan aplikasi dilanjutkan dengan pembuatan desain *3D object marker* yang akan digunakan sebagai syarat agar objek 3D dapat tampil pada *real environment* setelah melakukan *scan* menggunakan kamera terhadap *3D object marker* tersebut. *3D object marker* yang digunakan berbentuk *paper cone* dengan diameter alas sebesar 8 cm dengan tinggi 10 cm. Desain *3D object marker* dibuat menggunakan *software* Corel Draw yang ditunjukkan pada Gambar 26.



Gambar 26. 3D Object Marker

### 3.5.2.5 Desain Objek 3D

Objek 3D yang dimaksud terdiri dari *nets of 3D shapes* kubus, balok, prisma, limas, tabung, dan kerucut yang secara detail dapat dilihat pada Tabel 13. Desain objek 3D ini beserta animasinya akan dibuat menggunakan *software* Blender.

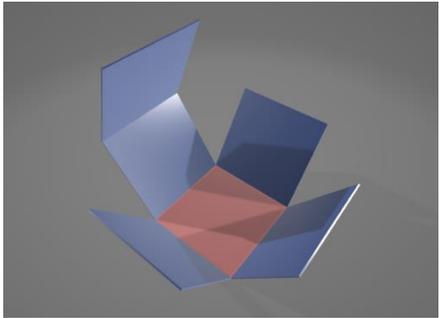
Tabel 13. Rincian Objek *Nets of 3D Shapes*

No.	Jenis 3D shapes	Jumlah Kombinasi
1.	Kubus (Prisma Segi Empat)	4
2.	Balok (Prisma Segi Empat)	6
3.	Tabung (Prisma Lingkaran)	2
4.	Kerucut (Limas Lingkaran)	2
5.	Prisma Segitiga	4
6.	Prisma Segi Lima	2
7.	Prisma Segi Enam	2
8.	Limas Segitiga	2
9.	Limas Segi Empat	2
10.	Limas Segi Lima	2
11.	Limas Segi Enam	2

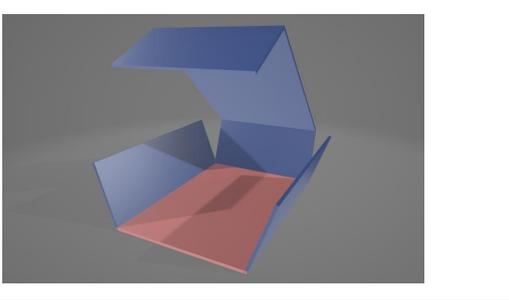
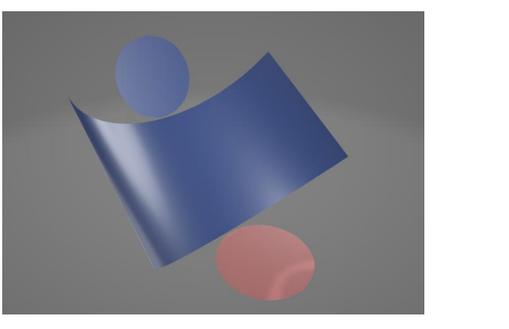
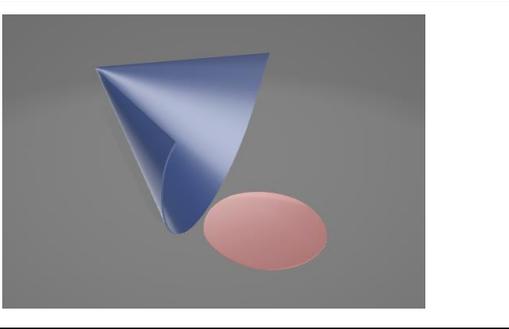
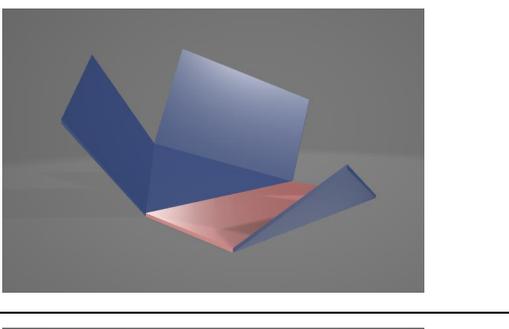
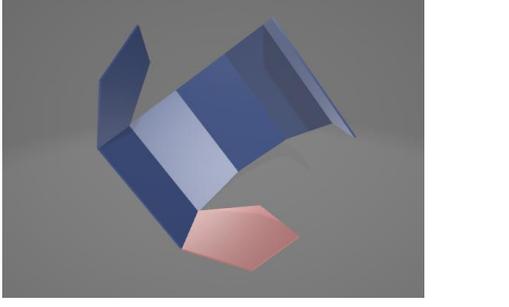
### 3.5.3 Material Collecting

Tahap ini pengumpulan bahan dilakukan untuk mengembangkan aplikasi, seperti gambar, animasi, dan objek 3D. Objek 3D yang dibuat secara lengkap terdapat pada Lampiran 3 (Tabel 33). Contoh objek 3D animasi *nets of 3D shapes* ditunjukkan pada Tabel 14 berikut.

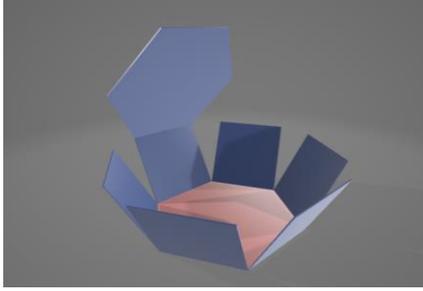
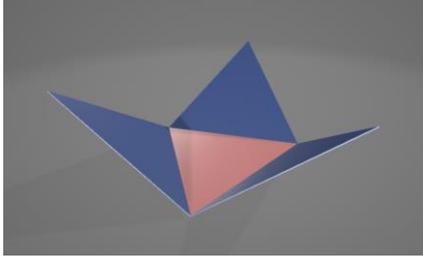
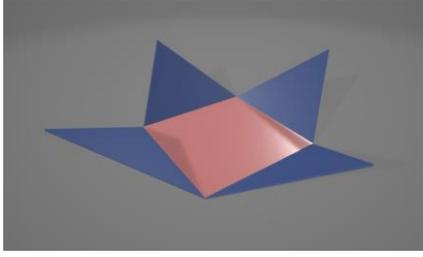
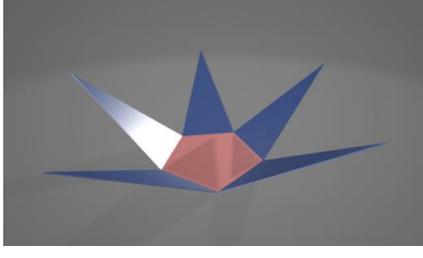
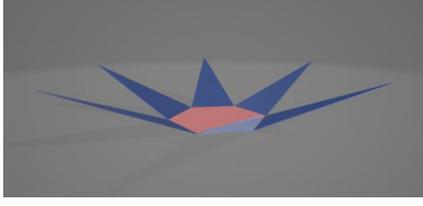
Tabel 14. Contoh Objek 3D Animasi *Nets of 3D Shapes*

3D Shapes	Nets of 3D Shapes
Kubus	

Tabel 14. Lanjutan

<i>3D Shapes</i>	<i>Nets of 3D Shapes</i>
<b>Balok</b>	
<b>Tabung</b>	
<b>Kerucut</b>	
<b>Prisma Segitiga</b>	
<b>Prisma Segi lima</b>	

Tabel 14. Lanjutan

<i>3D Shapes</i>	<i>Nets of 3D Shapes</i>
<b>Prisma Segi enam</b>	 A 3D visualization of the net for a hexagonal prism. It features a central red hexagonal base, six blue rectangular side faces, and a blue hexagonal top face. The net is shown in a partially folded state against a dark gray background.
<b>Limas Segitiga</b>	 A 3D visualization of the net for a triangular pyramid. It consists of a central red triangular base and three blue triangular side faces. The net is shown in a partially folded state against a dark gray background.
<b>Limas Segi empat</b>	 A 3D visualization of the net for a square pyramid. It features a central red square base and four blue triangular side faces. The net is shown in a partially folded state against a dark gray background.
<b>Limas Segi lima</b>	 A 3D visualization of the net for a pentagonal pyramid. It consists of a central red pentagonal base and five blue triangular side faces. The net is shown in a partially folded state against a dark gray background.
<b>Limas Segi enam</b>	 A 3D visualization of the net for a hexagonal pyramid. It features a central red hexagonal base and six blue triangular side faces. The net is shown in a partially folded state against a dark gray background.

### 3.5.4 *Assembly*

Tahap *assembly* atau pembuatan aplikasi AR 3DNETS ini dilakukan menggunakan Unity3D. Tahap ini dilakukan pengembangan dari tahap

desain dan diimplementasikan menjadi format yang sesuai untuk dimasukkan ke Unity3D, lalu disatukan dengan pemrograman untuk membuat aplikasi yang utuh. Tahap ini dihasilkan aplikasi AR 3DNETS berupa *file \*.apk* yang dapat dijalankan pada *smartphone*.

### **3.5.5 Testing (Pengujian Sistem)**

Tahap ini dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui unjuk fungsionalitas dan menilai kelayakan aplikasi AR 3DNETS yang dikembangkan. Pengujian dilakukan secara 2 jenis yaitu *black box testing* dan *compatibility testing*.

*Black box testing* adalah pengujian sistem yang dilakukan untuk menguji fungsionalitas sistem. Pengujian ini diharapkan dapat menilai kemampuan aplikasi dalam memenuhi kebutuhan pengguna sesuai dengan tujuan awal dibangunnya aplikasi yaitu sebagai media pembelajaran *nets of 3D shapes*. *Black box testing* dilakukan oleh 4 orang ahli yang memahami tentang teknologi *augmented reality*. Sedangkan, *compatibility testing* dilakukan pada beberapa *hardware* yang berbeda untuk menguji kompatibilitasnya.

### **3.5.6 Distribution**

Tahap yang terakhir dari metode MDLC yaitu tahap distribusi. Aplikasi disimpan dalam suatu media penyimpanan seperti *hardisk*. Tahap *distribution* ini merupakan tahap akhir media dalam bentuk format *\*.apk* yang telah siap untuk diinstal maupun digandakan untuk dipublikasikan. Selanjutnya, aplikasi diunggah ke Google Play Store.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Aplikasi AR 3DNETS berbasis Android berhasil dikembangkan. Berdasarkan hasil *black box testing*, aplikasi dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian kuesioner menunjukkan bahwa aplikasi ini cukup menyenangkan, interaktif, dapat membantu siswa dalam mengingat bentuk *nets of 3D shapes*, serta mudah digunakan untuk belajar. Selain itu, siswa terlihat lebih bersemangat dalam mengeksplorasi *nets of 3D shapes* ketika belajar menggunakan aplikasi AR 3DNETS. Oleh sebab itu, aplikasi ini dinilai layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif pada materi *nets of 3D shapes* untuk siswa sekolah dasar.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan terhadap pengembangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menambahkan jumlah objek 3D *nets of 3D shapes*.
- b. Menambahkan interaksi *virtual button* untuk membuka setiap sisi *3D shapes*, misalnya empat anak panah yang menunjukkan ke arah mana saja sisi *3D shapes* dapat dibuka agar simulasi *nets of 3D shapes* sesuai dengan alat peraga yang sesungguhnya.
- c. Menambahkan fitur berupa notifikasi saat *marker* tidak terdeteksi.
- d. Menambahkan fitur kuis untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi *nets of 3D shapes*.
- e. Menambahkan penjelasan ringkasan materi *nets of 3D shapes*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Syahrul, & Malik, M. N. 2019. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS BLENDER 3D PADA MATA PELAJARAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK). *EPRINT Universitas Negeri Makassar*.
- Amin, E. N. 2022a. *Jenis Jenis Prisma Lengkap Dengan Sifat Sifatnya*. Retrieved February 11, 2023, from RPP.co.id: <https://rpp.co.id/sifat-sifat-jenis-jenis-prisma/#>
- Amin, E. N. 2022b. *Kumpulan Jaring Jaring Bangun Ruang Lengkap Beserta Gambarnya*. Retrieved February 11, 2023, from RPP.co.id: <https://rpp.co.id/kumpulan-jaring-jaring-bangun-ruang/>
- Anderson, S. B. 1975. *Encyclopedia of Educational Evaluation*. San Fransisco: *Jossey-Bass*
- Arikunto, S. 2007. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Azuma, R. T. 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 355-385.
- Bentelu, A. S., Sentinuwo, S., & Lantang, O. 2016. Animasi 3 Dimensi Pencegahan Cyber Crime (Studi Kasus : Kota Manado). *E-Journal Teknik Informatika*.
- Chari, V., Jawahar, C. V., & Narayanan, P. J. 2008. Augmented Reality using Over-Segmentation. *Proceedings of National Conference on Computer Vision Pattern Recognition Image Processing and Graphics*. Gandhinagar, India.
- Datulengken, N. 2021. *Volume Prisma Segi Lima dan RPP (Rancangan Perencanaan Pembelajaran)*. Retrieved February 12, 2023, from osf.io: <https://doi.org/10.31219/osf.io/t8uh6>

- Farisi, O. I., & Pratamasunu, G. Q. 2018. MOBILE AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF JARING-JARING KUBUS DAN BALOK. *NJCA*, 96-104.
- Fatimatuzzahro, Masyhud, M. S., & Alfarisi, R. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Komik Matematika Asik (MASIK) Berbasis Augmented Reality pada Materi Volume Bangun Ruang. *Jurnal Ilmu Pendidikan Sekolah Dasar*, 7-29.
- Felisia, A. 2021. *Sifat Sifat Tabung dan Gambar Jaring Jaringnya*. Retrieved February 12, 2023, from Cara Menghitung: <https://caraharian.com/bangun-ruang-tabung.html/3>
- Ghani, A. 2023. *Rumus Menghitung Luas Permukaan Limas Segitiga dan Contoh Soalnya*. Retrieved February 12, 2023, from RumusBilangan.com: <https://rumusbilangan.com/rumus-luas-permukaan-limas-segitiga/>
- Grahn, I. 2017. The Vuforia SDK and Unity3D Game Engine: Evaluating Performance on Android Devices. *Department of Computer and Information Science*, 1-42.
- Hafi, N. N., & Supardiyono. 2018. Pengembangan Buku Saku Fisika Dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Pada Materi Pemanasan Global. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 306-310.
- Harta, I. 2011. Pedoman Pembelajaran Geometri dan Pengukuran Berbasis Kegiatan di Sekolah Dasar. *Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*.
- Indrawati. 2015. *Metode Penelitian Manajemen dan Bisnis Konvergensi Teknologi Komunikasi dan Informasi*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Iswahyudi, M. 2019. Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Group Investigation terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar Elektromekanik Program Keahlian Teknik Otomasi Industri di SMK Negeri 2 Depok. *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Junaidi, S., & Siswono, E. 2006. *Matematika SMP untuk Kelas VIII*. Surabaya: Gelora Aksara Pratama.
- Kristanto, Y. D. 2013. *Jaring-jaring Prisma*. Retrieved February 12, 2023, from Pendidikan Matematika: <https://yos3prens.wordpress.com/2013/05/02/-jaring-jaring-prisma/>

- Lolowang, R. T., Lumenta, A. S., & Putro, M. 2017. Penerapan Augmented Reality 3 Dimensi Berbasis Android Untuk Menentukan Letak Perabot Dalam Rumah. *Jurnal Teknik Informatika*.
- Marsigit, Erliani, E., Dhoruri, A., & Sugiman. 2011. *Matematika 2 untuk SMP/MTs Kelas VIII*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Nasional.
- Merel, T. 2016. *The Reality of AR/VR Competition*. Retrieved February 14, 2023, from techcrunch.com: <https://techcrunch.com-/2016/10/21/the-reality-of-arvr-competition>
- Mustika, Sugara, E. P., & Pratiwi, M. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif dengan Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle. *JOIN: Jurnal Online Informatika*.
- Nuharini, D., & Wahyuni, T. 2008. *Matematika Konsep dan Aplikasinya untuk SMP/MTs Kelas VIII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Patkar, Singh, & Birje. 2013. Marker Based Augmented Reality in Graphics. *International Journal of Advanced In Computer Science and Software Engineering*.
- Riduwan. 2010. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika Bandung.
- Saputri, S., & Sibarani, A. J. 2020. Implementasi Augmented Reality Pada Pembelajaran Matematika Mengenal Bangun Ruang Dengan Metode Marker Based Tracking Berbasis Android. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 15-24.
- Soenarjo, R. J. 2008. *Matematika 5 Untuk SD/MI Kelas V*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sudijono, A. 2000. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT. Grafindo Persada.
- Sudjana, N. 1996. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.

- Sudyatmika, P. A., Crisnapati, P. N., Darmawiguna, I. G., & Kesiman, M. W. 2014. PENGEMBANGAN APLIKASI AUGMENTED REALITY BOOK PENGENALAN OBJEK WISATA TAMAN UJUNG SOEKASADA DAN TAMAN AR TIRTA GANGGA DI KABUPATEN KARANGASEM. *JPTK: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, CV.
- Suhardi. 2018. Perancangan Video Pembelajaran Untuk Menerjemahkan Kata Dalam Bahasa Korea Ke Bahasa Indonesia Serta Pengucapannya Dalam Bahasa Korea. *UIB Repository*.
- Sulistiawati. 2016. Desain Didaktis Penalaran Matematis (Desain Awal - Desain Revisi 1 - Desain Akhir). *Research Gate*.
- Sundayana, R. 2015. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Suryabrata, S. 2000. *Pengembangan Alat Ukur Psikologis*. Yogyakarta: Andi.
- Tjahyadi, M. P., Sinsuw, A., Tulenan, V., & Sentinuwo, S. 2014. Prototipe Game Musik Bambu Menggunakan Engine Unity 3D. *E-journal Teknik Informatika*.
- Tosho, T. G. 2021. *Belajar Bersama Temanmu Matematika untuk Sekolah Dasar Kelas V Volume 2*. Jakarta Selatan: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Vuforia Developer Library. 2022. *Create Model Targets from 3D Scans and Images*. Retrieved February 15, 2023, from Vuforia Developer Library: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Vuforia-Object-Scanner-Users-Guide>
- Wijayanti, N. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share untuk meningkatkan hasil belajar matematika, siswa kelas IV SDN 01 Ampel Kabupaten Boyolali Semester 02 tahun Ajaran 2013/2014. *Repositori Institusi Universitas Kristen Satya Wacana*.
- Yang, L., Susanti, W., Hajjah, A., Marlim, Y. N., & Tendra, G. 2022. Perancangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*.