

**ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI GEOMETRA, MEDIA  
PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *ANDROID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI  
*AUGMENTED REALITY***

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



**Oleh**

**MIFTAH RIZQI HANAFI**

**NIM. 11520241036**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2015**

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI GEOMETRA, MEDIA  
PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *ANDROID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI  
*AUGMENTED REALITY***

Disusun Oleh :

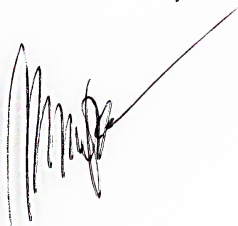
Miftah Rizqi Hanafi

NIM. 11520241036

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan  
Ujian Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan,

Yogyakarta, 27 Agustus 2015

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Pendidikan  
Teknik Informatika,



**Muhammad Munir, M.Pd.**  
NIP. 19630512 198901 1 001

Disetujui,  
Dosen Pembimbing,



**Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T.**  
NIP. 19701218 200501 2 001

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftah Rizqi Hanafi

NIM : 11520241036

Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul TAS : Analisis dan Perancangan Aplikasi Geometra, Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 27 Agustus 2015  
Yang menyatakan,



**Miftah Rizqi Hanafi**  
NIM. 11520241036

## HALAMAN PENGESAHAN



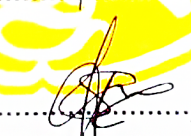
Tugas Akhir Skripsi

### **ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI GEOMETRA, MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *ANDROID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY***

Disusun Oleh :  
Miftah Rizqi Hanafi  
NIM. 11520241036

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Pendidikan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Pada  
tanggal 17 September 2015

#### **TIM PENGUJI**

Nama / Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T. Ketua Penguji / Pembimbing		22-09-2015
Nur Hasanah, S.T., M.Cs. Sekretaris Penguji		21-09-2015
Nurkhamid, S.Si., M.Kom., Ph.D. Penguji Utama		21-09-2015

Yogyakarta, September 2015

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



**Dr. Moch. Bruri Triyono**

NIP. 19560216 198603 1 003

## HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan*

*(QS. An Nasyr : 5)*

*Bermimpilah setinggi langit,*

*Jika engkau terjatuhpun, engkau jatuh di antara bintang-bintang.*

*(Ir. Soekarno)*

*You never fail, until you stop trying*

*Kegagalan yang sejati adalah untuk orang-orang yang berhenti berusaha*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Perjuangan merupakan pengalaman berharga yang dapat menjadikan kita manusia yang berkualitas. Yang utama dari segalanya, syukur *alhamdulillah* selalu terlimpahkan kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan dan membekaliku dengan ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan karya ini kepada :

### **Ibunda dan Ayah tercinta**

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih yang tiada terhingga. Bapak M.A Riyanto, S.Pd dan Ibu F.Isnaeni. Terimakasih atas segala kasih sayang, motivasi, dan dukungan. Semoga ini dapat menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena saya sadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Terimakasih atas dukungan dan doa yang selalu menyertai. Lanjut studi S2, menjadi pendidik ataupun pengusaha, apapun, berbakti dan membahagiakan Ayah dan Ibu adalah tujuan hidup saya. Ya Allah limpahkan selalu kebahagiaan dan rizqi untuk mereka. Jadikanlah orang tua hamba selalu dalam perlindungan-Mu. Amin. Terimakasih bapak, ibu. *I will do the best for you, everything.*

### **Ibu Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing**

Cerdas dan tegas, begitulah karakternya. Terimakasih Bu Ratna telah menjadi orang tua kedua saya di kampus. Terimakasih atas bimbingannya sehingga selesai sudah karya penelitian ini, karya sebagai tanda selesainya masa studi untuk meraih gelar sarjana.

### **Teman-teman PTI E 2011**

Terimakasih atas bantuan teman-teman dalam penyelesaian karya ini. Pitra Dana Arista, mahasiswa satu bimbingan. Dias Aziz Pramudita, yang telah banyak memberikan *tutorial*. Anis Khoerunnisa yang banyak menemani saat validasi. Hardika Dwi Hermawan yang selalu *sharing*. Tri Nugroho yang banyak membantu membuat *website*. Eka Legya Franita, Zein Syahida, Handin, Wawan, dan banyak lagi teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terimakasih.

### **Tim Rebas Studio**

Terimakasih juga kepada tim rebas studio. Azis Amirulbahar dan Sidik Nurcahyo selaku *programmer* hebat yang jarang tidur. Terimakasih atas bantuannya dalam mengembangkan aplikasi ini. Terimakasih atas pengalaman berharga yang sering kita lakukan di Bandung ataupun Jakarta. Bertemu investor, presentasi, bertemu teman *developer* dari kota lain. Terimakasih atas bantuan dan masa-masa yang berharga ini. Semoga *passion* dan cita-cita yang sukses selalu mendampingi kita semua. *Stay Calm and Read Basmallah*.

**ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI GEOMETRA, MEDIA  
PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA  
BERBASIS *ANDROID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI  
*AUGMENTED REALITY***

Oleh :

Miftah Rizqi Hanafi

NIM 11520241036

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi yang dapat membantu siswa SMP dalam memahami obyek geometri bangun ruang pada mata pelajaran matematika dan mengetahui tingkat kelayakan aplikasi yang dikembangkan ditinjau dari aspek *functional suitability*, *performance efficiency*, *portability*, dan *usability*.

Penelitian dan pengembangan aplikasi menggunakan metode penelitian *Research and Development (R&D)* yaitu metode penelitian yang bertujuan menghasilkan produk tertentu serta menguji efektivitas produk tersebut (Sudaryono, 2011: 30). Produk dikembangkan dengan menggunakan metode *waterfall process model*. Model pengembangan perangkat lunak *waterfall* memiliki empat tahapan (Pressman, 2010:15), yaitu *communication* (komunikasi dan kolaborasi), *planning* (perencanaan), *modelling* (pemodelan), *construction* (implementasi), dan *deployment* (distribusi).

Uji kelayakan menggunakan empat aspek *ISO 25010*. Aspek-aspek tersebut adalah *functional suitability*, *performance efficiency*, *portability*, dan *usability*. Hasil pengujian tersebut adalah aplikasi dinyatakan sangat baik dari aspek *functional suitability* dan *portability*. Sedangkan dari aspek *performance efficiency* dan *usability* aplikasi dinyatakan baik.

Kata kunci : aplikasi, *research and development*, *waterfall*, *ISO 25010*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi dengan judul "Analisis dan Perancangan Aplikasi Geometra, Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*". Tugas Akhir Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi yang telah banyak membantu selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Muhammad Munir, M. Pd., Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika.
3. Dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
4. Dr. Moch. Bruri Triyono selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
5. Bapak Nanang Sahid W, S.Pd selaku dosen pengampu matematika kelas VIII.1 di SMP N 8 Yogyakarta yang banyak sekali membantu analisis dan pengambilan data Tugas Akhir Skripsi ini.

6. Ibu Rahayu Wahyuningsih, S.Pd. yang telah memberi bantuan validasi materi selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
7. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 1 September 2015  
Penulis,



**Miftah Rizqi Hanafi**  
NIM. 11520241036

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I</b> .....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan .....	5
F. Manfaat.....	5
<b>BAB II</b> .....	7
KAJIAN TEORI .....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
1. Geometri .....	7
2. Media Pembelajaran .....	9
3. <i>Augmented Reality</i> .....	13
4. <i>Android</i> .....	17
5. Model Pengembangan .....	20
6. Perangkat Pengembangan .....	24
7. <i>Software Quality</i> .....	42
B. Penelitian yang Relevan .....	51
C. Kerangka Pikir.....	53
<b>BAB III</b> .....	55
METODE PENELITIAN.....	55
A. Metode Penelitian .....	55
B. Prosedur Penelitian.....	55
1. <i>Communication</i> (Komunikasi dan Kolaborasi).....	56
2. <i>Planning</i> (Perencanaan).....	59
3. <i>Modelling</i> (Pemodelan) .....	59

4. <i>Construction</i> (Implementasi) .....	60
5. <i>Deployment</i> (Distribusi) .....	63
C. Waktu dan Tempat Penelitian .....	63
D. Sumber Data / Subjek Penelitian .....	64
E. Metode Pengumpulan Data .....	64
1. Wawancara .....	64
2. Observasi .....	64
3. Kuesioner (angket) .....	65
F. Instrumen Penelitian .....	65
1. Instrumen Uji Materi .....	65
2. Instrumen Uji <i>Functional Suitability</i> .....	66
3. Instrumen Uji <i>Portability</i> .....	68
4. Instrumen Uji <i>Performance Efficiency</i> .....	70
5. Instrumen Uji <i>Usability</i> .....	71
G. Teknik Analisis Data .....	73
1. Analisis Pengujian Uji Materi, <i>Functional Suitability</i> , <i>Portability</i> , dan <i>Usability</i> 73	
2. Analisis Pengujian Aspek <i>Performance Efficiency</i> .....	74
<b>BAB IV</b> .....	75
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	75
A. Hasil Penelitian .....	75
1. <i>Communication</i> (Komunikasi dan Kolaborasi) .....	75
2. <i>Planning</i> (Perencanaan) .....	79
3. <i>Modelling</i> (Pemodelan) .....	82
4. <i>Construction</i> (Implementasi) .....	90
5. <i>Deployment</i> (Distribusi) .....	125
B. Pembahasan .....	128
C. Keterbatasan Penelitian .....	131
<b>BAB V</b> .....	132
KESIMPULAN .....	132
A. Simpulan .....	132
B. Saran .....	133
DAFTAR PUSTAKA .....	134

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. KI dan KD Materi Bangun Ruang SMP kelas VIII .....	8
Tabel 2. Resolusi Layar <i>Android</i> .....	20
Tabel 3. Komponen <i>Toolbar</i> .....	41
Tabel 4. <i>ISO 25010</i> .....	43
Tabel 5. <i>Test Case</i> .....	45
Tabel 6. <i>USE Questionnaire</i> .....	50
Tabel 7. Kuisisioner Uji Materi .....	66
Tabel 8. <i>Test Case</i> .....	67
Tabel 9. <i>USE Questionnaire</i> .....	72
Tabel 10. Konversi .....	74
Tabel 11. <i>Project Schedule</i> .....	80
Tabel 12. Definisi Aktor .....	83
Tabel 13. Definisi <i>Use Case</i> .....	83
Tabel 14. Skenario Fungsi Mulai .....	84
Tabel 15. Skenario Fungsi Bantuan.....	84
Tabel 16. Skenario Fungsi Profil .....	85
Tabel 17. <i>Activity Diagram</i> Fungsi Mulai .....	87
Tabel 18. <i>Activity Diagram</i> Fungsi Bantuan.....	88
Tabel 19. <i>Activity Diagram</i> Fungsi Profil .....	88
Tabel 20. <i>Storyboard</i> .....	89
Tabel 21. Obyek 3D .....	95
Tabel 22. Paket <i>Vuforia Unity Android</i> .....	98
Tabel 23. <i>Script</i> .....	99
Tabel 24. Komponen <i>Prefabs</i> .....	101
Tabel 25. Hasil Validasi Materi.....	104
Tabel 26. Ahli Media.....	105
Tabel 27. Hasil Uji <i>Functional Suitability</i> .....	106
Tabel 28. Ringkasan Uji <i>Adaptability</i> dan <i>Installability</i> pada Berbagai <i>OS</i> .....	111
Tabel 29. Ringkasan Uji <i>Adaptability</i> dan <i>Installability</i> pada Berbagai Ukuran Layar Device.....	116
Tabel 30. Hasil Uji <i>Replaceability</i> .....	117
Tabel 31. Olah Data Uji <i>Usability</i> .....	124

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Contoh <i>Marker Based AR</i> .....	15
Gambar 2. Contoh <i>Markerless AR</i> .....	16
Gambar 3. Data Pengguna <i>Android</i> .....	18
Gambar 4. <i>Layer</i> Pengembangan Perangkat Lunak .....	21
Gambar 5. <i>Waterfall Process Model</i> (Pressman, 2010:39) .....	22
Gambar 6. Contoh <i>Use Case Diagram</i> .....	25
Gambar 7. Contoh <i>Sequence Diagram</i> .....	27
Gambar 8. Contoh <i>Activity Diagram</i> .....	28
Gambar 9. Tampilan <i>Software Autodesk 3Ds Max</i> .....	32
Gambar 10. Tampilan <i>Software Unity 3D</i> .....	41
Gambar 11. Diagram Penjadwalan.....	81
Gambar 12. Diagram <i>Use Case</i> .....	82
Gambar 13. Diagram <i>Sequence</i> Fungsi Mulai .....	85
Gambar 14. Diagram <i>Sequence</i> Fungsi Bantuan.....	86
Gambar 15. Diagram <i>Sequence</i> Fungsi Profil .....	86
Gambar 16. <i>Splashscreen</i> .....	90
Gambar 17. Halaman <i>Main Menu</i> .....	90
Gambar 18. Halaman <i>AR</i> .....	91
Gambar 19. Halaman Bantuan .....	91
Gambar 20. Halaman Profil .....	92
Gambar 21. <i>Command Panel</i> Untuk Membuat Obyek Geometri <i>3D</i> .....	92
Gambar 22. Balok .....	93
Gambar 23. <i>Material Editor</i> .....	93
Gambar 24. Animasi <i>3D</i> .....	94
Gambar 25. <i>Target Manager</i> .....	96
Gambar 26. <i>Scene Main Menu</i> .....	99
Gambar 27. <i>Prefabs</i> .....	100
Gambar 28. <i>Scene Augmented Reality</i> .....	101
Gambar 29. Hasil Uji <i>Install</i> pada Berbagai <i>OS</i> .....	108
Gambar 30. Hasil Uji <i>Launch and Explore</i> pada Berbagai <i>OS</i> .....	109
Gambar 31. Hasil Uji <i>Uninstall</i> pada Berbagai <i>OS</i> .....	110
Gambar 32. Kompatibilitas Perangkat berdasarkan <i>Google Play Store</i> .....	112
Gambar 33. Uji Layar <i>Device 1</i> .....	113
Gambar 34. Uji Layar <i>Device 2</i> .....	114
Gambar 35. Uji Layar <i>Device 3</i> .....	115
Gambar 36. Hasil Uji <i>Performance Efficiency</i> .....	119
Gambar 37. Rata-rata <i>Threads</i> .....	120
Gambar 38. Rata-rata Penggunaan <i>CPU</i> .....	121
Gambar 39. Rata-rata Penggunaan <i>Memory</i> .....	121

Gambar 40. Keterangan Keberhasilan Menjalankan Aplikasi .....	122
Gambar 41. <i>Website</i> Geometra .....	126
Gambar 42. Aplikasi Geometra di <i>Google Play Store</i> .....	127

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Hasil Uji Instrumen .....	138
Lampiran 2. Lembar Hasil Uji Materi .....	143
Lampiran 3. Lembar Hasil Uji <i>Functional Suitability</i> .....	158
Lampiran 4. Lembar Hasil Uji <i>Usability</i> .....	168
Lampiran 5. Surat Keputusan Pengangkatan Pembimbing.....	175
Lampiran 6. Kartu Bimbingan.....	177
Lampiran 7. Surat Keputusan Pembimbing .....	179
Lampiran 8. Surat Izin Penelitian.....	181
Lampiran 9. Surat Keterangan Penelitian.....	184
Lampiran 10. Dokumentasi Pengambilan Data .....	186
Lampiran 11. Sertifikat <i>Play Store</i> .....	188

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Hasil riset *Yahoo!* dan *Mindshare* pada tahun 2013 mengatakan bahwa terdapat sekitar 41,3 juta orang Indonesia menggunakan *smartphone* dan 39% diantaranya adalah pelajar. Akan tetapi, mayoritas pemanfaatan perangkat-perangkat tersebut hanya digunakan untuk kegiatan hiburan dan "membunuh waktu". Hal ini sangat disayangkan, karena secara tidak langsung dari hasil riset tersebut terungkap bahwa masih sedikit sekali pemanfaatan teknologi terutama *smartphone* dalam kegiatan pendidikan. Padahal menurut Tiffatul Sembiring, Menteri Kominfo, mengungkapkan bahwa seharusnya pemanfaatan teknologi informasi dapat memberikan manfaat yang besar apabila dapat digunakan dengan bijak, salah satunya dengan memanfaatkan teknologi dalam bidang pendidikan.

Pemanfaatan teknologi *smartphone* dalam bidang pendidikan salah satunya adalah digunakan sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran secara umum adalah alat bantu proses belajar mengajar. Segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau ketrampilan pebelajaran sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar. Seperti yang diungkapkan Sukiman (2012:29) yang menyatakan bahwa media adalah segala sesuatu dalam lingkungan siswa yang dapat merangsangnya untuk belajar.

Salah satu mata pelajaran yang membutuhkan media pembelajaran adalah matematika, khususnya geometri. Geometri bangun ruang telah diajarkan sejak

SD, namun ternyata kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal dimensi tiga masih rendah. Sebagai contoh, kadang-kadang siswa tidak dapat mengidentifikasi gambar limas persegi hanya karena penyajian dalam gambar mengharuskan bentuk persegi menjadi bentuk jajargenjang. Hasil survey *Programme for International Student Assessment (PISA) 2000/2001* menunjukkan bahwa siswa Indonesia lemah dalam geometri, khususnya dalam pemahaman ruang dan bentuk. Sebagai ilustrasi, siswa menghadapi kesukaran dalam membayangkan suatu balok yang berongga di dalamnya. Pelajaran geometri pada siswa SMP membutuhkan visualisasi obyek-obyek geometri secara konkret agar siswa dapat memahami obyek geometri seperti kubus, balok, dan prisma dengan baik. Hal ini juga didukung oleh teori yang dikemukakan oleh Peaget (Izzaty, et al. 2008:34-35) bahwa dari segi kognitif anak usia SMP memiliki keterbatasan untuk memahami pernyataan atau konsep-konsep yang bersifat abstrak.

Dengan adanya perkembangan teknologi *smartphone* yang terus meningkat media pembelajaran yang statis dapat berubah menjadi media pembelajaran yang lebih dinamis dan dapat menampilkan visualisasi obyek geometri secara konkret. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah teknologi *augmented reality* pada *android*. *Augmented reality* merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat hampir di seluruh dunia, namun pemanfaatannya di Indonesia masih sangat terbatas. Teknologi *augmented reality* merupakan sebuah teknologi visual yang menggabungkan objek dunia *virtual* ke dalam tampilan dunia nyata secara *real time* (Azuma, R.T. et al. 2011). Dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* dan *smartphone*

*android* yang dikombinasikan langsung dengan materi dari buku cetak, obyek geometri dapat divisualisasikan dengan konkret melalui pemodelan *virtual* tiga dimensi yang mirip dengan benda aslinya tepat di atas materi buku cetak tersebut. Untuk itu aplikasi sebagai media pembelajaran matematika geometri berbasis *android* dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* dapat menjadi alternatif untuk membantu siswa dalam memahami berbagai obyek geometri secara konkret. Media ini diharapkan dapat menambah daya tarik siswa untuk belajar dengan perpaduan interaksi manusia dan komputer yang variatif yakni penggabungan pemodelan 3D geometri pada aplikasi *android* dengan materi di buku cetak.

Salah satu faktor tingkat kepuasan pengguna aplikasi adalah kualitas aplikasi itu sendiri. Maka media pembelajaran yang akan dikembangkan membutuhkan standar kualitas yang baik. Hal ini didukung oleh teori dari Pressman (2010:400) yang menyatakan bahwa kepuasan pengguna diartikan sebagai kombinasi antara kesesuaian produk dengan kebutuhan pengguna, kualitas *software*, dan distribusi dengan harga yang terjangkau. Dengan adanya kualitas dan kepuasan pengguna aplikasi yang baik maka diharapkan sasaran dan tujuan pembuatan aplikasi *android* sebagai media pembelajaran geometri bangun ruang akan lebih maksimal.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut

1. Masyarakat khususnya para pelajar belum dapat memanfaatkan teknologi *smartphone* secara maksimal dalam bidang pendidikan.

2. Buku sebagai salah satu media pembelajaran yang berbentuk cetak dianggap kurang memadai dari segi visualisasi objek terutama pada materi geometri mata pelajaran matematika.
3. Banyak siswa SMP yang kesulitan memahami dan menggambarkan geometri bangun ruang dengan baik.
4. Materi geometri bangun ruang pada mata pelajaran matematika membutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam memahami obyek abstrak pada geometri secara konkret.

### **C. Batasan Masalah**

Meninjau masih luasnya masalah yang teridentifikasi, maka lingkup permasalahan dalam penelitian ini adalah pada materi geometri bangun ruang mata pelajaran matematika yang membutuhkan media pembelajaran untuk membantu siswa dalam memahami obyek geometri secara konkret. Untuk menjawab permasalahan tersebut maka penelitian ini akan membahas tentang pengembangan dan analisis aplikasi sebagai media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam menggambarkan ilustrasi obyek geometri tersebut. Aplikasi yang dikembangkan berupa aplikasi berbasis *android* menggunakan teknologi *augmented reality*.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan aplikasi yang dapat membantu siswa SMP dalam memahami obyek geometri bangun ruang pada mata pelajaran matematika?
2. Seberapa besar tingkat kelayakan aplikasi yang dikembangkan ditinjau dari aspek *functional suitability*, *performance efficiency*, *portability*, dan *usability*?

#### **E. Tujuan**

1. Mengembangkan aplikasi yang dapat membantu siswa SMP dalam memahami obyek geometri bangun ruang pada mata pelajaran matematika.
2. Mengetahui tingkat kelayakan aplikasi yang dikembangkan ditinjau dari aspek *functional suitability*, *performance efficiency*, *portability*, dan *usability*.

#### **F. Manfaat**

1. Manfaat Teoritis
  - a. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan, teknologi, dan pendidikan.
  - b. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan acuan dan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Bagi Mahasiswa

- 1) Sebagai penerapan dan bekal pengalaman ilmu pengetahuan yang sudah dipelajari baik di dalam kelas kuliah ataupun dalam lingkungan masyarakat.
- 2) Dapat menjadi referensi pembuatan media pembelajaran selanjutnya berbasis *Augmented reality*.

### b. Bagi Guru

- 1) Sebagai bahan referensi untuk meningkatkan mutu pembelajaran.
- 2) Menambah inventaris media pembelajaran yang menarik bagi siswa dalam pembelajaran geometri.

### c. Bagi Siswa

- 1) Meningkatkan minat siswa untuk mempelajari matematika lebih lanjut.
- 2) Memberikan wawasan tentang teknologi *Augmented reality* pada smartphone yang dapat dimanfaatkan untuk media pembelajaran.
- 3) Memberikan alternatif sumber belajar melalui media pembelajaran berbasis *Augmented reality* pada materi geometri yang dikemas lebih menarik dan mudah dipahami.
- 4) Mengembangkan potensi siswa dalam mencari pengalaman belajar secara mandiri.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Geometri**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia geometri adalah cabang matematika yang menerangkan sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Geometri bisa disebut juga dengan istilah ilmu ukur. Materi geometri terdiri dari 2 kelompok besar yakni geometri bidang datar dan geometri bangun ruang. Geometri bidang datar atau geometri dimensi dua membicarakan bangun-bangun datar, sedangkan geometri bangun ruang membicarakan bangun-bangun ruang dan bangun-bangun datar yang merupakan bagian dari bangun ruang tersebut.

Berdasar Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan nomor 68 tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Ibtidaiyah, Kompetensi Dasar dan Kompetensi Inti dari pelajaran matematika SMP kelas VIII yang berkaitan dengan materi bangun ruang sisi datar pada kurikulum 2013, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. KI dan KD Materi Bangun Ruang SMP kelas VIII

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya
2. Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.	1.2 Memiliki rasa ingin tahu, percaya diri, dan ketertarikan pada matematika serta memiliki rasa percaya pada daya dan kegunaan matematika, yang terbentuk melalui pengalaman belajar
3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.	1.3 Menentukan luas permukaan dan volume kubus, balok, prisma, dan limas  1.4 Menaksir dan menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang yang tidak beraturan dengan menerapkan geometri dasarnya.

Indikator pencapaian materi volume dan luas permukaan bangun ruang sisi datar antara lain:

- 1) Menentukan luas permukaan kubus dan balok dengan menggunakan alat peraga berupa benda nyata.
- 2) Menentukan luas permukaan prisma yang didapat dari penurunan rumus luas permukaan balok.
- 3) Menentukan luas permukaan limas dengan syarat-syarat ukuran yang harus diketahui.

- 4) Menentukan volume kubus dan balok melalui pola-pola tertentu sehingga dapat diterapkan pada volume prisma dan limas.
- 5) Menaksir dan menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang yang tidak beraturan dengan menerapkan bentuk geometri dasarnya melalui ilustrasi yang ditunjukkan.

Maka dapat disimpulkan, sesuai dengan kurikulum 2013, pembelajaran geometri pada mata pelajaran matematika jenjang SMP kelas VIII akan lebih banyak membahas tentang geometri bangun ruang, khususnya bangun ruang sisi datar. Komponen yang akan dipelajari yakni tentang sifat-sifat bangun ruang, konsep penghitungan luas, dan juga volume. Sehingga dalam penelitian ini, perangkat lunak yang akan dikembangkan harus mendukung kebutuhan pembelajaran geometri bangun ruang seperti uraian di atas.

## **2. Media Pembelajaran**

### **a. Pengertian Media Pembelajaran**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia media berarti alat atau sarana komunikasi yang terletak di antara dua pihak. Secara lebih khusus dijelaskan pula media dalam arti pendidikan (pembelajaran) adalah alat dan bahan yang digunakan pada proses pengajaran atau pembelajaran. Sukiman (2012:29) juga memaparkan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat serta kemauan peserta didik sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi dalam rangka mencapai

tujuan pembelajaran secara efektif. Hal ini didukung oleh pernyataan Azhar Arsyad (2011:3) yang juga menyatakan bahwa secara lebih khusus pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal.

Dari beberapa teori tersebut didapatkan bahwa yang dimaksud dengan media adalah suatu benda, alat, ataupun komponen yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima. Secara umum media pembelajaran adalah alat bantu penyampai materi pembelajaran dalam proses belajar mengajar.

#### **b. Jenis Media Pembelajaran**

Menurut Sriyanti (2009), jenis-jenis media yang sering digunakan dalam pembelajaran antara lain:

##### **1) Media cetak**

Kelebihan media ini adalah murah, dapat diakses semua kalangan, fleksibel, dan dapat dibaca kapan dan di mana saja. Namun, kurang dapat membantu daya ingat jika penyajiannya kurang menarik.

##### **2) Transparasi**

Media ini bersifat praktis dan mudah dioperasikan serta mendukung pembelajaran dengan tatap muka.

##### **3) Multimedia interaktif**

Media ini bersifat interaktif, individual, fleksibel, dan dapat mengaktifkan pengguna, namun pengembangan media ini

memakan waktu yang lama dan membutuhkan tim pengembang yang profesional.

4) *E-Learning*

Media ini mendukung pembelajaran jarak jauh karena interaksi dapat dijalankan secara *online* dan *real time*.

5) *M-Learning*

Media yang berbasis perangkat *mobile* atau bergerak seperti telepon genggam, *laptop*, dan *smartphone*. Melalui media ini, pengguna dapat mengakses pengetahuan kapanpun dan dimanapun.

**c. Manfaat Media Pembelajaran**

Manfaat dari penggunaan media pembelajaran (Arsyad, 2006:

26) adalah sebagai berikut:

- 1) Memperjelas penyajian informasi yang diberikan oleh pengajar sehingga memperlancar proses pembelajaran.
- 2) Meningkatkan motivasi, perhatian pembelajar, interaksi langsung antara pembelajar dengan lingkungan, dan mendukung proses belajar mandiri.
- 3) Mengatasi keterbatasan indra, ruang dan waktu.
- 4) Memberikan kesamaan pengalaman kepada pembelajar tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka.

**d. Pola Pemanfaatan Media Pembelajaran**

Beberapa pola pemanfaatan media pembelajaran menurut Sadiman (2011: 190) sebagai berikut:

- 1) Pemanfaatan media dalam situasi kelas. Pada pola ini pemanfaatan media dipadukan dengan proses belajar mengajar dalam situasi kelas. Dalam merencanakan media, guru harus melihat tujuan yang akan dicapai, materi pembelajaran yang mendukung, serta strategi belajar mengajar yang sesuai.
- 2) Pemanfaatan media di luar situasi kelas. Pemanfaatan media pembelajaran di luar situasi kelas yaitu sebagai berikut:
  - a) Pemanfaatan secara bebas. Pemanfaatan secara bebas ialah bahwa media digunakan tanpa kontrol atau pengawasan. Media didistribusikan ke masyarakat dengan cara diperjualbelikan atau didistribusikan secara gratis. Pengadaan media tersebut diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif. Dalam menggunakan media ini, pengguna tidak dituntut untuk mencapai tingkat pemahaman tertentu. Pengguna juga tidak diharapkan untuk memberikan umpan balik kepada siapapun dan tidak perlu mengikuti tes atau ujian.
  - b) Pemanfaatan media secara terkontrol. Pemanfaatan media secara terkontrol ialah bahwa media itu digunakan dalam suatu rangkaian kegiatan yang diatur secara sistematis untuk mencapai tujuan tertentu.

Pada penelitian ini, media yang dikembangkan adalah media pembelajaran berbasis aplikasi *mobile* , sehingga termasuk ke dalam jenis *m-learning*. Media ini juga dikombinasikan dengan media cetak buku

sebagai panduan pembelajaran geometri untuk SMP kelas VIII. Sedangkan aplikasi *mobile* tersebut berfungsi untuk menggambarkan pemodelan geometri bangun ruang yang lebih nyata dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality*. Kedua media pembelajaran tersebut, aplikasi maupun buku, merupakan satu kesatuan dan akan lebih maksimal pemanfaatannya jika digunakan secara terkontrol di dalam kelas. Namun, tidak menutup kemungkinan media ini dapat digunakan secara bebas.

### **3. *Augmented Reality***

*Augmented Reality (AR)* adalah teknologi yang menggabungkan objek *virtual* dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan objek-objek *virtual* tersebut secara *real time* (Andriyadi, 2011:3). Ada tiga prinsip dari *augmented reality*. Pertama yaitu *AR* merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual, *AR* berjalan secara interaktif secara *real time*, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya yang terintegrasi dalam dunia nyata (Azuma, et al. 2001). Sistem *AR* kini telah dikembangkan untuk berbagai aplikasi, diantaranya yakni pada bidang hiburan, pendidikan, ilmu kedokteran, ilmu teknik, ilmu pabrik, dan lain sebagainya (Giraldi, et al. 2005).

Berdasarkan definisi di atas, secara sederhana *AR* bisa didefinisikan sebagai lingkungan nyata yang ditambahkan objek *virtual* dengan integrasi teknologi komputer. Teknologi ini dapat menyajikan interaksi yang menarik bagi *user*, karena dengan adanya teknologi ini *user* dapat merasakan obyek *virtual* yang seakan-akan benar-benar ada di lingkungan nyata.

**a. Metode *Augmented Reality***

Terdapat 2 jenis metode pencitraan dalam *augmented reality* (Lyu, 2012) yakni;

*1) Marker Based Tracking*

Salah satu metode yang sudah cukup lama dikenal dalam teknologi *augmented reality* adalah *Marker Based Tracking*. Sistem dalam *AR* ini membutuhkan penanda (*marker*) berupa gambar yang dapat dianalisis untuk membentuk *reality*. Penanda gambar tersebutlah yang disebut dengan *marker*.

*Marker-Based AR* memiliki ciri khas yakni menggunakan fitur kamera pada *device* untuk menganalisa *marker* yang tertangkap untuk menampilkan obyek *virtual* seperti *video*. Pengguna dapat menggerakkan *device* untuk melihat obyek *virtual* pada berbagai macam sudut yang berbeda. Sehingga *user* dapat melihat obyek *virtual* dari berbagai sisi. Contoh dari *marker based AR* tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh *Marker Based AR*

## 2) *Markerless Augmented Reality*

Salah satu metode *augmented reality* yang saat ini sedang berkembang adalah metode *Markerless Augmented Reality*, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *marker* untuk menampilkan elemen-elemen digital. Contoh dari *Markerless AR* adalah *Face Tracking*, *3D Object Tracking*, dan *Motion Tracking*. Selain itu terdapat juga *AR* yang menggunakan *GPS* atau fitur *compass digital*. Teknik *GPS Based Tracking* memanfaatkan fitur *GPS* dan kompas yang ada didalam *smartphone*, aplikasi akan menampilkannya dalam bentuk arah atau tempat yang kita inginkan secara *realtime*. Contoh *markerless AR* tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh *Markerless AR*

#### b. **Komponen *Augmented Reality***

Dalam penerapannya teknologi *augmented reality* memiliki beberapa komponen yang harus ada untuk mendukung kinerja dari proses pengolahan citra digital. Adapun komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut (Sylva, et al. 2003) :

##### 1) *Scene Generator*

*Scene Generator* adalah *device* atau perangkat lunak yang bertugas untuk melakukan *rendering*. *Rendering* adalah proses membangun gambar atau obyek tertentu dalam *AR*.

##### 2) *Tracking System*

*Tracking system* merupakan komponen yang terpenting dalam *augmented reality*. Dalam proses *tracking* dilakukan sebuah pendeteksian objek *virtual* dengan objek nyata dengan pola tertentu.

### 3) *Display*

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pembangunan sistem *AR* yaitu faktor resolusi, fleksibilitas, titik pandang, dan *tracking area*. Pada *tracking area* faktor pencahayaan menjadi hal yang perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi proses *display*.

### 4) *AR Devices*

*AR* dapat digunakan pada beberapa *device* seperti pada *smartphone*. Saat ini, beberapa aplikasi dengan teknologi *AR* telah tersedia pada *Android*, *Iphone*, *Windows Phone*, dan lain sebagainya. Selain itu, *AR* juga dapat digunakan pada *PC* dan televisi yang terhubung dengan kamera seperti *webcam*.

Teknologi *augmented reality* dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah pada bidang pendidikan. Pada penelitian ini, *augmented reality* akan diterapkan dalam pembelajaran matematika geometri yakni untuk membantu penggambaran ilustrasi obyek secara tiga dimensi. Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan metode *marker based tracking* yang dimasukkan dalam buku pelajaran matematika.

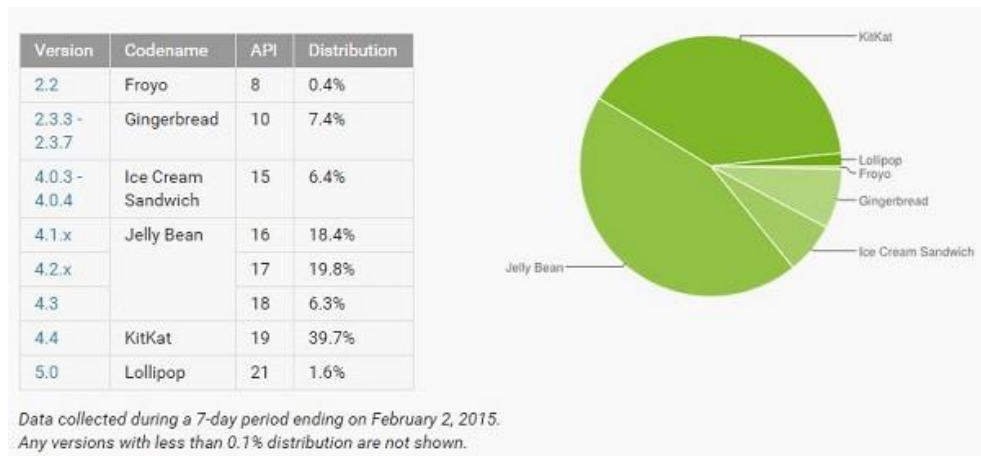
## 4. ***Android***

### a. **Sistem Operasi *Android***

*Android* merupakan sistem operasi berbahasa *Linux* yang digunakan untuk *mobile* (Lee, 2011:2). *Android* awalnya dikembangkan oleh sebuah *startup* bernama *Android.Inc*. Pada tahun

2005 sebagai bagian dari strategi memasuki ruang *mobile*, *Google* membeli *android* dan mengambil alih tim pengembangnya. Setelah *Android.Inc* menjadi grup *Google*, para pendiri *android* diantaranya Andy Rubin, Rich Milner, Nick Sears, dan Chris White berpindah ke *Google*.

Data jumlah relatif dari perangkat yang menggunakan *android* tersaji pada Gambar 3. Data ini dikumpulkan pada periode 2 Februari 2015 (Developers, 2015).



Gambar 3. Data Pengguna *Android*

Aplikasi Geometra dikembangkan pada *android* karena di masa depan sistem operasi ini memiliki potensi yang besar. Terdapat beberapa faktor pertimbangan untuk realisasi pembuatan aplikasi berbasis *android* (Istiyanto, 2013:16), yakni sebagai berikut :

- 1) Faktor kecepatan, tingkat efisiensi aplikasi dalam menyajikan data, proses, dan memberikan *output* data secara cepat dan sesuai keinginan konsumen.

- 2) Aspek produktivitas, kebermanfaatan aplikasi dalam peningkatan produktivitas pengguna.
- 3) Kreativitas desain, nilai tambah yang dapat menarik minat pengguna menggunakan aplikasi tersebut.
- 4) Fleksibilitas, aplikasi pada *android* lebih memungkinkan untuk berfungsi dengan baik di segala kondisi.

**b. Perkembangan Sistem Operasi *Android***

Sistem operasi *android* sebagai sistem operasi *mobile* yang terbuka (*open source*) memiliki banyak versi dalam perkembangannya, diantaranya:

- 1) *Android (1.6) Donuts*
- 2) *Android (2.0) Éclair*
- 3) *Android (2.2) Froyo*
- 4) *Android (2.3) Ginger Bread*
- 5) *Android (3.0) Honeycomb*
- 6) *Android (4.0) Ice Cream Sandwich*
- 7) *Android (4.1) Jelly Bean*
- 8) *Android (4.4) KitKat*
- 9) *Android (5.0) Lollipop*

Aplikasi Geometra akan dikembangkan pada *android* versi 2.3 atau *API* level 9. Pengembangan menggunakan level *API* yang rendah memungkinkan aplikasi bisa berjalan dengan baik di versi tersebut dan versi- versi yang lebih baru.

### c. Resolusi Layar

Mengingat beragamnya resolusi layar pada perangkat *android*, perangkat lunak yang dikembangkan juga harus disesuaikan dengan berbagai ukuran layar perangkat *android*. Resolusi layar *android* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Resolusi Layar *Android*

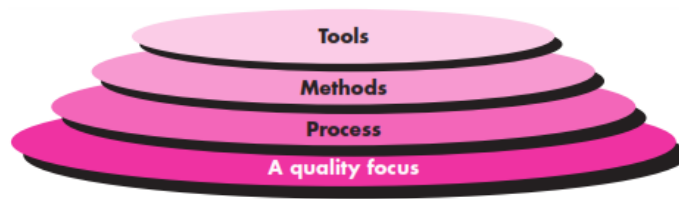
	Low Density (120), ldpi	Medium Density (160), mdpi	High Density (240), hdpi	Extra High Density (320), xhdpi
Small Screen	QVGA (240 × 320)		480 × 640	
Normal Screen	WQVGA400 (240 × 400)	HVGA (320 × 480)	WVGA800 (480 × 800)	640 × 960
	WQVGA432 (240 × 432)		WVGA854 (480 × 854)	
			600 × 1024	
Large Screen	WVGA800 (480 × 800)	WVGA800 (480 × 800)		
	WVGA854 (480 × 854)	WVGA854 (480 × 854)		
		600 × 1024		
Extra Large Screen	1024 × 600	WXGA (1280 × 800)	1536 × 1152	2048 × 1536, 2560 × 1536
		1024 × 768	1920 × 1152	2560 × 1600
		1280 × 768	1920 × 1200	

## 5. Model Pengembangan

### a. Pengembangan Perangkat Lunak (*Software Engineering*)

Pressman (2010:1) berpendapat bahwa pengembangan perangkat lunak (*software engineering*) meliputi suatu proses, suatu kumpulan metode, dan kesatuan peralatan yang memungkinkan para ahli untuk membangun perangkat lunak komputer berkualitas tinggi. Dengan kata lain, pengembangan perangkat lunak merupakan sebuah proses dengan langkah-langkah yang sistematis dan menggunakan suatu metode tertentu untuk membangun perangkat lunak yang berkualitas.

Terdapat beberapa tingkatan dalam pengembangan perangkat lunak (Pressman, 2010: 14). Tingkatan tersebut tersaji dalam Gambar 4.



Gambar 4. *Layer* Pengembangan Perangkat Lunak

*Quality focus* merupakan hal yang mendukung pengembangan perangkat lunak. Kualitas perangkat lunak yang baik memudahkan pemeliharaan perangkat lunak itu sendiri.

Dasar dari pengembangan perangkat lunak adalah *process*. *Layer* ini mendefinisikan suatu kerangka kerja yang harus dibentuk untuk pengembangan teknologi yang efektif. *Process* secara umum terdiri dari:

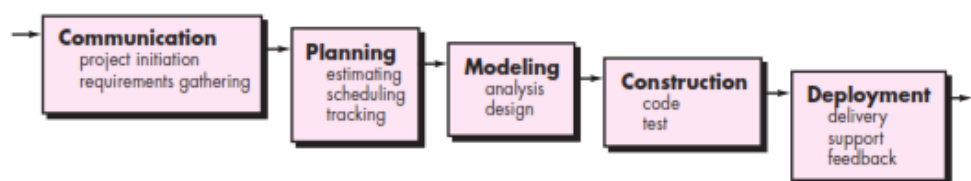
- 1) *Communication*
- 2) *Planning*
- 3) *Modelling*
- 4) *Construction*
- 5) *Deployment*

*Layer methods* menyediakan metode bagaimana cara membangun perangkat lunak. Metode disini meliputi metode yang digunakan untuk

menjalankan kesatuan tugas yang terdiri dari komunikasi, analisis, desain, pemrograman, dan pengujian. Sedangkan *layer tools* menyediakan berbagai peralatan yang mendukung *process* dan *methods*.

### **b. Waterfall Process Model**

Pada uraian di atas telah dijelaskan bahwa *process* merupakan dasar dari pengembangan perangkat lunak. Terdapat beberapa *process model* dalam pengembangan perangkat lunak, salah satunya adalah *waterfall process model*. *Waterfall model*, seringkali disebut juga sebagai *classic life cycle*, bersifat sistematis, dan berurutan dalam pengembangan perangkat lunak yakni dari tahap *planning* (perencanaan), *modelling* (pemodelan), *construction* (implementasi), dan *deployment* (distribusi) (Pressman, 2010:39). Tahapan *waterfall process model* tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. *Waterfall Process Model* (Pressman, 2010:39)

Alasan dipilihnya *waterfall model* sebagai model pengembangan perangkat lunak adalah karena model ini memiliki tahapan yang sederhana dan mudah dimengerti. Selain itu karena sifatnya yang

berurutan yakni setiap proses harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum proses selanjutnya dimulai. Hal ini dapat mempermudah pengembang dalam melakukan penelitian ini karena hanya dilakukan oleh jumlah pengembang yang terbatas.

Tahapan pada *waterfall process model* secara praktis adalah sebagai berikut :

#### *1) Communication* (Komunikasi dan kolaborasi)

Komunikasi dan kolaborasi adalah suatu hal penting sebelum pekerjaan yang bersifat teknik dimulai. Tujuannya adalah untuk memahami sasaran/tujuan dari *project* yang akan dikembangkan dan membantu mendefinisikan fitur dan fungsi dari perangkat lunak (Pressman, 2010:15), sehingga aplikasi yang dihasilkan nantinya akan memiliki manfaat yang baik bagi pengguna.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah *project initiation*. Pada tahap ini dilakukan komunikasi dengan calon pengguna aplikasi tentang permasalahan yang dihadapi. Komunikasi ini akan menghasilkan spesifikasi produk.

Setelah spesifikasi produk sudah diketahui, maka langkah selanjutnya adalah *requirements gathering*, yakni dengan melakukan analisis kebutuhan. Pada fase ini dilakukan pengumpulan kebutuhan secara intensif agar terbentuk perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

## 2) *Planning* (Perencanaan)

Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah pembuatan jadwal pengembangan perangkat lunak. Penjadwalan di sini akan memberikan estimasi waktu penyelesaian perangkat lunak.

## 3) *Modelling* (Pemodelan)

Pada tahap ini dilakukan pembuatan pemodelan agar kebutuhan perangkat lunak yang memenuhi persyaratan mudah dipahami. Pemodelan yang dibuat berupa sketsa desain bagaimana aplikasi akan dibangun.

## 4) *Construction* (Implementasi)

Aktifitas di sini merupakan kombinasi dari pemrograman dan pengujian untuk menemukan *errors* dalam kode program. Pemrograman dilakukan dengan *tools* tertentu. Untuk membangun perangkat lunak yang berkualitas perlu dilakukan pengujian dengan standar tertentu pula.

## 5) *Deployment* (Distribusi)

Perangkat lunak didistribusikan kepada pengguna. Pengguna akan memberikan evaluasi terhadap produk yang dihasilkan dan pengembang memberikan *feedback* atas evaluasi tersebut.

# 6. Perangkat Pengembangan

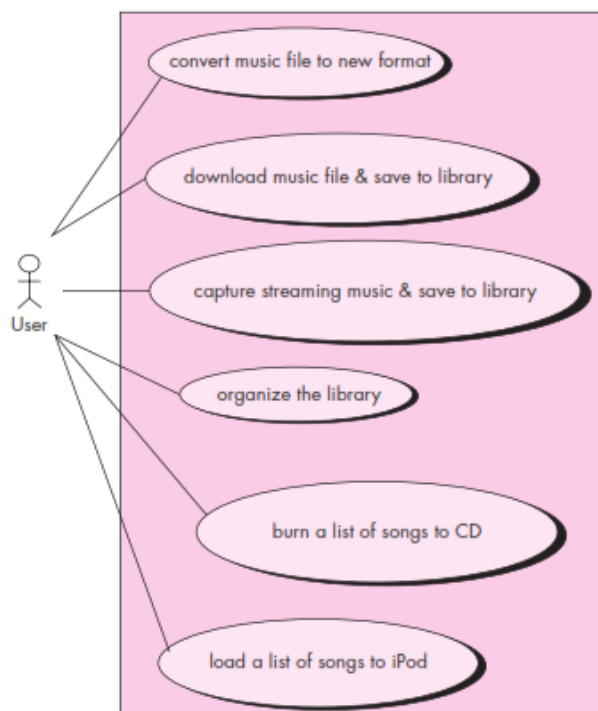
## a. *Unified Modelling Language (UML)*

*Unified Modeling Language (UML)* adalah bahasa standar untuk menuliskan *blueprints* (perancangan) perangkat lunak. *UML* dapat juga digunakan untuk menggambarkan, menetapkan, membangun, dan

mendokumentasikan pengembangan *software* dengan intensif (Pressman, 2010:841). Desain *UML* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *use case diagram*, *sequence diagram*, dan *activity diagram*.

### 1) *Use Case Diagram*

*Use case diagram* dapat membantu pengembang dalam menentukan fungsi dan fitur perangkat lunak dari pandangan pengguna. Suatu *use case diagram* menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem melalui langkah-langkah yang disediakan untuk memenuhi tujuan tertentu (Pressman, 2010:847). Contoh dari *use case diagram* tersaji dalam Gambar 6.



Gambar 6. Contoh *Use Case Diagram* (Pressman, 2010:847)

Whitten dan Bentley (2007: 246) mengungkapkan bahwa *use case diagram* terdiri dari beberapa elemen, yaitu:

*a) Use case*

Merupakan proses-proses yang terjadi dalam sebuah sistem. *Use case* mendiskripsikan fungsi pada sistem yang mudah dipahami. *Use case* dipresentasikan dalam bentuk elips dengan keterangan di dalamnya.

*b) Actor*

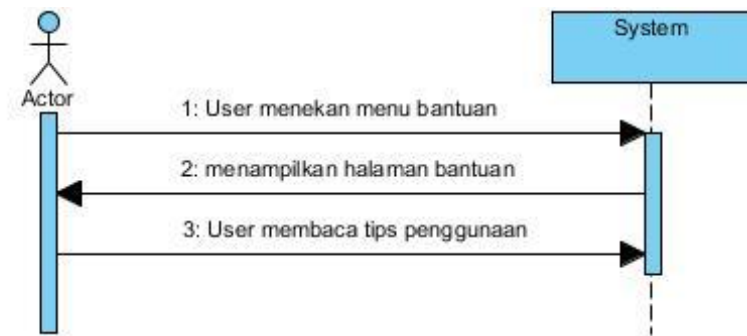
Merupakan pengguna yang berinteraksi dalam suatu sistem, dimana setiap pengguna menjalankan proses-proses tertentu dalam sebuah sistem. *Actor* dipresentasikan dengan gambar *stickman* dengan nama dan peraturan tertentu.

*c) Relationships*

*Relationship* digambarkan sebagai garis antara dua simbol pada diagram *use case*. Arti dari *relationships* dapat berbeda tergantung pada bagaimana garis ditarik dan apa jenis simbol yang menghubungkan mereka.

2) *Sequence Diagram*

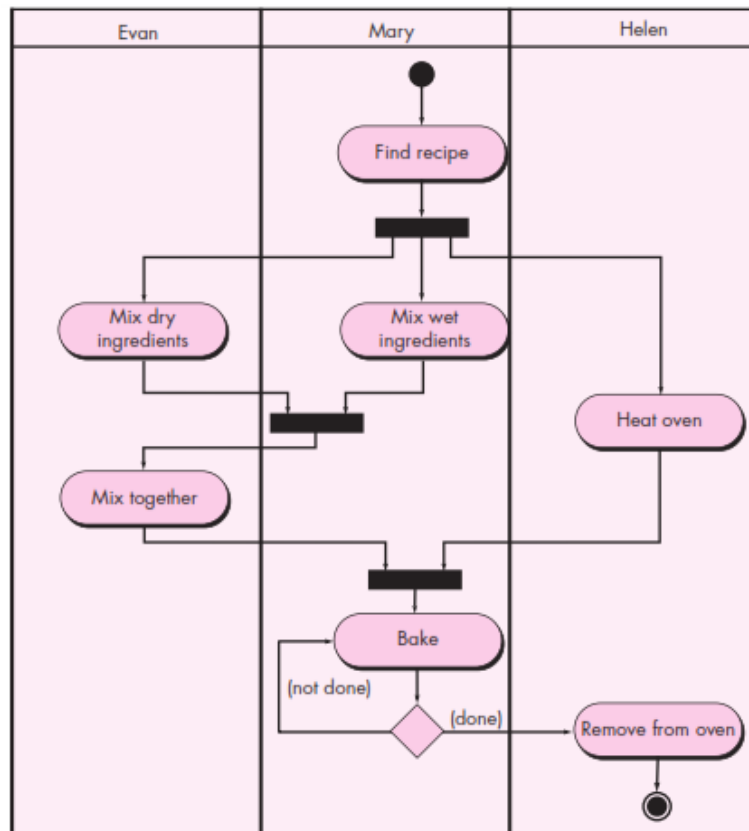
*Sequence diagram* digunakan untuk menunjukkan komunikasi yang dinamis antar-obyek selama tugas dijalankan. Selain itu penggunaan *sequence diagram* juga dapat diartikan untuk menampilkan interaksi dari suatu *use case* atau suatu skenario dari sistem perangkat lunak (Pressman, 2010:848). Contoh *sequence diagram* tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Contoh *Sequence Diagram*

### 3) *Activity Diagram*

*Activity* diagram berfungsi untuk menggambarkan tingkah laku dinamis dari sistem melalui sebuah kontrol (*flow of control*) antara aksi dalam sistem. Diagram ini mirip dengan *flowchart* namun yang membedakan adalah *activity diagram* dapat menunjukkan proses yang terjadi bersamaan (Pressman, 2010:853). Contoh *activity diagram* tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Contoh *Activity Diagram*

Elemen-elemen dari *activity diagram* terdiri dari ;

*a) Initial Node*

Berbentuk lingkaran padat yang menunjukkan awal dari suatu proses.

*b) Actions*

Berbentuk elips yang menunjukkan langkah proses. Urutan dari langkah proses akan membentuk aktifitas keseluruhan dari diagram tersebut.

*c) Flow*

Berbentuk panah yang menunjukkan arus dari langkah proses. Biasanya, tidak menggunakan kata-kata untuk menjelaskan arus aksi tersebut.

*d) Decision*

Berbentuk berlian yang memiliki satu arus masuk dan dua atau lebih aliran keluar. Aliran keluar diberikan penjelasan untuk menunjukkan kondisi.

*e) Merge*

Berbentuk berlian yang memiliki dua atau lebih arus masuk dan satu aliran keluar. *Merge* menggabungkan aliran yang sebelumnya dipisahkan oleh *decision*.

*f) Fork*

Berbentuk *bar* berwarna hitam yang memiliki satu arus masuk dan dua atau lebih aliran keluar. *Fork* merupakan tindakan atau aksi yang dijalankan secara bersamaan.

*g) Join*

Berbentuk *bar* berwarna hitam yang memiliki dua atau lebih arus masuk dan satu aliran keluar. *Join* mencatat hasil dari pemrosesan yang telah dilakukan secara bersamaan.

*h) Activity final*

Berbentuk lingkaran rongga dalam yang padat menunjukan akhir dari proses.

## ***b. Autodesk 3Ds Max***

*3Ds Max* adalah *software* yang biasa digunakan untuk membuat objek *3D* dan animasi *3D*. *Autodesk 3ds Max 2013* dan *Autodesk 3ds Max Desain 2012* menyediakan fitur yang dapat digunakan untuk membuat *3D modeling*, animasi, dan *rendering* dalam visualisasi desain, *game*, film, dan televisi.

Secara garis besar proses animasi *3D* dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

### *1) Modelling*

Menurut Dariush Derakhshani dan Randi L.Munn (2008:107) *modelling* dalam program tiga dimensi mirip dengan seni memahat, yaitu membuat sebuah objek dari bentuk geometri yang lebih sederhana.

### *2) Mapping*

Salah satu cara untuk memperindah suatu objek adalah dengan menggunakan *map*. Dalam *3Ds max*, *map* adalah bentuk format gambar dengan pola tekstur yang diaplikasikan kedalam kulit objek, beberapa *map* membungkus sebuah gambar kedalam objek yang dituju. Contohnya, kita dapat menggunakan *map* untuk memberi warna air pada sup, atau memberi tekstur pada kulit jeruk yang berkeriput.

### *3) Animating*

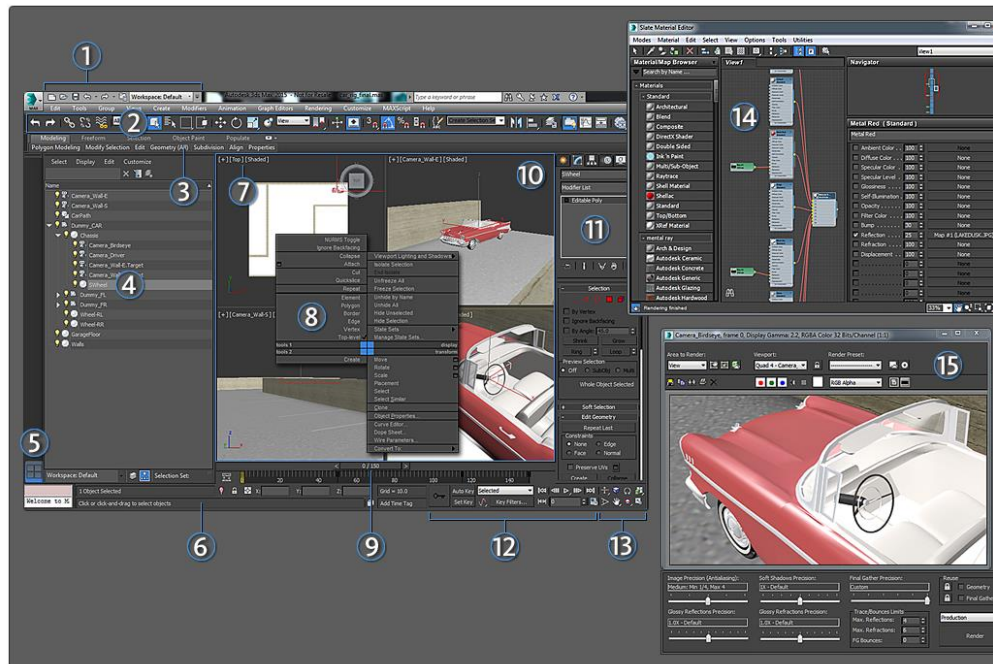
Menurut Dariush Derakhsani dan Randi L. Munn (2008:24), animasi adalah kumpulan *frame* yang berisi gambar atau *scene* yang

diatur berurutan dan dijalankan dengan sangat cepat sehingga gambar tersebut menjadi terlihat bergerak. Pada *software* animasi seperti *3Ds max*, animasi dibuat dengan mengatur *keyframe* dan mengatur perubahan objek. Perubahan objek dapat berupa perubahan bentuk, perubahan tempat, dan perubahan ukuran.

#### 4) *Rendering*

Dariush Derakhshani dan Randi L.Munn (2008:501) menyatakan bahwa *rendering* adalah langkah akhir dari pembuatan animasi *3D*. Hal yang perlu diperhatikan adalah saat membangun sebuah *scene*. Saat *rendering*, komputer mengkalkulasi properti-properti dari *scene* yang dibuat, pencahayaan, bayangan dan pergerakan objek, kemudian menyimpannya dalam bentuk satu atau lebih gambar yang berurutan. Untuk mendapatkan sudut pandang yang diinginkan dapat dilakukan dengan mengatur kamera dan *render*.

Mengingat fungsi *software* ini yang beragam, *3Ds Max* memiliki tampilan yang cukup kompleks. Adapun Tampilan *3Ds Max* secara umum tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan *Software Autodesk 3Ds Max*

Keterangan :

1) *Quick Access Toolbar*

*Quick Access Toolbar* menyediakan penanganan *file* seperti perintah *undo/redo*, perintah pergantian antarmuka, dan lain sebagainya.

2) *Main Toolbar*

*Toolbar* menyediakan banyak perintah yang paling umum digunakan dalam *3Ds Max*.

3) *The Ribbon*

Menyediakan berbagai macam peralatan untuk pembuatan pemodelan, menggambar pada *scene*, dan menambah karakter manusia.

4) *Scene Explorer*

*Scene Explorer* dapat digunakan untuk melihat, mengurutkan, dan memilih obyek dalam *3Ds max*.

5) *Viewport Layouts*

Ini adalah *tab bar* khusus untuk konfigurasi berbagai *viewport*.

6) *Status Bar Controls*

Berisi informasi tentang *scene* dan *active command* yang sedang digunakan.

7) *Viewport Label Menus*

*Viewport Label Menus* adalah menu yang memungkinkan pengembang untuk mengganti tampilan *viewport*, termasuk di dalamnya adalah konfigurasi *point of view (POV)* dan penambahan *shading*.

8) *Quad Menu*

Saat pengembang melakukan klik kanan pada *mouse*, maka *Quad Menu* akan dimunculkan. Menu ini terdiri dari beberapa pilihan *sub menu*.

9) *Time Slider*

*Time Slider* memungkinkan pengembang untuk melakukan navigasi terhadap *timeline* pada *animation frame* di dalam *scene*.

10) *Viewport*

*Viewport* digunakan untuk menggambarkan obyek pada *scene* dari berbagai sudut pandang, pencahayaan, *shading*, dan berbagai efek lainnya.

#### 11) *Command Panel*

*Command Panel* terdiri dari 6 panel yang memberikan akses ke berbagai peralatan untuk membuat dan memodifikasi bentuk geometri, menambah pencahayaan, kontrol animasi, dan lain sebagainya.

#### 12) *Create and Play Back Animation*

Dilengkapi dengan konfigurasi waktu untuk menjalankan animasi, fitur ini dapat digunakan untuk kontrol animasi setiap waktu.

#### 13) *Viewport Navigation*

Tombol ini digunakan untuk navigasi *scene* di dalam *viewport* yang aktif.

#### 14) *State Material Editor*

Menyediakan fungsi untuk membuat dan mengubah material. Material digunakan untuk membuat obyek menjadi tampak lebih nyata dengan pewarnaan yang menarik

#### 15) *Rendered Frame Window*

Jendela ini menampilkan *scene* yang telah *render*. Selain itu terdapat berbagai macam konfigurasi yang dapat digunakan untuk *rendering*.

Pada penelitian ini, *3Ds Max* dimanfaatkan untuk membuat berbagai macam *assets* yakni berupa pemodelan dan animasi *3D* dari berbagai macam bentuk geometri bangun ruang yang disesuaikan dengan materi pada buku pelajaran sekolah.

### ***c. Qualcomm Vuforia SDK***

*Qualcomm* adalah *platform* perangkat lunak yang memungkinkan aplikasi berbasis *augmented reality (AR)* dapat dikembangkan. *Platform AR Qualcomm*, di dalamnya juga terdapat *vuforia SDK*, menggunakan teknologi *computer vision* untuk mengolah gambar grafis dan memodifikasinya dengan obyek lain yang seolah-olah muncul di dunia nyata. Dari uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya *Qualcomm* maka pengembang dapat dengan mudah membangun perangkat lunak berbasis *AR* yang interaktif. Hal ini didukung dengan pendapat Jay Wright (2010), *CEO* dari *Qualcomm*, yang mengungkapkan bahwa *Qualcomm* dapat mempermudah pengembang untuk membuat konten *3D interaktif* yang diimplementasikan di lingkungan nyata.

*Vuforia SDK* memiliki kemampuan khusus untuk mendeteksi dan mengenal suatu obyek dengan teknologi *computer vision*-nya. Fitur pengenalan obyek tersebut adalah sebagai berikut :

#### ***1) Image Targets***

*Image Targets* adalah gambar datar, seperti media cetak ataupun pada kemasan suatu produk.

#### ***2) Multi Targets***

*Multi Targets* merupakan obyek yang dibuat dengan lebih dari satu *image targets* dan dapat dirangkai menjadi bentuk geometri seperti kotak dan lain sebagainya.

### 3) *Cylinder Targets*

*Cylinder Targets* adalah gambar yang melapisi obyek yang berbentuk silinder misalnya botol, cangkir, tempat minuman soda, dan lain sebagainya.

### 4) *Frame Markers*

*Frame Markers* menyediakan 512 gambar yang yang diubah kedalam kode numerik.

### 5) *Text Recognition*

Memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi yang dapat mendeteksi kata-kata, yakni sebanyak lebih dari 100.000 kata-kata dalam bahasa Inggris.

### 6) *Object Recognition*

Memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat mendeteksi obyek yang tidak beraturan.

### 7) *Smart Terrain*

Memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi berbasis *game* ataupun produk yang dapat menyajikan interaksi visual yang kontennya dapat berinteraksi dengan obyek fisik di lingkungan nyata.

Untuk mendukung semua fitur tersebut, *vuforia SDK* memiliki komponen-komponen tertentu. Komponen dari *vuforia platform* adalah sebagai berikut:

#### 1) *The Vuforia Engine*

*Vuforia Engine* adalah perangkat untuk membangun aplikasi dengan *platform vuforia*. Perangkat ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan

pengembang terkait spesifikasi aplikasi yang akan dikembangkan. Perangkat tersebut harus perangkat yang *support* dengan *vuforia SDK*, diantaranya adalah *Eclipse*, *Xcode*, *Unity 3D*, ataupun *game engine* lain yang memiliki sifat *cross platform*. *Vuforia* telah mengeluarkan ekstensi khusus untuk *Unity 3D*, dimana *vuforia extension* ini memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi dan *game* berbasis *AR* dengan mudah menggunakan *game engine Unity 3D*

## 2) Tools

*Vuforia* telah menyediakan berbagai macam alat (*tools*) untuk membuat *targets*, mengatur *database targets*, dan mengamankan aplikasi dengan lisensi. Beberapa *tools* tersebut diantaranya yakni *Vuforia Object Scanner* yang tersedia untuk *android*. *Vuforia Object Scanner* dapat digunakan untuk menampilkan obyek 3D di atas suatu target (gambar *marker*). Selain itu terdapat juga *Target Manager* yang digunakan untuk mengatur *database target* (gambar *marker*) yang akan digunakan untuk membangun aplikasi berbasis *AR*.

## 3) Cloud Recognition Service

*Vuforia* juga menyediakan *Cloud Recognition Service* yang dapat digunakan jika aplikasi yang dikembangkan membutuhkan lebih dari 100 target (gambar *marker*).

Pada penelitian ini, perangkat lunak berbasis *AR* yang dikembangkan akan memanfaatkan fitur *Image Targets* dan menggunakan komponen *vuforia* diantaranya adalah *Unity 3D* sebagai *engine*-nya dan *Target*

*Manager* sebagai *tools* untuk melakukan pengaturan *database marker* yang akan digunakan.

#### **d. *Unity 3D***

John Riccitiello (2014), *CEO* dari *Unity* tahun 2014, mengungkapkan bahwa misi dari *Unity* yaitu "*democratize game development*", maksudnya adalah *Unity* akan membuat perangkat pengembangan yang mudah digunakan, memiliki kualitas *game 3D* yang bagus, dan mampu berjalan pada berbagai *platform*. Helgason (2013), *Co-founder* dan *CEO* *Unity* tahun 2013, mengungkapkan bahwa *Unity* adalah seperangkat *tools* yang dapat digunakan untuk membangun *games* dengan berbagai teknologinya yang meliputi teknologi grafis, *audio*, *physics*, *interactions*, dan *networking*. Dari beberapa uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *Unity* merupakan *software engine* yang dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai *game multi-platform* yang mudah digunakan.

Selain itu, *Unity* memiliki terobosan baru, yakni *Unity* tidak hanya digunakan untuk membangun *games* namun juga dapat digunakan sebagai alat pengembangan perangkat lunak berbasis *3D* atau *2D* interaktif seperti simulasi *training* untuk kedokteran, visualisasi arsitektur, aplikasi berbasis *mobile*, *desktop*, *web*, *console*, dan berbagai macam *platform* lain. Dengan adanya dukungan dari *vuforia qualcomm*, *Unity* dapat juga digunakan sebagai *engine* untuk membuat aplikasi berbasis *augmented reality*. Secara berkala *vuforia* telah merilis berbagai macam ekstensi yang dapat digunakan sebagai alat pengembangan aplikasi berbasis *augmented reality* pada *Unity*, diantaranya adalah *vuforia-unity-*

*android-ios-3-0-9.unitypackage* sebagai *tools* ekstensi yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi *AR* berbasis *android* dengan *Unity*.

*Unity* memiliki kerangka kerja (*framework*) lengkap untuk pengembangan berbagai teknologi profesional. Sistem *engine* ini menggunakan beberapa pilihan bahasa pemrograman, diantaranya *C#*, *javascript* maupun *boo*.

Untuk mendukung fungsi-fungsi dari *Unity* yang beraneka ragam, *Unity* memiliki berbagai fitur yang dapat digunakan, fitur-fitur dari *Unity* diantaranya adalah sebagai berikut :

#### 1) *Scripting*

*Script game engine* dibuat dengan *Mono 2.6*, sebuah implementasi *open-source* dari *.NET Framework*. *Programmer* dapat menggunakan *UnityScript*, *C#*, atau *Boo*. Dimulai dengan dirilisnya versi 3.0, *Unity* menyertakan versi *MonoDevelop* yang digunakan untuk *script debugging*. Pada penelitian ini pengembang menggunakan *C#* sebagai bahasa pemrogramannya.

#### 2) *Animation*

Dengan adanya *animation view* pada *Unity*, memungkinkan pengembang untuk membuat dan memodifikasi *clip* animasi secara langsung di dalam *Unity*. Fitur ini dibuat agar *Unity* dapat menjalankan fungsi tambahan sebagai alternatif untuk membuat animasi 3D. Pada penelitian ini, pengembangan menggunakan *3Ds Max* untuk membuat animasi dasar dan disempurnakan dengan konfigurasi animasi dalam *Unity*.

### 3) *Platforms*

*Unity* mendukung pengembangan *software* ke dalam berbagai *platform*. Didalam *project*, pengembang memiliki kontrol untuk membuat *software* ke perangkat *mobile*, *web browser*, *desktop*, atau *console*. *Unity* juga mengijinkan spesifikasi kompresi tekstur dan pengaturan resolusi di setiap *platform* yang didukung.

*Platform* yang didukung adalah *BlackBerry 10*, *Windows 8*, *Windows Phone 8*, *Windows*, *Mac*, *Linux*, *Android*, *iOS*, *Unity Web Player*, *Adobe Flash*, *PlayStation 3*, *Xbox 360*, *Wii U* dan *Wii*. Pada penleitian ini pengembang mengembangkan aplikasi yang berjalan pada *platform android*.

### 4) *Asset Store*

*Unity Asset Store* adalah sebuah *resource* yang tersedia pada *Unity editor*. *Asset store* terdiri dari koleksi lebih dari 4.400 *asset packages*, beserta *3D models*, *textures* dan *materials*, efek suara, tutorial dan *project*, *scripting package*, *editor extensions* dan *networking*.

Adapun tampilan dari *Unity 3D* tersaji pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan *Software Unity 3D*

Keterangan :

### 1) *Toolbar*

*Toolbar* terdiri dari lima kontrol dasar. Masing-masing diantara kontrol tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Kontrol tersebut tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen *Toolbar*

NO	Kontrol	Fungsi
1	<i>Transform Tools</i>	Digunakan sebagai konfigurasi pada <i>Scene View</i>
2	<i>Transform Gizmo Toggles</i>	Mempengaruhi tampilan <i>Scene View</i>
3	<i>Tombol Play / Pause / Step</i>	Digunakan sebagai konfigurasi pada <i>Game View</i>
4	<i>Layer Dropdown</i>	Mengatur obyek yang telah ditampilkan pada <i>Scene</i>
5	<i>Layout Drop Down</i>	Mengatur tampilan editor <i>Unity</i>

## 2) *Scene*

*Scene view* berfungsi untuk mengatur posisi, karakter pemain, kamera, karakter musuh, dan semua *GameObject* lainnya.

## 3) *Hierarchy*

Di dalam *hierarchy* terdapat berbagai macam *GameObject* yang tergambar pada *Scene*. Beberapa diantaranya terdapat juga *file* aset seperti obyek 3D ataupun *prefabs*.

## 4) *Project*

*Project* dapat digunakan untuk mengakses dan mengatur berbagai macam aset yang berhubungan dengan *project*.

## 5) *Inspector*

Pembuatan *game* ataupun aplikasi dengan *Unity* pasti menggunakan berbagai macam *GameObject* yang terdiri dari *script*, *sounds*, *lights*, dan lain sebagainya. *Inspector* berfungsi untuk menampilkan detail informasi dari *GameObject* tersebut.

# 7. **Software Quality**

Pengukuran kualitas, dengan pendekatan *software* ataupun yang lain, berarti melakukan pengukuran nilai. Semakin tinggi nilai kualitas tersebut maka semakin baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kualitas suatu *software* maka semakin baik kinerja *software* tersebut (Chappell, 2011). Pengujian perangkat lunak adalah elemen penting dari jaminan kualitas untuk mempresentasikan spesifikasi, desain dan pengkodean suatu perangkat lunak (Pressman, 2010 : 245).

Salah satu metode pengujian perangkat lunak yakni dengan menggunakan standar *ISO 25010*. Secara terperinci isi dari *ISO 25010* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. *ISO 25010*

NO	Faktor	Sub faktor
1	<i>Functional suitability</i>	<i>Functional completeness</i>
		<i>Functional correctness</i>
		<i>Functional appropriateness</i>
2	<i>Performance efficiency</i>	<i>Time behaviour</i>
		<i>Resource utilization</i>
		<i>Capacity</i>
3	<i>Compatibility</i>	<i>Co-existence</i>
		<i>Interoperability</i>
4	<i>Usability</i>	<i>Appropriateness recognizability</i>
		<i>Learnability</i>
		<i>Operability</i>
		<i>User error protection</i>
		<i>User interface aesthetics</i>
		<i>Accessibility</i>
5	<i>Reliability</i>	<i>Maturity</i>
		<i>Availability</i>
		<i>Fault tolerance</i>
		<i>Recoverability</i>
6	<i>Security</i>	<i>Confidentiality</i>
		<i>Integrity</i>
		<i>Non-repudiation</i>
		<i>Accountability</i>
		<i>Authenticity</i>
7	<i>Maintainability</i>	<i>Modularity</i>
		<i>Reusability</i>
		<i>Analysability</i>
		<i>Modifiability</i>
		<i>Testability</i>
8	<i>Portability</i>	<i>Adaptability</i>
		<i>Installability</i>
		<i>Replaceability</i>

Pengujian perangkat lunak yang dikembangkan akan menggunakan empat dari delapan aspek dalam *ISO 25010* yakni aspek *functional suitability*, *performance efficiency*, *portability*, dan *usability*. Pemilihan empat aspek ini didasarkan pada kesesuaian aspek pengujian dengan sistem yang terdapat pada aplikasi Geometra, yakni aplikasi *mobile* berbasis *android*.

**a. *Functional Suitability***

Menurut *ISO 25010*, *functional suitability* merupakan tingkat dimana perangkat lunak dapat menyediakan fungsionalitas yang dibutuhkan ketika perangkat lunak digunakan. Indikator *functional suitability* adalah sebagai berikut:

1) *Functional completeness*

Tingkat dimana fungsi yang terdapat pada perangkat lunak dapat mencakup semua tugas dan tujuan pengguna.

2) *Functional correctness*

Tingkat dimana perangkat lunak dapat memberikan hasil yang tepat dan teliti terhadap tingkat kebutuhan.

3) *Functional appropriateness*

Sejauh mana fungsi memfasilitasi pemenuhan tujuan tertentu. Contohnya, pengguna hanya diberikan langkah-langkah penting untuk melakukan perintah tertentu tanpa melalui langkah-langkah yang tidak diperlukan.

Dari uraian di atas, maka pada penelitian ini digunakan model *test case* dari [www.SoftwareTestingHelp.com](http://www.SoftwareTestingHelp.com) sebagai instrumen

pengujiannya. *Test case* ini berupa tabel dengan beberapa indikator yang berfungsi untuk menguji *functional suitability* dari aplikasi. Contoh bentuk dari *test case* tersebut tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. *Test Case*

TEST CASE	DESCRIPTION	STEP #	TEST DATA	STEP TO PERFORM	EXPECTED RESULT	ACTUAL RESULT	COMMENT
1-a	1. Login-with correct credentials	1	url : <a href="http://www.gmail.com">www.gmail.com</a>	Launch url	Gmail.com page should open up		
		2	Username : test	Enter username	The username is entered into the username field		
		3	Password : ALM test	Enter password	The password entered into the password field and characters are hidden as dots		
		4		Click sign in button	The users logged into gmail.com page and inbox is displayed		

#### ***b. Portability***

Menurut *ISO 25010*, faktor ini merupakan tingkat efektivitas dan efisiensi dimana sistem, produk, atau komponen dapat dijalankan dari satu *hardware* atau *software* ke lingkungan *hardware* atau *software* yang lain. Indikator *portability* adalah sebagai berikut:

1) *Adaptability*

*Adaptability* merupakan tingkat dimana sistem dapat beradaptasi dengan *hardware*, *software*, atau lingkungan yang bervariasi.

2) *Installability*

*Installability* merupakan tingkat dimana sistem dapat di-*install* ataupun di-*uninstall* dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan perangkat.

3) *Replaceability*

*Replaceability* merupakan tingkat dimana produk dapat menggantikan produk lain yang memiliki kesamaan. *Replaceability* dapat juga diartikan pada kemampuan aplikasi untuk dapat di-*update* ketika versi baru dari aplikasi tersebut sudah di-*release*.

Pengujian ini menggunakan metode pengamatan langsung (observasi) dengan percobaan *install*, menjalankan, *update*, dan *uninstall* aplikasi pada berbagai kondisi lingkungan, diantaranya adalah pada berbagai versi *OS* dan ukuran layar. Instrumen yang digunakan adalah berupa *checklist*, selain itu peneliti juga menggunakan *tools* pengujian dari [www.appthwack.com](http://www.appthwack.com) dan fitur dari *Google Play Store*.

**c. *Performance Efficiency***

Menurut *ISO 25010*, *performance efficiency* merupakan tingkat dimana perangkat lunak dapat memberikan kinerja yang tepat terhadap sejumlah sumber daya yang digunakan pada kondisi tertentu. Indikator *performance efficiency* adalah sebagai berikut:

### 1) *Time-Behaviour*

*Time-behaviour* merupakan tingkat dimana perangkat lunak dapat memberikan reaksi dan waktu yang dibutuhkan ketika melakukan aksi dari sebuah fungsi pada kondisi tertentu.

### 2) *Resource-utilization*

*Resource-utilization* merupakan tingkat dimana sebuah perangkat lunak menggunakan beberapa sumber daya ketika perangkat lunak bekerja pada kondisi tertentu. *Resource-utilization* diantaranya adalah ketika aplikasi mengkonsumsi sejumlah daya, *memory*, *CPU*, dan lain sebagainya.

### 3) *Capacity*

Tingkat dimana keterbatasan maksimal dari suatu produk memenuhi persyaratan tertentu.

Dari uraian di atas dan disesuaikan dengan sistem yang ada pada aplikasi Geometra, maka aspek berdasar *ISO 25010* yang diterapkan dalam pengujian ini yaitu:

#### 1) *Time behaviour*

#### 2) *Resource utilization* pada *CPU*

#### 3) *Resource utilization* pada *memory*

Peneliti menggunakan *tools* sebagai alat pengujian *performance* yang mencakup sub indikator dari pengujian *performance* tersebut. *Tools* yang digunakan adalah *cloud testing automation* dari [www.appthwack.com](http://www.appthwack.com).

#### **d. Usability**

*Usability* merupakan tingkat dimana produk atau sistem dapat digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif, efisien dan memenuhi kepuasan dalam penggunaannya. Indikator *usability* adalah sebagai berikut:

##### *1) Appropriateness Recognizability*

*Appropriateness recognizability* merupakan kemampuan perangkat lunak untuk dianalisis oleh pengguna terkait dengan pemenuhan kebutuhan.

##### *2) Learnability*

*Learnability* merupakan tingkat kemudahan perangkat lunak untuk dipelajari penggunaannya oleh para pengguna.

##### *3) Operability*

*Operability* merupakan tingkat kemampuan sebuah perangkat lunak untuk dapat digunakan dan dioperasikan oleh para penggunanya dengan mudah.

##### *4) User error protection*

*User error protection* merupakan tingkat kemampuan sistem untuk dapat menghindarkan pengguna dari kesalahan.

##### *5) User interface aesthetics*

*User interface aesthetics* merupakan tingkat interaktivitas tampilan pada perangkat lunak dalam memberikan interaksi yang menyenangkan dan memuaskan bagi pengguna.

#### 6) *Accessibility*

*Accessibility* merupakan tingkat kemudahan penggunaan produk berdasarkan perbedaan karakteristik penggunanya untuk mencapai tujuan tertentu.

Dari uraian di atas, maka pada uji *usability* ini, peneliti menggunakan kuisisioner yang dibagikan kepada calon pengguna aplikasi untuk mengetahui tingkat kelayakan dari segi penggunaan (*usability*). Kuisisioner yang digunakan pada uji *usability* menggunakan *USE Questionnaire* (Lund : 2001). *Sub characteristics usability* dari *USE Questionnaire* adalah *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Secara umum *sub characteristics usability* berdasar *ISO 25010* sudah terdapat pada kuisisioner dari *USE Questionnaire*. Bentuk *USE Questionnaire* tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. *USE Questionnaire*

<b>USE Questionnaire: Usefulness, Satisfaction, and Ease of use</b>									
<b>Based on:</b> Lund, A.M. (2001) <i>Measuring Usability with the USE Questionnaire</i> . STC Usability SIG Newsletter, 8:2. <a href="#">[Abstract]</a>   <a href="#">About question.cgi</a>									
Please rate your agreement with these statements. <ul style="list-style-type: none"> <li>Try to respond to all the items.</li> <li>For items that are not applicable, use: <b>NA</b></li> <li>Make sure these fields are filled in: <b>System:</b>   <b>Email to:</b></li> <li>Add a comment about an item by clicking on its  icon, or add comment fields for all items by clicking on <b>Comment All</b>.</li> <li>To mail in your results, click on: <b>Mail Data</b></li> </ul>									
<b>Added Comment Field to Item 30</b> <b>System:</b> <input style="width: 150px;" type="text"/> <b>Email to:</b> <input style="width: 150px;" type="text"/> Optionally provide comments and your email address in the box. <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <span>Mail Data</span> <span>Comment All</span> <span><a href="#">RETURN TO REFERRING PAGE</a></span> </div>									
<b>USEFULNESS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>NA</b>
1. It helps me be more effective.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
2. It helps me be more productive.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
3. It is useful.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
4. It gives me more control over the activities in my life.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
5. It makes the things I want to accomplish easier to get done.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
6. It saves me time when I use it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
7. It meets my needs.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
8. It does everything I would expect it to do.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
<b>EASE OF USE</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>NA</b>
9. It is easy to use.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
10. It is simple to use.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
11. It is user friendly.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
12. It requires the fewest steps possible to accomplish what I want to do with it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
13. It is flexible.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
14. Using it is effortless.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
15. I can use it without written instructions.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
16. I don't notice any inconsistencies as I use it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
17. Both occasional and regular users would like it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
18. I can recover from mistakes quickly and easily.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
19. I can use it successfully every time.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
<b>EASE OF LEARNING</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>NA</b>
20. I learned to use it quickly.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
21. I easily remember how to use it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
22. It is easy to learn to use it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
23. I quickly became skillful with it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
<b>SATISFACTION</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>NA</b>
24. I am satisfied with it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
25. I would recommend it to a friend.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
26. It is fun to use.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
27. It works the way I want it to work.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
28. It is wonderful.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
29. I feel I need to have it.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
30. It is pleasant to use.	strongly disagree	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	strongly agree <input type="radio"/>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Comments:  </div>									
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>NA</b>

## B. Penelitian yang Relevan

Sebelum melakukan penelitian, dibutuhkan hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan yang relevan, khususnya yang berhubungan dengan pengembangan media menggunakan teknologi *augmented reality* dan/atau pada materi luas dan permukaan volum bangun ruang sisi datar.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Aries Suharso (2012) yang berjudul "Model Pembelajaran Interaktif Bangun Ruang 3D Berbasis *Augmented Reality*" tercatat hasil evaluasi instrumen penilaian menunjukkan 85% atau sebagian besar guru berpendapat bahwa dengan adanya aplikasi alat bantu peraga bangun ruang 3D ini dinilai dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai mata pelajaran matematika sub materi bangun ruang 3D. Begitu pula dengan menggunakan aplikasi ini ternyata 85% mempermudah tugas para guru dalam menyajikan materi, dan mempersingkat durasi waktu yang dibutuhkan dalam penyampaian materi. Tercatat selisih 10 menit antara pembelajaran yang menggunakan aplikasi dengan kelas pembelajaran yang tidak menggunakan aplikasi tersebut. Selain itu, model peraga bangun ruang 3D berbasis *augmented reality* ini ternyata 90% mampu menciptakan suasana baru yang lebih interaktif dalam pembelajaran matematika yang biasa terkesan membosankan bagi para siswa.

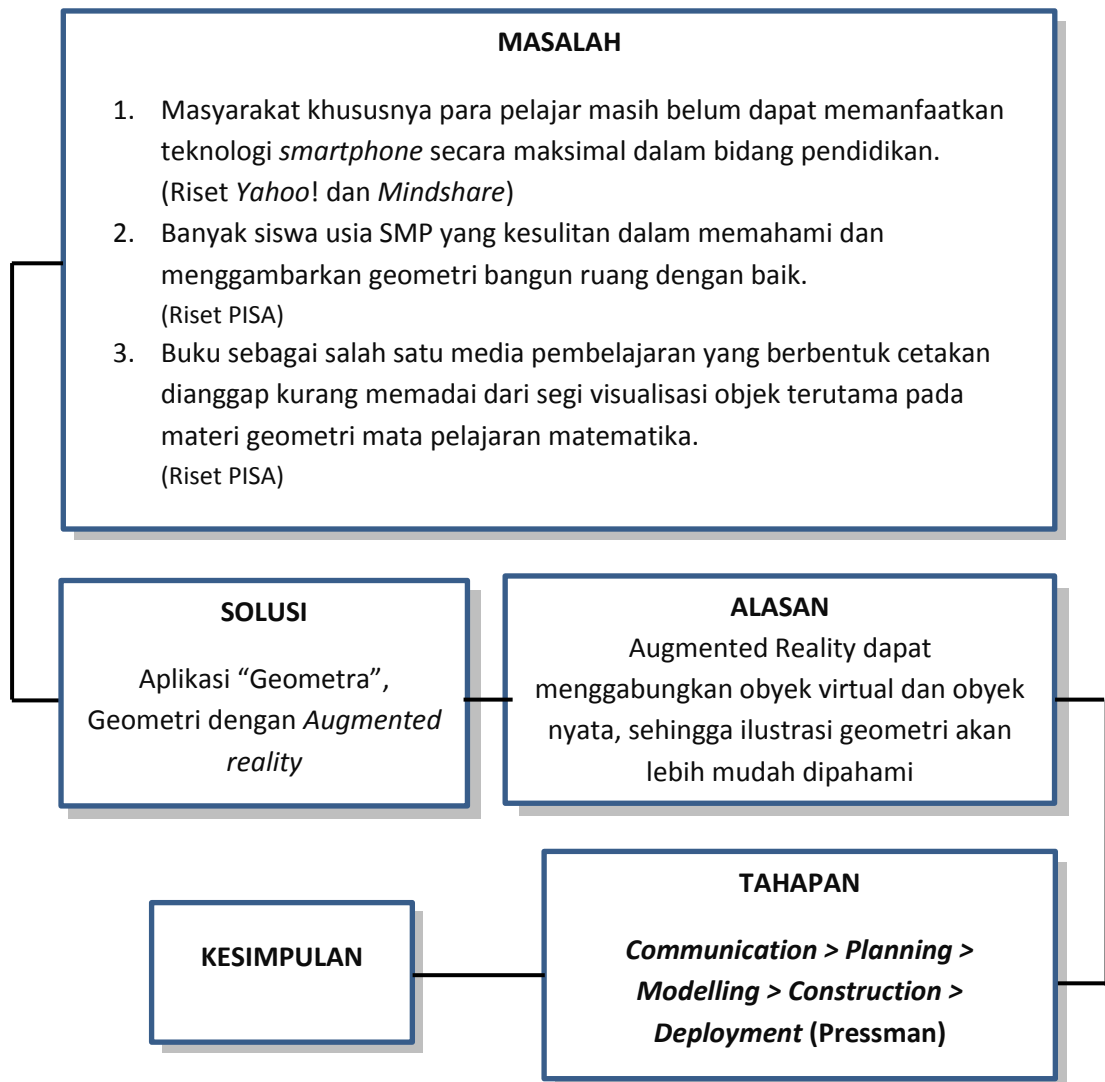
Beberapa kelemahan pada penelitian ini yakni, pengembangan aplikasi *AR* dilakukan dengan menggunakan *ARToolkit*, sehingga aplikasi yang dihasilkan adalah aplikasi berbasis *desktop*. Penggunaan aplikasi ini juga terbatas yakni digunakan dengan cara demonstrasi di dalam kelas, sehingga siswa tidak dapat merasakan interaksinya secara langsung.

Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan Mochammad Fathoni (2012) yang berjudul "Alat Musik Perkusi *Augmented Reality* Berbasis *Android*" tercatat bahwa pendeteksian *marker* pada aplikasi telah berjalan dengan baik. Objek 3D perkusi dapat muncul pada *marker* tersebut dan *virtual button* berhasil mengeluarkan suara ketika tangan diletakkan tepat di koordinat bidang *virtual button* yang bersangkutan dan mengeluarkan suara yang berbeda-beda berdasarkan koordinat bidang *virtual button* yang telah ditentukan.

Kelebihan dari aplikasi ini adalah memiliki interaktifitas yang tinggi, yakni dengan adanya obyek virtual *AR* yang dapat berinteraksi langsung dengan pengguna. Sedangkan kelemahannya diantaranya adalah pada *interface* aplikasi yang masih terfokus kepada tampilan *AR*-nya saja, sehingga tampilan menu pada aplikasi tampak kurang baik. Kelemahan lain adalah pada efek animasi 3D yang belum diberikan pada obyek 3D yang ditampilkan.

Dari beberapa referensi penelitian terdahulu tersebut, diharapkan pengembang dapat mengembangkan aplikasi berbasis *AR* yang lebih baik, yakni aplikasi yang bersifat *mobile* dan menyajikan interaktifitas tinggi serta memiliki tampilan yang baik pula pada halaman menunya.

### C. Kerangka Pikir



### **BAB III METODE PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Penelitian dan pengembangan aplikasi Geometra menggunakan metode penelitian *Research and Development (R&D)* yaitu metode penelitian yang bertujuan menghasilkan produk tertentu serta menguji efektivitas produk tersebut (Sudaryono, 2011: 30).

Produk yang dihasilkan adalah aplikasi Geometra, yakni aplikasi untuk media pembelajaran geometri bangun ruang berbasis *android* menggunakan teknologi *augmented reality*. Target pengguna aplikasi ini adalah anak SMP kelas VIII. Untuk mendapatkan produk yang sesuai, maka dalam pengembangan perangkat lunak perlu berdasarkan model pengembangan tersebut.

#### **B. Prosedur Penelitian**

Produk dikembangkan dengan menggunakan metode *waterfall process model*. *Waterfall* model memiliki model pengembangan yang berurutan dalam menyelesaikan suatu pengembangan perangkat lunak. Selain itu, model *waterfall* memiliki tahapan-tahapan yang jelas dan mudah dipahami. Model pengembangan perangkat lunak *waterfall* memiliki empat tahapan (Pressman, 2010:15), yaitu *communication* (komunikasi dan kolaborasi), *planning* (perencanaan), *modelling* (pemodelan), *construction* (implementasi), dan *deployment* (distribusi).

## **1. *Communication* (Komunikasi dan Kolaborasi)**

Sebelum melakukan tahapan pengembangan yang bersifat teknis, komunikasi dan kolaborasi perlu dilakukan. Penelitian ini mengacu pada pengembangan media pembelajaran untuk siswa SMP kelas VIII, sehingga komunikasi dan kolaborasi dilakukan bersama guru pengampu matematika kelas VIII. Komunikasi dilakukan dengan metode wawancara. Selain dari analisis permasalahan dari berbagai teori, dari komunikasi inilah permasalahan lain akan ditemukan, yakni masalah yang terkait dengan materi geometri bangun ruang. Sehingga permasalahan yang sudah ditemukan sebelumnya menjadi lebih jelas dengan adanya pengamatan langsung di lapangan.

Untuk menangani permasalahan tersebut maka pengembang dan guru akan melakukan kolaborasi untuk mencoba memecahkan masalah dengan alternatif solusi, dalam hal ini adalah pembuatan media pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami bangun ruang secara lebih konkret. Maka akan dihasilkan spesifikasi produk (media pembelajaran) yang akan dikembangkan.

Setelah spesifikasi produk sudah dapat dijabarkan maka langkah selanjutnya adalah *requirements gathering* atau analisis kebutuhan. Maksudnya adalah kebutuhan apa saja yang harus dipenuhi untuk mengembangkan media pembelajaran sesuai dengan spesifikasi produk yang telah dihasilkan dari hasil kolaborasi. Analisis yang dilakukan antara lain dengan membuat konsep media yang dapat digunakan untuk menggambarkan objek geometri dengan lebih konkret yakni dengan video

dan obyek tiga dimensi beserta animasi. Ada beberapa analisis yang dilakukan dalam proses pengembangan media ini :

a. Analisis kebutuhan data / materi

Perangkat lunak yang dikembangkan adalah berupa perangkat *android* untuk media pembelajaran matematika materi geometri bangun ruang untuk pelajar SMP kelas VIII, sehingga diperlukan materi / data yang sesuai dengan kebutuhan tersebut.

Dalam analisis data / materi ini diperlukan observasi langsung ke sekolah untuk mengetahui buku ataupun materi yang diajarkan di sekolah. Sehingga harapannya materi yang terkandung dalam media yang akan dikembangkan, memiliki kesesuaian dengan kondisi pembelajaran siswa SMP kelas VIII di dalam kelas.

b. Analisis kebutuhan fungsional

Fungsi utama dari media pembelajaran ini adalah untuk menggambarkan ilustrasi bangun ruang secara 3D sehingga penggambaran obyek bangun ruang dalam buku terlihat lebih nyata dan mudah dipahami. Dengan kata lain media ini mampu difungsikan untuk meminimalisir kekurangan buku cetak. Analisis kebutuhan fungsional dilakukan dengan cara observasi dari hasil analisis materi, dan observasi terhadap kondisi pembelajaran bangun ruang matematika antara guru dan murid. Dari materi pembelajaran yang sudah dianalisis maka akan diketahui bagian-bagian yang membutuhkan penggambaran bangun ruang secara 3D ataupun video, selain itu juga melakukan komunikasi

dengan guru terkait permasalahan umum yang sering muncul pada pembelajaran geometri bangun ruang di dalam kelas.

Sehingga dari observasi tersebut diharapkan media ini memiliki fungsi yang sesuai dengan kebutuhan siswa dalam mempelajari bangun ruang. Selain itu media ini juga dapat difungsikan sebagai tidak hanya sebatas sebagai pelengkap buku untuk menggambarkan obyek 3D, namun juga dapat digunakan untuk membantu siswa dalam memecahkan berbagai permasalahan materi geometri bangun ruang dengan ilustrasi yang lebih mudah dipahami.

c. Analisis kebutuhan *software*

Aplikasi yang akan dikembangkan adalah aplikasi berbasis *android* dengan menggunakan teknologi *augmented reality*. Sehingga analisis *software* didefinisikan sebagai *software-software* yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi tersebut. *Software* utama dalam pengembangan aplikasi ini adalah *Unity 3D*. Dari analisis *software* inilah kemudian akan ditentukan spesifikasi *hardware* yang dibutuhkan agar *software-software* yang dibutuhkan tersebut dapat berjalan dengan baik.

d. Analisis kebutuhan *hardware*

Analisis kebutuhan *hardware* adalah menentukan perangkat-perangkat keras yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi. *Hardware* ini tentunya berdasarkan standar minimum untuk menjalankan *software* yang digunakan.

## **2. Planning (Perencanaan)**

*Planning* atau perencanaan dilakukan dengan cara membuat penjadwalan pengembangan. Jadwal pengembangan meliputi estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan produk dengan detail mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian, termasuk di dalamnya adalah pembuatan fitur aplikasi yang beraneka ragam. Tujuan dari penjadwalan ini adalah agar penelitian ini berjalan dengan efektif. Sehingga diharapkan produk yang dihasilkan dari penelitian dapat segera selesai dan memberikan alternatif solusi atas permasalahan yang sudah dianalisis.

## **3. Modelling (Pemodelan)**

Fungsi dari pemodelan adalah untuk mempermudah pengembang dalam mengembangkan produk agar tetap sejalan dengan spesifikasi produk yang telah dihasilkan. Pemodelan yang dibuat terdiri dari 2 jenis pemodelan. Yakni pemodelan aplikasi berdasarkan *experience (user experience)* dan pemodelan berdasarkan tampilan antarmuka (*user interface*).

### **a. Desain *User Experience (UX)***

Desain *UX* atau *user experience* adalah desain tentang bagaimana interaksi aplikasi ini akan berjalan. Pembuatan desain *user experience* ini menggunakan diagram *UML* sebagai bahasa pemodelannya. Diagram *UML* yang akan digunakan dalam perancangan desain ini adalah diagram *use case*, diagram *activity*, dan diagram *sequence*. Diagram-diagram tersebut akan menjadi pedoman umum bagaimana spesifikasi aplikasi akan dihasilkan, sehingga dengan adanya diagram tersebut

akan mempermudah pengembang dalam mengembangkan aplikasi Geometra sesuai spesifikasi produk.

b. Desain *User Interface (UI)*

Desain *UI* atau *user interface* berkaitan dengan tampilan aplikasi. Desain ini disesuaikan dengan selera calon pengguna secara umum yakni anak usia SMP kelas VIII. Selain menggunakan *tools* desain grafis, pembuatan desain *user interface* ini juga menggunakan tabel *storyboard* sebagai kerangka desain tampilan-tampilan aplikasi. Dengan tampilan aplikasi yang menarik maka diharapkan akan mempermudah *user* dalam menggunakan aplikasi dan menambah nilai kepuasan *user* terhadap penggunaan aplikasi Geometra.

#### **4. Construction (Implementasi)**

Pada tahapan ini desain yang dikembangkan ditranslasikan ke dalam barisan program yang akan membentuk perangkat lunak secara utuh. Setelah perangkat lunak selesai maka harus diuji terlebih dahulu sebelum dipublikasikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tahap ini terdapat dua jenis kegiatan yakni pemrograman dan pengujian.

Pemrograman dilakukan menggunakan *tools* berdasarkan hasil pada analisis kebutuhan *software* dan *hardware*. Tahapan yang dilakukan adalah :

a. Instalasi *software*

Berdasarkan analisis kebutuhan maka akan diketahui *software-software* yang dibutuhkan untuk mengembangkan aplikasi. Tahap pertama yang dilakukan sebelum melakukan eksekusi program adalah

instalasi *software-software* yang dibutuhkan tersebut. *Software* utama dalam pembuatan aplikasi Geometra adalah *game engine Unity 3D*.

b. Penataan *layout*

Penataan *layout* pada *Unity 3D* dibuat berdasarkan hasil desain pada *storyboard* pada tahap desain.

c. Penyiapan *resource*

Penyiapan *resource* meliputi segala macam bentuk *file* yang mendukung pembuatan aplikasi *AR* dengan *game engine Unity 3D*. Diantaranya adalah paket *qualcomm vuforia*, *database marker* dengan ekstensi *unity.package*, *file assets*, dan lain sebagainya. Tanpa *resource* yang sesuai maka aplikasi *AR* tidak dapat dibuat dengan *Unity 3D*.

d. Pengkodean (*coding*)

Setelah semua *resource* dan *layout* dibuat, tahapan selanjutnya adalah melakukan konfigurasi dan pengkodean program. Pembuatan aplikasi Geometra ini menggunakan bahasa pemrograman *C#*.

e. Pengujian

Setelah pemrograman selesai dilakukan dan aplikasi sudah dapat dijalankan di *device target*, maka yang harus dilakukan selanjutnya adalah pengujian. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, pengujian pada penelitian ini menggunakan standar *ISO 25010*, yakni aspek *functional suitability*, *performance efficiency*, *portability*, dan *usability*.

Pengujian dibedakan menjadi dua, yakni pengujian *alfa* dan pengujian *beta*. Pengujian *alfa* dilakukan oleh lingkungan pengembang menggunakan *tools* pengujian ataupun berkonsultasi dengan ahli untuk meminimalkan kesalahan sebelum perangkat lunak diujicobakan ke pengguna. Aspek pengujian yang termasuk dalam pengujian *alfa* adalah *functional suitability*, *performance efficiency*, dan *portability*. Pengujian aspek *functional suitability* bertujuan untuk menguji berbagai fungsi yang ada dalam aplikasi, sehingga diharapkan semua fungsi yang terdapat pada aplikasi Geometra dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini menggunakan metode kuisioner yang dilakukan bersama ahli media. Pengujian aspek *performance efficiency* bertujuan untuk mengetahui tingkat performa aplikasi saat dijalankan pada perangkat tertentu. Sedangkan pengujian *portability* bertujuan untuk menguji kemampuan aplikasi untuk beradaptasi dengan berbagai lingkungan perangkat. Pengujian *performance efficiency* dan *portability* menggunakan *tools* pengujian yakni *Appthwack*. Dari hasil pengujian *alfa* tersebut maka akan diketahui beberapa kelemahan yang mungkin terdapat pada aplikasi, sehingga dapat dilakukan perbaikan terlebih dahulu sebelum dilakukan uji coba ke pengguna. Sedangkan aspek *usability* termasuk ke dalam pengujian *beta*, yakni pengujian dengan metode mengujicobakan langsung hasil aplikasi kepada pengguna. Pengujian aspek *usability* bertujuan untuk menguji aplikasi kepada pengguna secara langsung, sehingga dengan pengujian ini dapat diketahui tingkat kebermanfaatan, kemudahan, dan kepuasan pengguna akan aplikasi tersebut. Pengujian

ini menggunakan metode kuisioner kepada pengguna aplikasi yakni siswa-siswi SMP. Diharapkan aplikasi yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki tingkat kelayakan yang baik sesuai *ISO 25010*.

### **5. Deployment (Distribusi)**

Tahap ini adalah terakhir dari pengembangan produk. *Deployment* diartikan sebagai pendistribusian produk kepada pengguna setelah produk yang dihasilkan (aplikasi) lolos uji kelayakan. Tentunya setelah tahap pengujian maka akan didapat hasil evaluasi dan aplikasi harus diperbaiki jika memang ditemukan kesalahan ketika aplikasi dijalankan.

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini yakni berupa buku dan aplikasi Geometra. Distribusi buku dapat dilakukan dengan distribusi ke sekolah, dalam hal ini adalah SMP, baik secara langsung ataupun dengan media seperti *web site* dan lain sebagainya. Sedangkan distribusi aplikasi dapat menggunakan fasilitas *Google Play Store* selaku *market* aplikasi *android*. Dengan distribusi ini maka diharapkan pengguna bisa mendapatkan dan menggunakan produk dengan mudah. Sehingga sasaran dan tujuan penelitian pengembangan ini dapat terpenuhi, yaitu untuk membantu *user* (siswa SMP) dalam memahami bangun ruang.

### **C. Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2015 hingga Juli 2015. Tempat penelitian untuk pengembangan, pengujian, dan revisi di Lab Program Studi Informatika Universitas Negeri Yogyakarta sedangkan untuk uji coba ke pengguna di SMP N 8 Yogyakarta.

#### **D. Sumber Data / Subjek Penelitian**

Sumber data dalam penelitian ini yaitu siswa-siswi SMP kelas VIII.1 di SMP N 8 Yogyakarta yang berjumlah 30 orang untuk pengujian aspek *usability*, lima orang ahli media untuk pengujian aspek *functional suitability*, dua orang ahli materi untuk pengujian aspek materi, dan dokumentasi terhadap aplikasi Geometra untuk pengujian aspek *performance efficiency* dan *portability*.

#### **E. Metode Pengumpulan Data**

##### **1. Wawancara**

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara peneliti dan narasumber atau sumber data (Sudaryono, 2011: 131). Wawancara yang dilakukan adalah wawancara terstruktur, dimana pewawancara telah mengetahui dengan pasti apa informasi yang ingin digali dari narasumber sehingga daftar pertanyaannya sudah dibuat secara sistematis. Wawancara dalam penelitian ini digunakan untuk mengumpulkan data yang terkait dengan analisis potensi masalah dan kebutuhan di lapangan. Wawancara dilakukan dengan guru matematika kelas VIII SMP N 8 Yogyakarta.

##### **2. Observasi**

Observasi adalah melakukan pengamatan secara langsung ke obyek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan (Sudaryono, 2011: 134). Teknik pengumpulan data observasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti. Metode ini digunakan untuk membantu pada

proses analisis kebutuhan dan mengumpulkan data pada proses pengujian perangkat lunak aspek *performance efficiency* dan *portability*.

### **3. Kuesioner (angket)**

Angket atau *questionnaire* merupakan metode pengumpulan data secara tidak langsung (peneliti tidak langsung bertanya jawab dengan responden). Alat pengumpul datanya juga disebut angket atau kuesioner, yaitu daftar pertanyaan yang diberikan kepada orang lain yang bersedia memberikan respon sesuai dengan permintaan pengguna. Teknik pengumpulan data menggunakan angket digunakan dalam menguji aspek *functional suitability* dari sisi ahli media, *usability* dari sisi pengguna, dan uji materi dari sisi ahli materi.

## **F. Instrumen Penelitian**

Instrumen pengumpul data adalah alat bantu yang dipilih atau digunakan dalam mengumpulkan data agar kegiatan tersebut lebih sistematis dan lebih mudah dilakukan (Sudaryono, 2011: 125). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini mengikuti teknik pengambilan data yaitu wawancara, observasi dan angket (kuisisioner).

### **1. Instrumen Uji Materi**

Pengujian materi ditujukan untuk memastikan ilustrasi yang ditampilkan aplikasi dengan *augmented reality* sudah sesuai dengan materi yang ada. Instrumen pengujian ini menggunakan kuisisioner, yakni berupa *checklist* tentang gambar ilustrasi dan isi materi. Bentuk kuisisioner yang digunakan tersaji dalam Tabel 7.

Tabel 7. Kuisioner Uji Materi

NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID
Susunan batu bata merah		<p>Pemodelan 3D susunan batu bata merah ditampilkan di atas <i>marker</i>.1 halaman 4.</p> <p>Dengan adanya pemodelan tumpukan batu bata yang membentuk balok tersebut, maka diharapkan siswa dapat memperkirakan luas permukaannya,</p>		
Dst...				

## 2. Instrumen Uji *Functional Suitability*

Pengujian aspek *functional suitability* menggunakan kuisioner yang berisi daftar fungsi yang dimiliki aplikasi dan diisi oleh ahli media (*expert judgement*). Peneliti menggunakan kuisioner dengan model *test case* dari [www.SoftwareTestingHelp.com](http://www.SoftwareTestingHelp.com) sebagai instrumen pengujiannya. *Test case* ini berupa tabel dengan beberapa indikator yang berfungsi untuk menguji ketepatan fungsi dari aplikasi. Bentuk dari *test case* tersebut tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. *Test Case*

FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN	
					Berhasil	Gagal
Bantuan	Fitur bantuan digunakan sebagai panduan menggunakan aplikasi.	1	Memilih menu bantuan di <i>main menu</i>	Halaman bantuan muncul dan pengguna dapat membaca serta memahami		
Profil	Fitur profil memberikan informasi data pengembang aplikasi kepada pengguna.	1	Memilih menu profil di <i>main menu</i>	Halaman profil muncul dan pengguna dapat membaca informasi data pengembang aplikasi dengan baik		
Ilustrasi 3D	Ilustrasi 3D akan ditampilkan oleh kamera <i>augmented reality (AR)</i> yang diarahkan ke <i>marker</i> .	1	Memilih menu mulai di <i>main menu</i>	Kamera <i>AR</i> aktif dan siap digunakan untuk mendeteksi <i>marker</i>		
		2	Mengarahkan kamera <i>AR</i> ke <i>marker</i>	Pemodelan 3D dan animasinya ditampilkan di atas <i>marker</i>		
dst...						

Keterangan :

- Kolom fitur diisi dengan daftar fitur atau fungsi-fungsi yang terdapat dalam aplikasi
- Kolom deskripsi diisi dengan penjelasan dari fitur-fitur tersebut

- c. Kolom langkah adalah tahapan atau langkah-langkah yang dibutuhkan untuk menjalankan suatu fitur tertentu. Indikator langkah di sini maksudnya adalah urutan langkah, misalnya langkah 1,2,3 atau 4.
- d. Kolom kegiatan diisikan keterangan langkah yang dibutuhkan. Misalnya langkah 1 kegiatannya memilih tombol mulai.
- e. Kolom hasil yang diharapkan diisikan deskripsi keluaran yang diharapkan dari suatu fitur yang telah dijalankan. Kolom ini berfungsi sebagai acuan keberhasilan suatu fungsi tertentu.
- f. Kolom hasil keluaran diisikan tingkat keberhasilan suatu fungsi dijalankan berdasarkan acuan dari kolom hasil yang diharapkan.

Dari *test case* inilah nantinya akan didapatkan hasil pengujian *functional correctness*. Sedangkan untuk sub *functional completeness* dan *functional appropriateness* adalah berupa pernyataan sebagai hasil kesimpulan dari ahli media setelah melakukan pengujian *functional correctness* menggunakan *test case* ini.

### 3. Instrumen Uji *Portability*

Aspek pengujian *adaptability* dan *installability* dilakukan dengan melakukan percobaan meng-*install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi pada berbagai versi *OS* dan ukuran layar. Sedangkan aspek *replaceability* dilakukan dengan melakukan percobaan untuk meng-*install* versi baru atau *update* aplikasi pada berbagai tipe *device*.

- a. Pengujian *Adaptability* dan *Installability* pada Berbagai *OS*

Pengujian ini dilakukan dengan uji coba (observasi) meng-*install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi Geometra pada berbagai sistem

operasi *android*. Instrumen pengujian ini menggunakan *tools* pengujian dari [www.apthwack.com](http://www.apthwack.com), yakni dengan sampel 10 *device android* yang memiliki sistem operasi yang berbeda. Selanjutnya dari hasil pengujian 10 *device android* tersebut diambil kesimpulan atas jumlah keberhasilan meng-*install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi.

b. Pengujian *Adaptability* dan *Installability* pada Berbagai Ukuran Layar *Device*

Pengujian ini dilakukan dengan observasi uji coba meng-*install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi Geometra pada berbagai ukuran layar *android*. Instrumen pengujian ini menggunakan *tools* pengujian dari [www.apthwack.com](http://www.apthwack.com), yakni dengan sampel 10 *device android* yang memiliki ukuran layar berbeda. Selanjutnya dari hasil pengujian 10 *device android* tersebut diambil kesimpulan atas jumlah keberhasilan meng-*install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi.

c. Pengujian *Replaceability* pada Berbagai Tipe *Device*.

Pengujian *replaceability* dilakukan dengan observasi percobaan *install* aplikasi Geometra dengan versi yang berbeda pada suatu *device* tertentu. Pada pengujian ini disediakan aplikasi Geometra versi 1.0.0.0 dan Geometra versi baru yakni 1.1.0.0. Keluaran yang diharapkan adalah aplikasi Geometra 1.1.0.0 akan menggantikan (*update*) aplikasi Geometra 1.0.0.0 yang sudah ter-*install* sebelumnya. Observasi dilakukan dengan lima sampel *device android* yang berbeda. Selanjutnya dari hasil pengujian lima *device android* tersebut diambil kesimpulan atas jumlah keberhasilan *update* aplikasi yang dilakukan.

#### 4. Instrumen Uji *Performance Efficiency*

Aspek yang akan diambil dalam pengujian ini yaitu :

a. *Time Behaviour*

Pada sub ini, pengujian akan menganalisa (observasi) berapa waktu yang dibutuhkan *device* untuk menjalankan aplikasi Geometra. Pengambilan data menggunakan sampel 10 jenis *device android* yang berbeda, kemudian dari hasil yang didapat akan dihitung reratanya. Instrumen yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan *cloud testing automation* dari [www.appthwack.com](http://www.appthwack.com)

b. *Resource Utilization* pada *CPU*

Pengujian ini akan menganalisis (observasi) seberapa banyak aplikasi menggunakan *CPU* dari *device* yang digunakan. Pengambilan data menggunakan sampel 10 jenis *device android* yang berbeda, kemudian dari hasil yang didapat akan dihitung reratanya. Instrumen yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan *cloud testing automation* dari [www.appthwack.com](http://www.appthwack.com)

c. *Resource Utilization* pada *Memory*

Seperti halnya pada poin sebelumnya, pengujian ini akan menganalisis (observasi) seberapa banyak aplikasi menggunakan memori dari *device* yang digunakan. Pengambilan data menggunakan sampel 10 jenis *device android* yang berbeda, kemudian dari hasil yang didapat akan dihitung reratanya. Instrumen yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan *cloud testing automation* dari [www.appthwack.com](http://www.appthwack.com)

## 5. Instrumen Uji *Usability*

Pengujian *usability* menggunakan metode kuisisioner, yakni berupa tabel *checklist* yang diisi oleh pengguna secara langsung setelah mencoba menjalankan aplikasi Geometra. Kuisisioner yang digunakan mengacu pada *USE Questionnaire* (Lund, A.M :2001). Pada *USE Questionnaire* terdapat sub *usability* berupa *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*.

Untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pengisian data, maka tabel *USE Questionnaire* harus disesuaikan terlebih dahulu dengan keadaan di sekolah. Bentuk penyesuaian tersebut berupa penyesuaian bahasa. Bahasa pada *USE Questionnaire* diubah ke dalam bentuk bahasa Indonesia agar lebih mudah dipahami oleh responden. Instrumen *USE Questionnaire* tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. *USE Questionnaire*

PERTANYAAN	STS	TS	C	S	SS
<b>USEFULNESS</b>					
1. Aplikasi ini membantu saya lebih efektif dalam memahami bentuk bangun ruang sisi datar					
2. Aplikasi ini membantu saya lebih aktif dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar					
3. Aplikasi ini bermanfaat dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar					
4. Aplikasi ini memberikan dampak yang besar dalam pekerjaan / kegiatan pembelajaran yang saya lakukan					
5. Aplikasi ini mempermudah saya dalam menyelesaikan suatu persoalan pembelajaran bangun ruang sisi datar					
6. Aplikasi ini mampu menghemat waktu saya saat belajar dan memahami materi bangun ruang sisi datar					
7. Aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan saya					
8. Aplikasi ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan					
<b>EASE OF USE</b>					
9. Aplikasi ini mudah digunakan					
10. Aplikasi ini praktis untuk digunakan					
11. Aplikasi ini mudah dipahami ( <i>user friendly</i> )					
12. Langkah penggunaan aplikasi ini sangat mudah dan sederhana					
13. Aplikasi ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan saya					
14. Saya tidak kesulitan untuk menggunakan aplikasi ini					
15. Saya dapat menggunakan aplikasi ini tanpa panduan tertulis					
16. Saya tidak menemukan ketidak-konsistenan selama saya menggunakan aplikasi ini					
17. Pengguna yang jarang ataupun rutin menggunakannya akan menyukai aplikasi ini					
18. Kapanpun saya melakukan kesalahan saya dapat kembali dengan cepat dan mudah					
19. Saya dapat menggunakannya dengan baik setiap waktu					

<b>EASE OF LEARNING</b>					
20. Saya memahami penggunaan aplikasi ini dengan cepat					
21. Saya dapat dengan mudah mengingat bagaimana cara penggunaan aplikasi ini					
22. Sangat mudah untuk memahami cara penggunaan aplikasi ini					
23. Saya dengan cepat mahir menggunakan aplikasi ini					
<b>SATISFACTION</b>					
24. Saya merasa puas dengan kinerja aplikasi ini					
25. Saya akan merekomendasikan aplikasi ini ke teman saya					
26. Penggunaan aplikasi ini menyenangkan					
27. Aplikasi ini bekerja seperti apa yang saya inginkan					
28. Aplikasi ini sangat bagus					
29. Saya merasa saya harus memiliki aplikasi ini					
30. Aplikasi ini nyaman untuk digunakan					

## G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data untuk standar *ISO 25010* dan uji materi adalah sebagai berikut :

### 1. Analisis Pengujian Uji Materi, *Functional Suitability*, *Portability*, dan *Usability*

Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis deskriptif dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Data skor yang diperoleh dari hasil pengujian, dihitung persentasenya menggunakan rumus persentase seperti di atas. Setelah didapatkan hasil

presentasi dari perhitungan, kemudian data dikonversi ke dalam pernyataan predikat. Konversi persentase ke pernyataan seperti dalam Tabel 10. (Sudaryono, 2011:120)

Tabel 10. Konversi

No	Presentase	Interpretasi
1	0% - 20%	Sangat Tidak Layak
2	21% - 40%	Tidak Layak
3	41% - 60%	Cukup Layak
4	61% - 80%	Layak
5	81% - 100%	Sangat Layak

## 2. Analisis Pengujian Aspek *Performance Efficiency*

Analisis aspek kualitas *performance efficiency* dapat diambil dari penggunaan *time behaviour*, memori, dan *CPU*. Pengujian dikatakan memenuhi aspek *performance efficiency* yang baik ketika aplikasi Geometra melampaui pengujian dari *Appthwack* dan aplikasi berhasil dijalankan pada *device* pengujian, tanpa mengalami *warning* ataupun *errors* berdasarkan *AppThwack*.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

##### **1. *Communication* (Komunikasi dan Kolaborasi)**

Komunikasi dilakukan bersama guru pengampu mata pelajaran matematika SMP N 8 Yogyakarta. Komunikasi ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan (*real*) yang dihadapi siswa kelas VIII dalam pembelajaran geometri bangun ruang dan mengetahui kondisi pembelajaran di kelas. Hasil dari komunikasi yang dijalankan yaitu :

- a. Beberapa siswa memiliki permasalahan dalam pembelajaran matematika
- b. Materi bangun ruang dianggap menjadi salah satu materi yang sulit, karena selain menghitung siswa dituntut untuk dapat memahami konsep bangun ruang.
- c. Tidak semua siswa dapat memahami dan membayangkan ilustrasi bangun ruang dengan baik
- d. Buku yang digunakan di sekolah adalah buku matematika kurikulum 2013 yang diterbitkan oleh Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- e. Isi dari buku tersebut secara umum sudah baik
- f. Media pembelajaran untuk bangun ruang dirasa perlu untuk mendukung pembelajaran matematika bangun ruang di kelas.
- g. Media pembelajaran yang dibutuhkan adalah media yang interaktif, sehingga dapat menarik minat dan membantu para siswa dalam belajar bangun ruang. Selain itu media harus bersifat kontekstual yaitu dapat

menyajikan materi yang mudah dipahami, dalam hal ini adalah memahami materi dan ilustrasi bangun ruang.

- h. Hampir semua siswa sudah menggunakan *smartphone* dan tidak ada larangan untuk membawa ataupun menggunakan *smartphone* di dalam kelas asalkan tidak mengganggu pembelajaran
- i. Sebagian besar guru juga sudah menggunakan *smartphone*.

Kesimpulan dari hasil komunikasi tersebut yakni beberapa siswa mengalami permasalahan dengan materi bangun ruang. Tidak semua siswa dapat membayangkan dan memahami ilustrasi bangun ruang pada buku dengan baik, walaupun sebenarnya isi dari buku yang digunakan di sekolah sudah cukup baik. Selain itu siswa ataupun guru di SMP N 8 Yogyakarta diperkenankan membawa *smartphone* di dalam kelas asalkan tidak mengganggu pembelajaran.

Setelah hasil komunikasi dan permasalahan sudah diketahui maka selanjutnya pengembang memulai untuk membuat spesifikasi produk dengan berkonsultasi dengan guru. Spesifikasi produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

- a. Produk berupa media pembelajaran untuk membantu siswa memahami bangun ruang.
- b. Media pembelajaran dapat menyajikan ilustrasi bangun ruang yang mudah dipahami.
- c. Untuk mewujudkan target media yang dapat menyajikan ilustrasi bangun ruang yang lebih nyata, media pembelajaran menggunakan teknologi *augmented reality*.

- d. Media akan dikembangkan pada *platform smartphone* khususnya *android*, dimana *android* menjadi tipe *smartphone* dominan yang digunakan siswa.
- e. Media yang dikembangkan adalah media integrasi antara buku pelajaran dan aplikasi *augmented reality (marker based AR)*.

Untuk mewujudkan spesifikasi tersebut maka diperlukan *requirements gathering*, atau analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan pengembang dalam membangun perangkat seperti yang telah dispesifikasikan. Analisis kebutuhan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Analisis Kebutuhan Data Materi

Data yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi ini adalah data materi matematika geometri khususnya pada bab bangun ruang sisi datar. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, materi bangun ruang sisi datar pada jenjang kelas 8 SMP meliputi materi tentang balok, kubus, prisma, dan limas. Materi yang dimasukkan dalam buku Geometra disesuaikan dengan materi dari buku yang digunakan di sekolah, yakni buku matematika yang diterbitkan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yang memuat kurikulum 2013. Materi yang diambil adalah materi bangun ruang sisi datar yang terdapat pada bab 4 halaman 89 hingga 130. Kemudian dari materi tersebut ditambahkan *marker* pada bagian tertentu agar dapat menampilkan ilustrasi bangun ruang berupa obyek 3D ataupun video di atas buku tersebut.

Sedangkan data pada aplikasi Geometra meliputi video ilustrasi, obyek 3D beserta animasinya, serta *marker*. Video ilustrasi dibuat berdasarkan bagian tertentu isi buku, yakni pada bagian yang melibatkan kegiatan. Tujuannya adalah agar siswa dapat dengan mudah memahami instruksi kegiatan yang hendak dilakukan, seperti kegiatan menghitung kubus dalam balok, mencari jaring-jaring balok dan kubus, dan lain sebagainya. Pembuatan obyek 3D juga disesuaikan dengan isi buku. Obyek 3D ditampilkan di bagian ilustrasi bentuk bangun ruang sisi datar. Obyek 3D ditampilkan sebagai pengganti ilustrasi gambar yang ada pada buku, tujuannya agar siswa lebih mudah memahami dan dapat pula mengamati ilustrasi 3D tersebut dari semua sisi, dari sisi kanan, kiri, ataupun dari atas. Obyek video dan ilustrasi 3D yang ditampilkan membutuhkan *marker* yang dicetak di atas buku untuk kemudian dianalisis oleh sistem pada aplikasi. Saat ini sudah banyak layanan penyedia *marker AR*, salah satunya dapat diakses di [www.brosvision.com](http://www.brosvision.com).

b. Analisis Kebutuhan Spesifikasi

Produk yang dikembangkan membutuhkan spesifikasi perangkat *android* dengan sistem operasi *minimum 2.3 (Gingerbread)* dan dimensi *layar small, normal, large, dan extra large*.

c. Analisis Kebutuhan *Hardware* dan *Software*

1) Kebutuhan *hardware*

a) Laptop

b) Perangkat *android*

- 2) Kebutuhan *software*
  - a) *Visual Paradigm for UML 10.0*
  - b) *Unity 4.6*
  - c) *Autodesk 3ds Max 2011*
  - d) *Android Development Tools*
  - e) *Vuforia SDK*
  - f) *Adobe Premier cs 6*
  - g) *Corel Draw X.7*

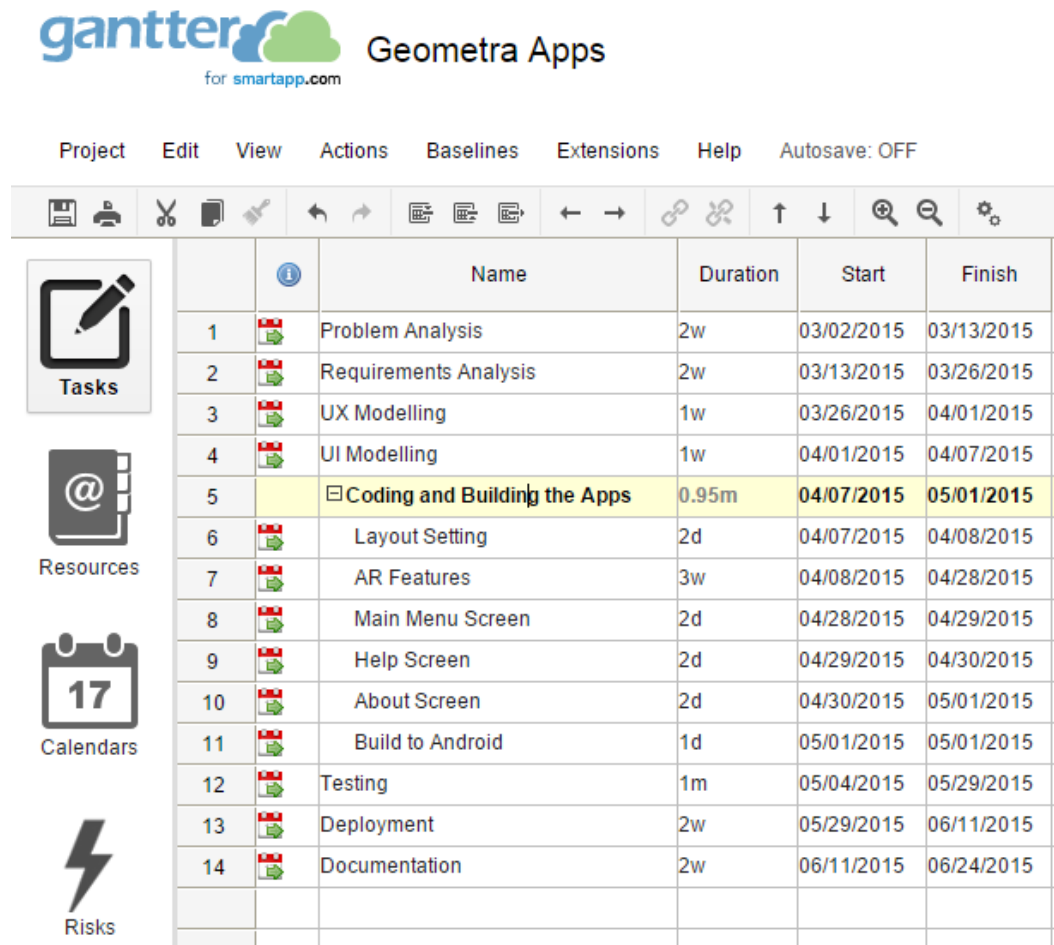
d. Analisis Kebutuhan Fungsional

- 1) Aplikasi dapat menampilkan ilustrasi 3D di atas marker pada buku
- 2) Aplikasi dapat menjalankan animasi 3D melalui virtual button pada buku
- 3) Aplikasi dapat menjalankan video di atas marker pada buku
- 4) Aplikasi dapat menampilkan halaman bantuan
- 5) Aplikasi dapat menampilkan halaman informasi pengembang

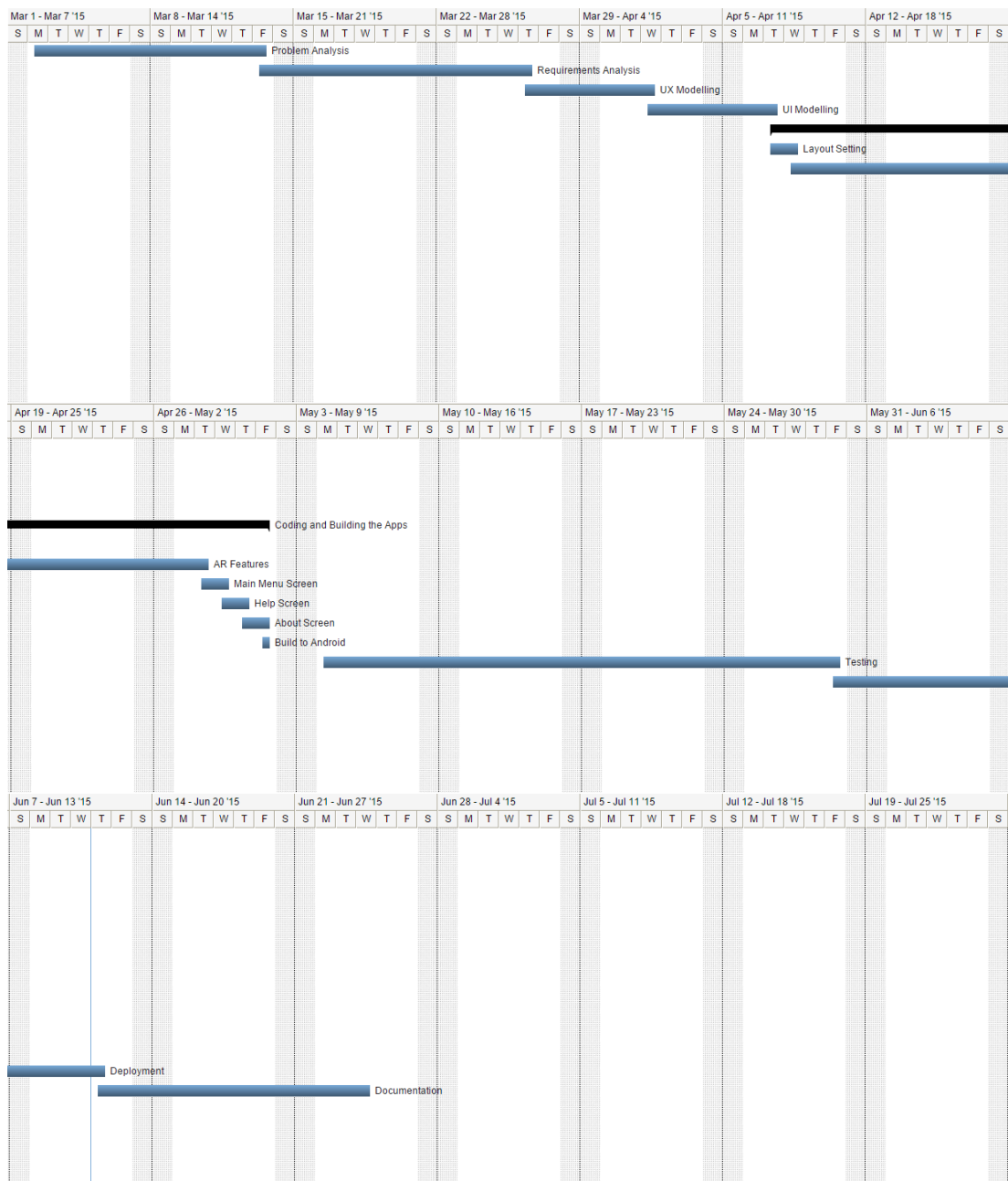
## **2. Planning (Perencanaan)**

Perencanaan berupa penjadwalan pengerjaan pembuatan produk. Tujuan dari penjadwalan ini adalah agar penelitian ini berjalan dengan efektif dengan estimasi waktu yang tepat, sehingga dapat menjadi pedoman pengembang dalam proses pembuatan aplikasi. Penjadwalan tersebut dibuat dengan *Ganttter*, yakni *cloud-based project scheduling* yang dapat diakses di [www.ganttter.com](http://www.ganttter.com). Penjadwalan *project Geometra* tersaji pada Tabel 11.

Tabel 11. *Project Schedule*



Dari jadwal tersebut dapat disimpulkan bahwa *project* Geometra akan dikembangkan dengan durasi selama 4 bulan, yakni dari periode Maret hingga Juni 2015. Secara lebih jelas, jadwal tersebut digambarkan dalam suatu diagram yang tersaji pada Gambar 11.

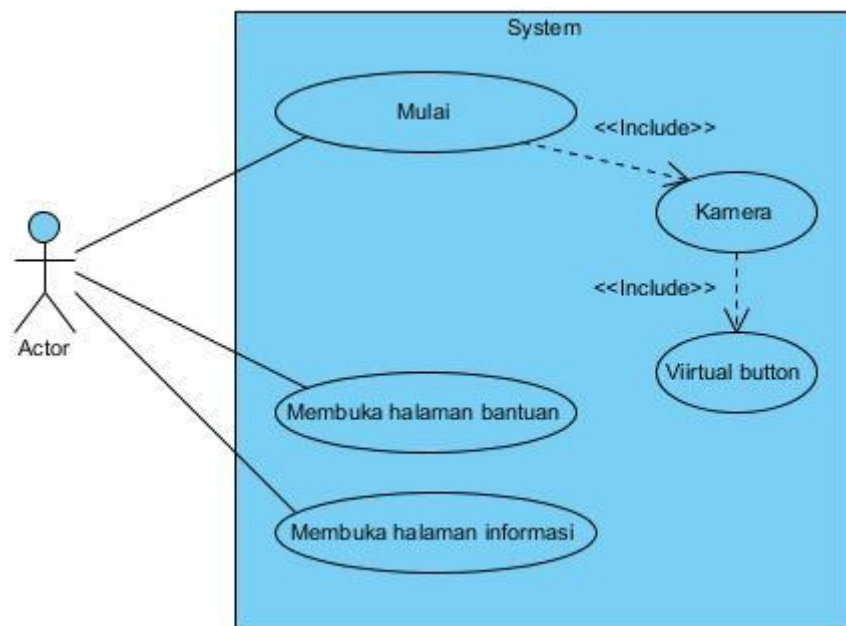


Gambar 11. Diagram Penjadwalan

### 3. Modelling (Pemodelan)

Pemodelan berupa desain untuk mempermudah pengembang dalam membangun aplikasi. Pemodelan di sini berupa desain sebagai acuan pengembangan. Desain yang dibuat berupa desain *experience (UX)* dan *interface (UI)*. Pembuatan desain *user experience* dilakukan dengan *UML* sebagai bahasa pemodelannya. Pembuatan *UML* diagram menggunakan *software Visual Paradigm for UML 10.0*. Diagram yang digunakan yakni diagram *use case*, *sequence*, dan *activity*.

#### a. Desain *Use Case Diagram*



Gambar 12. Diagram *Use Case*

##### 1) Definisi Aktor

Definisi aktor adalah definisi yang menerangkan tentang pengguna (*user*) dalam aplikasi. Definisi aktor tersaji pada Tabel 12.

Tabel 12. Definisi Aktor

NO	Aktor	Deskripsi
1	<i>User</i>	Orang yang menggunakan aplikasi

## 2) Definisi *Use Case*

Definisi *use case* adalah definisi yang menerangkan tentang fungsi-fungsi dari sistem aplikasi. Definisi *use case* tersaji pada Tabel 13.

Tabel 13. Definisi *Use Case*

NO	<i>Use Case</i>	Deskripsi
1	Mulai	<i>Use Case</i> ini berfungsi untuk membuka halaman <i>AR</i> dan mengaktifkan kamera. Kamera <i>AR</i> akan mendeteksi <i>marker</i> dan menampilkan obyek 3D serta video. Kamera <i>AR</i> juga akan mendeteksi <i>virtual button</i> dan menjalankan fungsinya jika <i>virtual button</i> pada buku di tekan.
2	Membuka halaman bantuan	<i>Use Case</i> berfungsi menampilkan tentang informasi cara penggunaan aplikasi.
3	Membuka halaman informasi	<i>Use Case</i> berfungsi menampilkan tentang informasi data pengembang.

## 3) Skenario *Use Case*

Skenario *use case* merupakan penggambaran bagaimana proses *user* untuk menjalankan fungsi tertentu. Secara lebih rinci skenario ini tergambar pada Tabel 14, 15, dan 16 serta *sequence diagram*.

a) Skenario Fungsi Mulai

Tabel 14. Skenario Fungsi Mulai

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. Menekan menu mulai	
	2. Memuat halaman AR dan mengaktifkan kamera AR.
3. Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> pada lembaran buku	
	4. Menganalisis gambar <i>marker</i> dan memunculkan obyek (ilustrasi 3D atau video) yang sesuai.
5. Menekan <i>virtual button</i> pada lembaran buku	
	6. Memainkan animasi 3D pada layar <i>device</i> .

b) Skenario Fungsi Bantuan

Tabel 15. Skenario Fungsi Bantuan

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>User</i> menekan menu bantuan	
	2. Menampilkan halaman bantuan cara penggunaan aplikasi
3. <i>User</i> membaca tips penggunaan	

c) Skenario Fungsi Profil

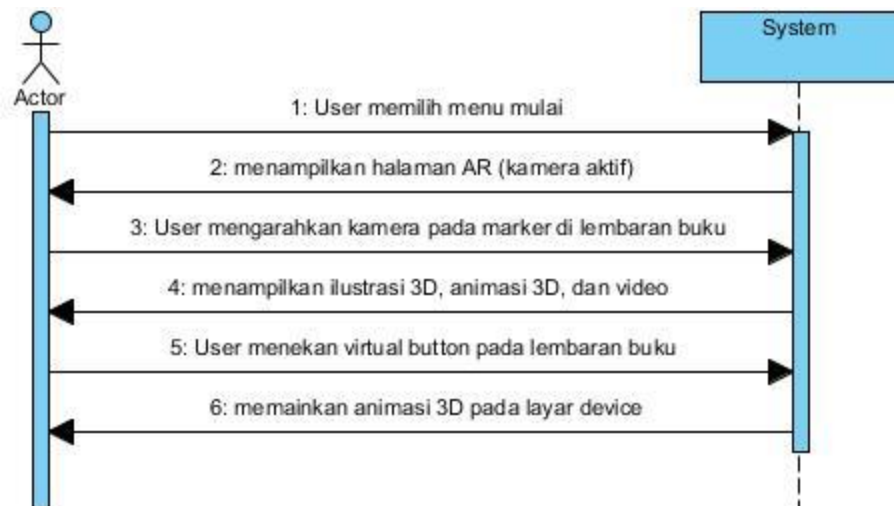
Tabel 16. Skenario Fungsi Profil

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>User</i> menekan menu informasi	
	2. Menampilkan halaman informasi data pengembang
3. <i>User</i> membaca informasi data pengembang	

**b. Desain *Sequence Diagram***

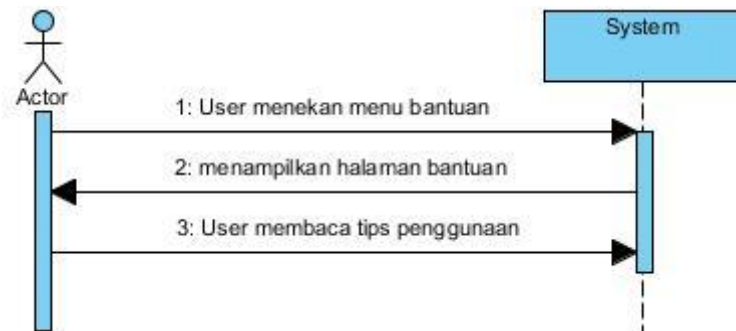
Berdasarkan hasil analisis skenario *use case* maka dapat dibuat diagram *sequence* seperti berikut :

1) Fungsi Mulai



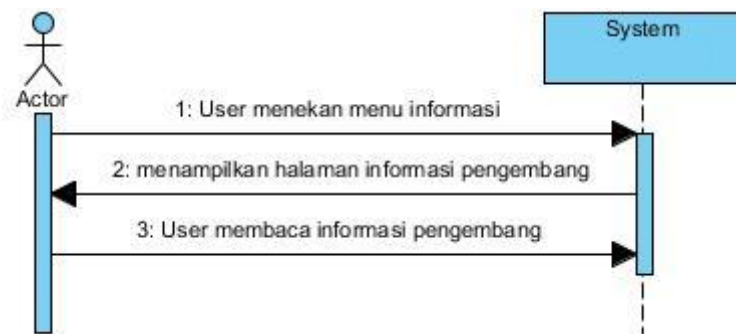
Gambar 13. Diagram *Sequence* Fungsi Mulai

## 2) Fungsi Bantuan



Gambar 14. Diagram *Sequence* Fungsi Bantuan

## 3) Fungsi Informasi



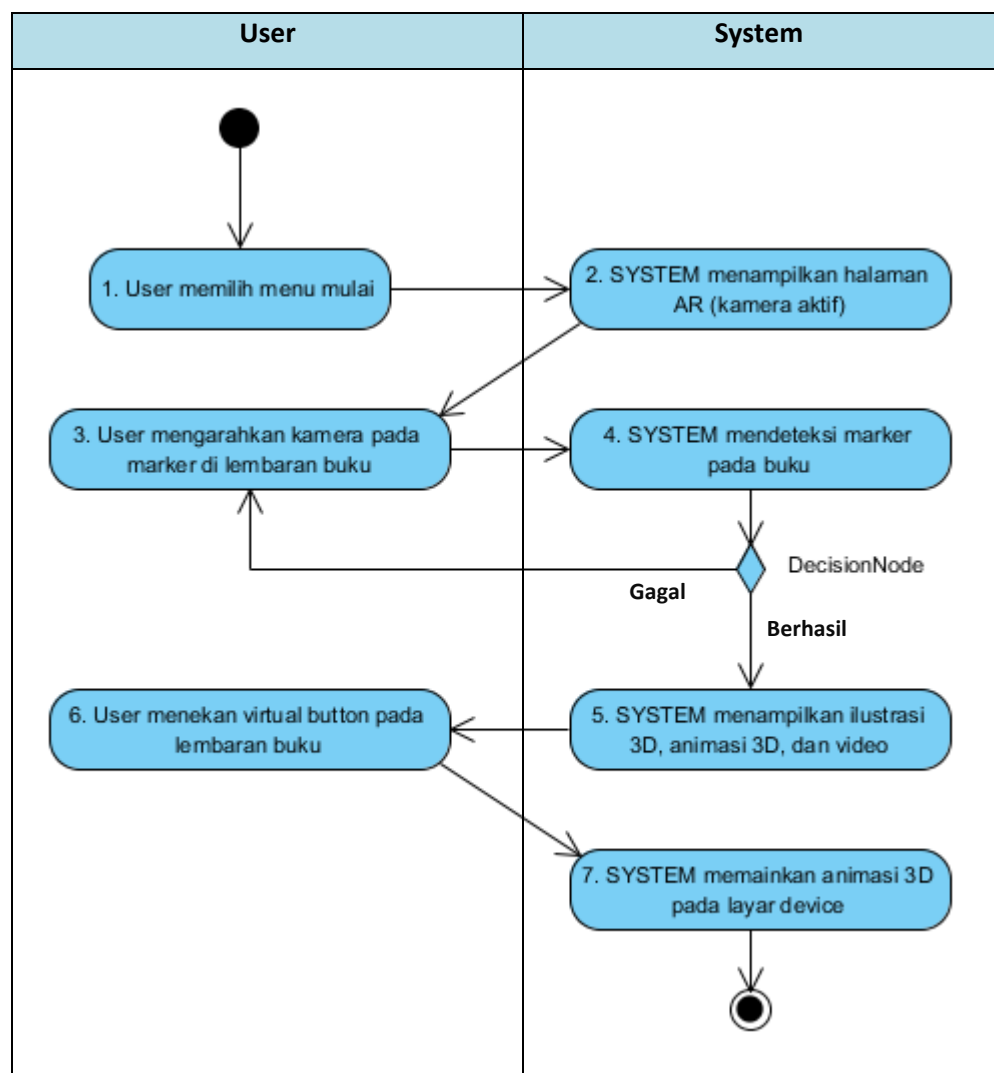
Gambar 15. Diagram *Sequence* Fungsi Profil

### c. Desain *Activity Diagram*

*Activity diagram* berfungsi untuk menggambarkan tingkah laku dinamis dari sistem. Berbagai *activity diagram* yang dibuat tersaji pada Tabel 17, 18, 19.

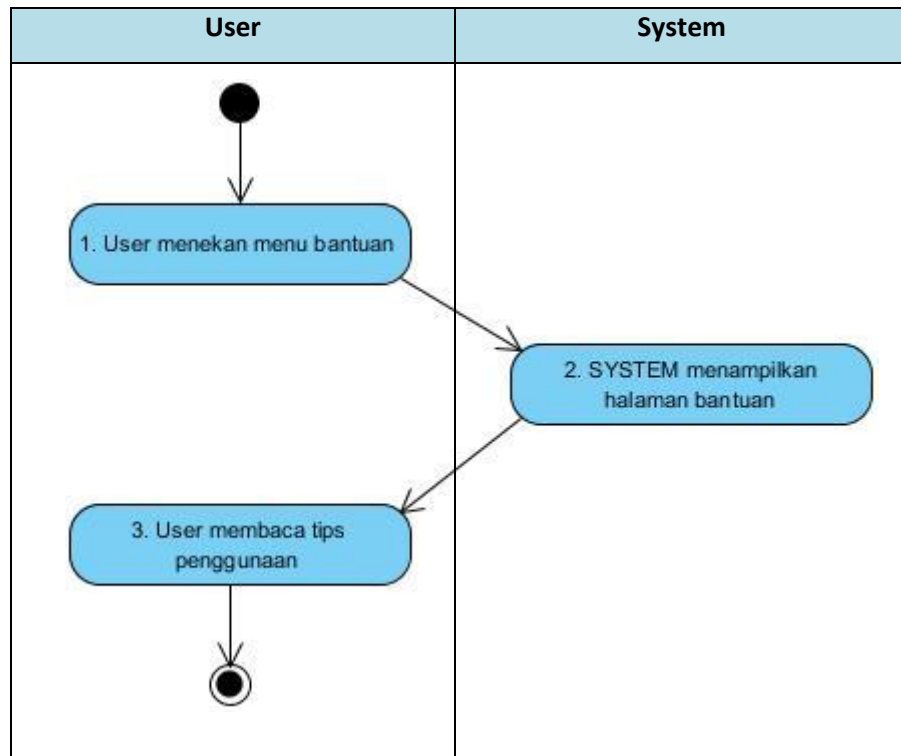
#### 1) Fungsi Mulai

Tabel 17. *Activity Diagram* Fungsi Mulai



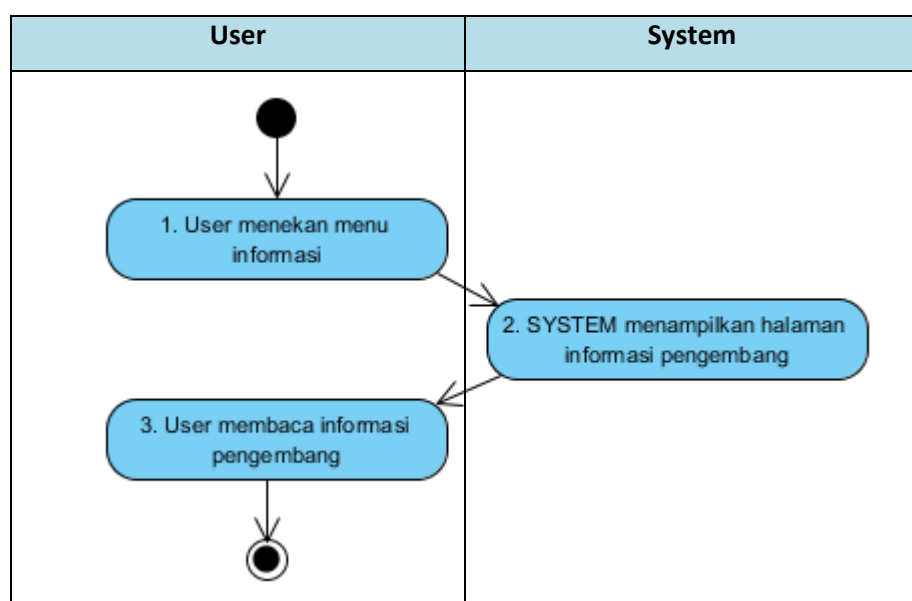
## 2) Fungsi Bantuan

Tabel 18. *Activity Diagram* Fungsi Bantuan



## 3) Fungsi Profil

Tabel 19. *Activity Diagram* Fungsi Profil

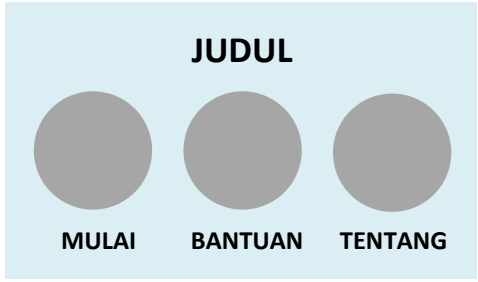

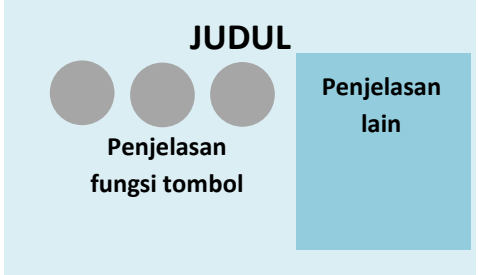
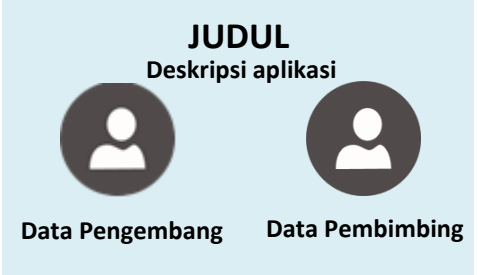


#### d. Desain *Interface*

Desain *interface* dibuat dengan *storyboard* yang tersaji pada Tabel

20.

Tabel 20. *Storyboard*

NO	Desain	Deskripsi
1	<p>Halaman Main Menu</p> 	<p>Pada halaman utama (<i>main menu</i>) terdapat judul dan tiga menu utama, yakni menu mulai, bantuan, dan profil</p>
2	<p>Halaman AR</p> 	<p>Halaman AR akan mengaktifkan kamera AR. Jika kamera di arahkan di atas <i>marker</i> maka sistem akan menampilkan obyek yang sudah disesuaikan (animasi 3D atau video ilustrasi).</p>
3	<p>Halaman Bantuan</p> 	<p>Halaman bantuan akan menampilkan penjelasan tentang fungsi tombol pada <i>main menu</i> dan penjelasan lain terkait cara penggunaan aplikasi Geometra.</p>
4	<p>Halaman Profil Pengembang</p> 	<p>Halaman profil akan menampilkan data pengembang dan pembimbing.</p>

#### 4. *Construction* (Implementasi)

##### a. Implementasi Desain dan Penataan *Layout*

Pada tahap ini desain yang sudah dirancang pada *storyboard* mulai dibuat menggunakan *software* grafis *Corel Draw X.7*. Setelah desain grafis selesai dibuat, maka berdasarkan desain tersebut tampilan (*interface*) aplikasi dan *layout*-nya mulai dibuat di dalam *Unity 3D*. Hasil dari desain *interface* dan penataan *layout* aplikasi tersaji pada gambar 16 hingga Gambar 20.



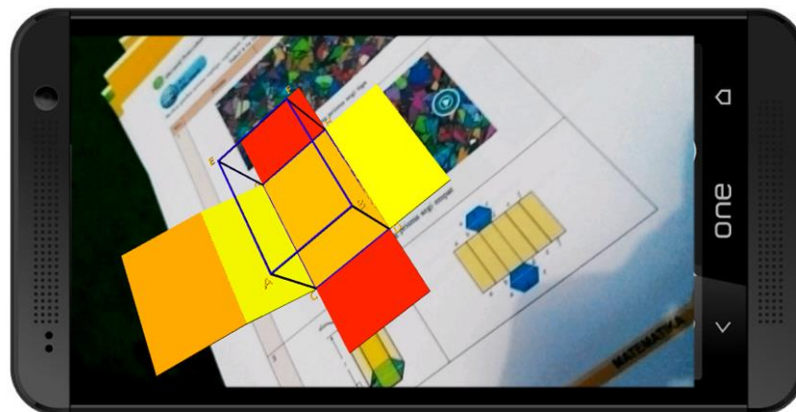
Gambar 16. *Splashscreen*

*Splashscreen* adalah halaman awal setelah *user* membuka membuka aplikasi



Gambar 17. Halaman *Main Menu*

Pada halaman utama (*main menu*) terdapat tiga menu utama, yakni ; menu mulai digunakan untuk membuka halaman *AR*, halaman bantuan untuk membuka halaman yang berisi petunjuk penggunaan, dan halaman tentang profil pengembang.



Gambar 18. Halaman *AR*

Halaman *AR* akan mengaktifkan kamera *AR*. Jika kamera diarahkan di atas *marker* maka sistem akan menampilkan obyek yang sudah disesuaikan (animasi 3D atau video ilustrasi).



Gambar 19. Halaman Bantuan

Pada bagian kanan, halaman ini menjelaskan tentang fungsi dari tiga menu utama, sedangkan pada bagian kiri menjelaskan tentang cara penggunaan aplikasi ini.



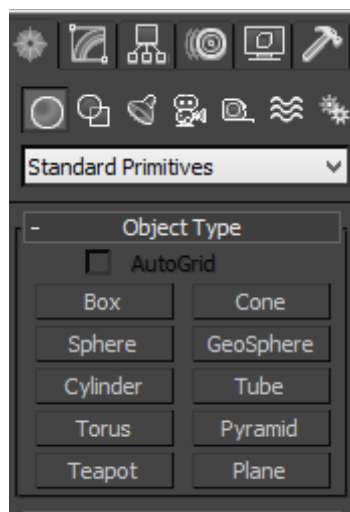
Gambar 20. Halaman Profil

Halaman profil akan menampilkan deskripsi aplikasi dan di bawahnya adalah profil dari pengembang dan dosen pembimbing.

## b. Implementasi Pengembangan

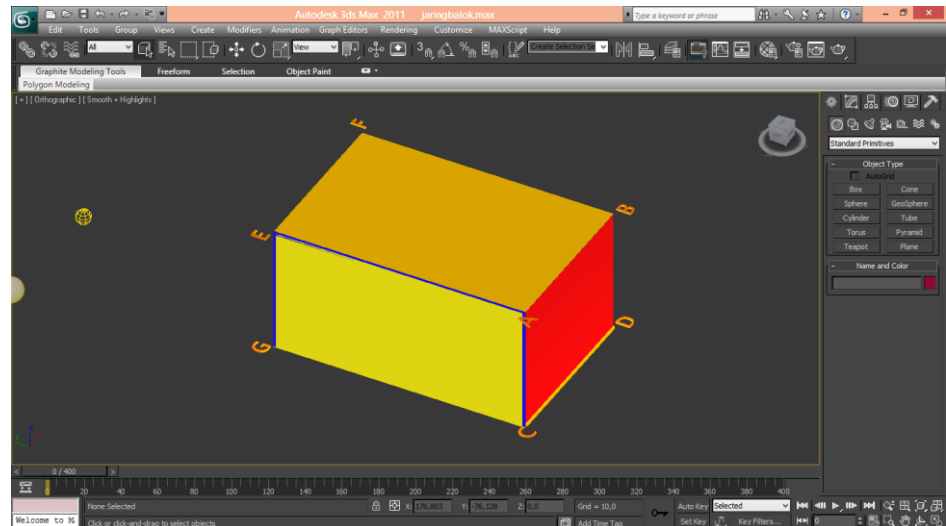
### 1) Pembuatan Konten Obyek 3D dan Video

Pembuatan obyek 3D beserta animasinya menggunakan *software autodesk 3ds max 2011*. Suatu bentuk ilustrasi bangun ruang dapat dibuat menggunakan *standard primitive object* yang terdapat pada *Command Panel*. *Command Panel* tersaji pada Gambar 21.



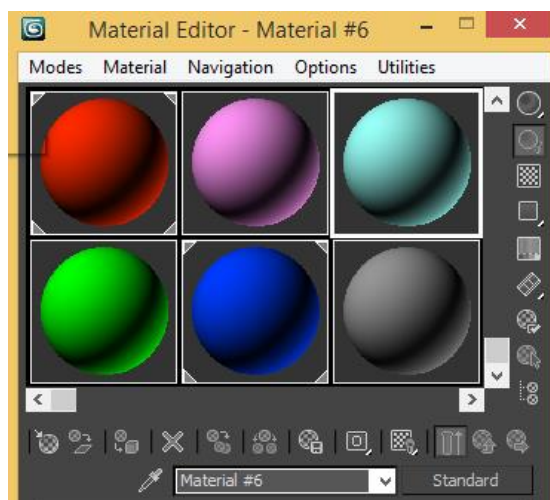
Gambar 21. *Command Panel* Untuk Membuat Obyek Geometri 3D

Terdapat banyak pilihan obyek yang dapat kita buat dan modifikasi sesuai dengan kebutuhan. Misalnya adalah obyek balok pada Gambar 22.



Gambar 22. Balok

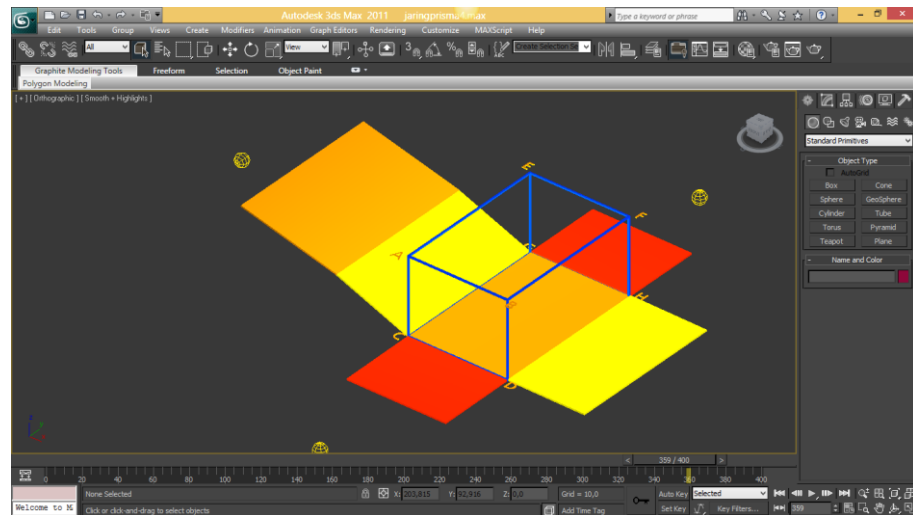
Pemberian warna dilakukan dengan menambahkan *material* pada obyek. *Material* dapat berupa warna *solid* ataupun tekstur gambar tertentu. *Material Editor* tersaji pada Gambar 23.



Gambar 23. *Material Editor*

Pembuatan animasi menggunakan bagian *Create and Play Back Animation* yang terdapat di tampilan sebelah bawah. Secara umum terdiri dari *timeline* dan *autokey* untuk membuat *animation key* pada *timeline*.

Cara membuat animasi yakni dengan mengatur waktu animasi terlebih dahulu pada *timeline*. *Tools* yang digunakan adalah menggunakan *slider* dan membuat *keyframe* dengan tombol *autokey*. Animasi dapat dibuat dengan menggunakan modifikasi perpindahan tempat atau gerak memutar. Gerakan animasi tersebut dibuat dengan menggunakan *select and move*, *rotate*, ataupun *scale* yang terdapat di *Main Toolbar*. Contoh pembuatan animasi 3D tersaji pada Gambar 24.



Gambar 24. Animasi 3D

Setelah obyek 3D beserta animasinya selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah *export* obyek 3d tersebut ke dalam bentuk format *(.fbx)*. Bentuk ini dipilih karena format *(.fbx)* menjadi

salah satu format yang *compatible* dengan *unity 3D* sebagai *tools* yang digunakan untuk membuat aplikasi *augmented reality*.

Berdasarkan analisis kebutuhan, obyek 3D yang telah dibuat menggunakan *autodesk 3Ds Max* tersaji pada Tabel 21.

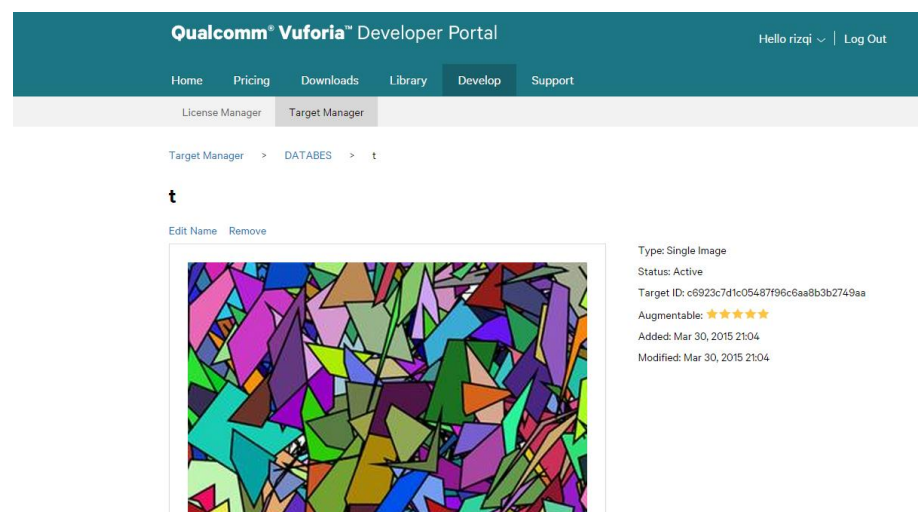
Tabel 21. Obyek 3D

NO	Nama Obyek 3D	Keterangan
1	Susunan batu bata merah (Balok)	-
2	Prisma segi tiga	-
3	Prisma segi empat	-
4	Prisma segi lima	-
5	Jaring-jaring prisma segi tiga	Dengan animasi
6	Jaring-jaring prisma segi empat	Dengan animasi
7	Limas segi tiga	-
8	Limas segi empat	-
9	Limas segi lima	-
10	Susunan 8 kubus (Balok)	-
11	Balok terbelah menjadi 2 buah prisma segi tiga	Dengan animasi
12	Kubus terbelah menjadi 6 buah limas segi empat	Dengan animasi

Konten aplikasi selain obyek 3D yakni berupa video. Pembuatan video dilakukan dengan kamera *DSLR Canon 600D* dimana alur video yang diambil disesuaikan dengan materi pada buku. Pengolahan video agar menjadi ilustrasi yang jelas dan menarik dilakukan dengan *software Adobe Premier CS 6*. Berdasarkan analisis kebutuhan, video yang telah berhasil dibuat meliputi video ilustrasi jaring-jaring balok, dan video ilustrasi volume kubus dan balok.

## 2) Pembuatan *Database*

*Database* yang dibuat adalah *database marker* yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi. *Database* dibuat dengan *tools* dari *vuforia SDK* yakni *target manager* yang dapat diakses melalui *website vuforia*. Contoh marker yang dibuat pada target manager tersaji pada Gambar 25.



Gambar 25. *Target Manager*

*Marker* adalah gambar dengan syarat-syarat tertentu untuk dapat dideteksi oleh teknologi *augmented reality*. Syarat-syarat tersebut meliputi ; gambar harus memiliki *bit depth 24 bit* untuk format (*.png*) dan *8 bit* untuk format (*.jpg*) , selain itu gambar juga harus memiliki tekstur yang kompleks dan unik agar dapat dengan mudah dibaca oleh system *AR*. *Marker* yang sudah di *upload* pada *target manager vuforia* selanjutnya akan di *export* ke dalam format (*.unitypackage*). Sehingga *database marker* aplikasi yang

diimplementasikan ke dalam *Unity 3D* bernama "*database.unitypackage*".

### 3) Pembuatan *Scene Main Menu*

Aplikasi *android* dibuat menggunakan *software unity 3D*. Sebagai salah satu perangkat lunak pengembangan aplikasi *mobile*, *unity* sudah mendukung adanya teknologi *augmented reality*.

*Unity* adalah salah satu perangkat pengembangan aplikasi *android* berbasis *scene*. Sehingga setiap satu *scene* mewakili satu halaman aplikasi, misalnya halaman *main menu*, halaman bantuan, halaman *AR*, dan lain sebagainya.

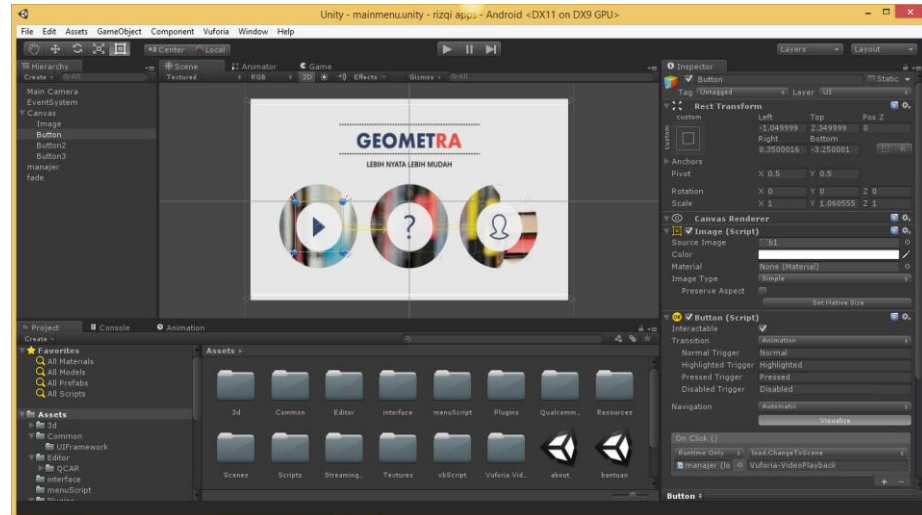
Pertama yang dilakukan untuk mengembangkan aplikasi *android* melalui *unity* adalah dengan *import* "*vuforia-unity-android-ios.unitypackage*". Paket ini adalah paket penyedia *augmented reality environment* yang berjalan pada *android*. Sehingga dengan paket ini maka aplikasi *augmented reality* akan memiliki kompatibilitas dengan *device android*. Paket ini juga mempermudah pengembang dalam pembuatan aplikasi *augmented reality* di *unity*. Diantaranya isi dari paket *vuforia unity android* tersaji pada Tabel 22.

Tabel 22. Paket *Vuforia Unity Android*

NO	Paket	Deskripsi
1	<i>Scripts</i>	<i>Directory</i> ini berisi kumpulan <i>script</i> berbasis <i>C#</i> yang digunakan dalam perangkat lunak berbasis <i>augmented reality</i>
2	<i>Plugins</i>	<i>Plugins</i> berisi kumpulan <i>library</i> yang kompleks yang berfungsi sebagai penyedia kompatibilitas sistem untuk <i>platform</i> tertentu, yakni <i>android</i> dan <i>ios</i> .
3	<i>Qualcomm Augmented Reality</i>	<i>Directory</i> ini menjadi yang paling penting dalam pengembangan perangkat lunak berbasis <i>AR</i> , di dalamnya terdapat <i>tools</i> untuk membuat fitur-fitur <i>augmented reality</i> seperti <i>image-target</i> , <i>virtual button</i> , <i>cloud recognition</i> , <i>ar camera</i> , dan lain sebagainya.
4	<i>Scene</i>	<i>Scene</i> adalah tempat untuk menyimpan beberapa <i>scene</i> yang dibuat. Misalnya <i>scene</i> untuk halaman <i>AR</i> , halaman <i>main menu</i> , ataupun halaman bantuan.
5	<i>Textures</i>	<i>Directory</i> ini menyimpan beberapa gambar yang dapat digunakan sebagai tekstur dari suatu obyek tertentu, misalnya obyek 3D
6	<i>Streaming Assets</i>	<i>Streaming assets</i> menyimpan file video yang akan ditampilkan pada aplikasi.

Pembuatan *scene main menu* dimulai dengan membuat tampilannya terlebih dahulu. Desain yang sebelumnya sudah dibuat dimasukkan ke dalam *folder interface*. Selanjutnya dibuatlah tampilan aplikasi menggunakan obyek *image* sebagai *background* dan obyek *button* di atas *canvas*. Selain itu diperlukan pengaturan *main camera* yang sesuai agar tampilan aplikasi dapat ditampilkan dengan baik

pada *device android*. Contoh scene main menu tersaji pada Gambar 26.



Gambar 26. *Scene Main Menu*

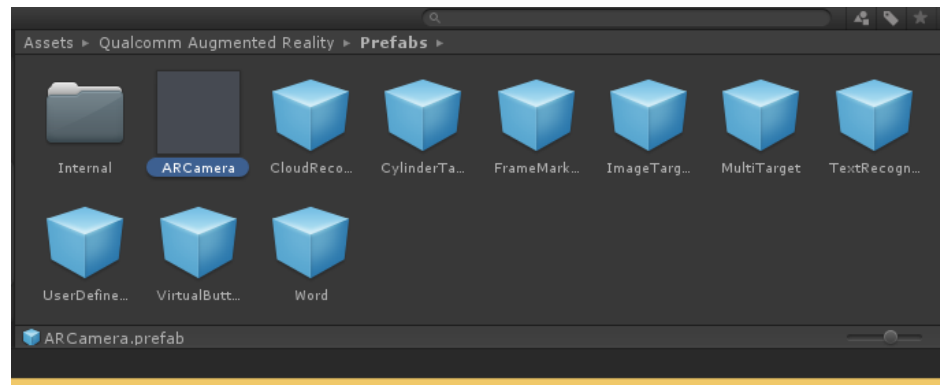
Setelah tampilan selesai, selanjutnya adalah pembuatan *script* dan pengkodean dengan *C#*. *Script* yang dibuat tersaji pada Tabel 23.

Tabel 23. *Script*

NO	Script	Deskripsi
1	<i>Load.cs</i>	<i>Script</i> ini berguna untuk memberikan fungsi navigasi tombol menuju <i>scene</i> / halaman tertentu. Misalnya dari halaman <i>main menu</i> ke halaman bantuan.
2	<i>Back.cs</i>	<i>Script</i> ini berguna untuk memberikan fungsi tombol <i>back</i> pada <i>device android</i> untuk kembali menuju halaman / <i>scene main menu</i> .
3	<i>Close.cs</i>	<i>Script</i> ini berguna untuk memberikan fungsi keluar aplikasi pada tombol <i>back device android</i> .
4	<i>Fade.cs</i>	<i>Script</i> ini berguna untuk memberikan efek <i>fade</i> ketika suatu halaman baru dipanggil.

#### 4) Pembuatan *Scene Augmented Reality (AR)*

Pembuatan *scene AR* melibatkan banyak obyek dari *folder prefabs* yang terdapat pada *hierarchy qualcomm augmented reality*. Tampilan *prefabs* tersaji pada Gambar 27.



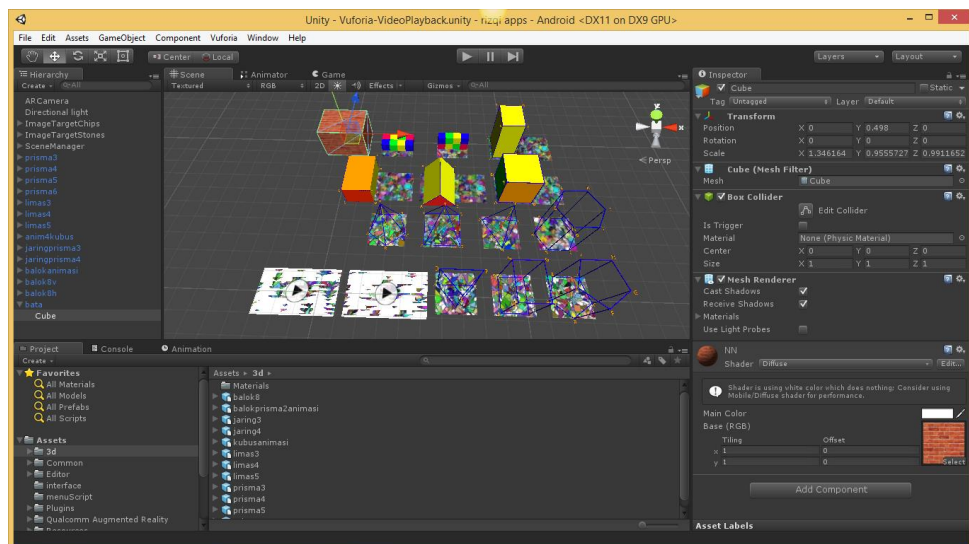
Gambar 27. *Prefabs*

Berbeda dengan pembuatan *scene main menu*, pada *scene AR* tidak lagi menggunakan *main camera*. Fungsi *main camera* digantikan oleh *AR Camera* yang bertugas sebagai pendeteksi gambar *marker*. Paket *prefabs* yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Geomtera tersaji pada Tabel 24.

Tabel 24. Komponen *Prefabs*

NO	<i>Prefabs</i>	Deskripsi
1	<i>ARCamera.prefab</i>	<i>Prefab</i> ini berfungsi sebagai kamera pendeteksi <i>marker</i> dan menampilkan obyek 3D ataupun video di atasnya.
2	<i>ImageTarget.prefab</i>	<i>Image target</i> akan membaca <i>database marker</i> dan berfungsi sebagai tempat dimana <i>marker</i> tersebut akan dideteksi oleh <i>ARCamera</i> . Selain <i>marker</i> , <i>imageTarget</i> juga akan menampung obyek 3D ataupun video yang akan ditampilkan.
3	<i>VirtualButton.prefab</i>	<i>Virtual button</i> digunakan untuk membuat tombol dengan fungsi tertentu yang tercetak di atas <i>marker</i> . Sehingga tombol <i>virtual</i> yang tercetak di atas lembaran buku ini tetap dapat menjalankan fungsinya ketika tombol ditekan.

Hasil dari *Scene AR* tersaji pada Gambar 28.



Gambar 28. *Scene Augmented Reality*

Mula mula obyek 3D yang sudah dibuat dengan *3ds max* di *import* ke *directory* "*assets/3d*". Kemudian obyek 3D tersebut disesuaikan dengan *marker* yang hendak digunakan pada *ImageTarget*. Dalam aplikasi Geometra terdapat 14 obyek 3D dan 2 buah video yang akan di tampilkan secara *augmented reality* di atas *marker* pada lembaran buku.

Pembuatan *virtual button* dilakukan dengan pengaturan *virtualButton.prefab* yang disesuaikan dengan *marker* yang akan digunakan. *Virtual button* pada aplikasi Geomtera digunakan sebagai *button* untuk menggerakkan animasi pada obyek 3D, misalnya animasi balok terbuka ataupun balok terbelah menjadi prisma segitiga. *Script* yang digunakan adalah *vbEventHandler.cs*.

#### 5) Pembuatan *Scene* Bantuan dan Profil

Secara umum pembuatan *scene* bantuan dan profil memiliki proses yang sama dengan pembuatan *scene main menu*.

#### 6) *Build* Aplikasi ke *Android*

Tahap terakhir dari proses pembuatan aplikasi dengan *Unity* adalah *build* aplikasi tersebut ke *Android* agar dapat diujicobakan langsung di perangkat. Aplikasi *android* memiliki ekstensi (*.apk*).

Pertama kali yang harus dilakukan adalah menyiapkan *Android Development Tools (ADT)* dan konfigurasi melalui *SDK Manager*.

Setelah konfigurasi *ADT* selesai dilakukan, maka selanjutnya adalah masuk ke menu *Build Setting*. Jika semua konfigurasi sudah siap maka aplikasipun sudah siap di *build* ke *android*.

### **c. Pengujian**

Tahap terakhir dari proses *construction* (implementasi) adalah pengujian. Seperti yang sudah diuraikan pada bab sebelumnya, pengujian terdiri dari *alfa* dan *beta testing*. Hasil dari *alfa testing* adalah sebagai berikut :

#### **1) Hasil Uji Materi**

Pada pengujian materi ini, pengujian lebih difokuskan kepada kesesuaian ilustrasi 3D ataupun video dengan materi pada buku. Materi pada buku tidak perlu diuji (validasi) karena konten materi pada buku bersumber dari materi oleh Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, sehingga sudah tidak diragukan lagi validitasnya. Validasi materi dilakukan bersama dua guru pengajar matematika kelas VIII di SMP N 8 Yogyakarta, yakni :

- a. Bapak Nanang Sahid W, S.Pd.
- b. Ibu Rahayu Wahyuningsih, S.Pd.

Berdasarkan instrumen kuisioner yang sudah dibuat, hasil validasi materi tersebut tersaji pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil Validasi Materi

NO	KONTEN ILUSTRASI	AHLI 1	AHLI 2	JUMLAH	SKOR MAX
1	Pemodelan 3D Bangun Ruang Sisi Datar	8	8	16	16
2	Pemodelan dan Animasi 3D Bangun Ruang Sisi Datar	4	4	8	8
3	Video	2	2	4	4
TOTAL		14	14	28	28

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh presentase sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{28}{28} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa materi pada media pembelajaran dinyatakan "**sangat baik**", dalam hal ini maksudnya adalah ilustrasi 3D, animasi 3D, dan video yang ditampilkan aplikasi secara *augmented reality* dinyatakan valid karena sudah sesuai dengan materi pada buku. Analisis, komunikasi, dan kolaborasi yang matang di awal pembuatan media menjadi faktor utama validnya konten media yang dihasilkan. Namun walaupun demikian terdapat beberapa masukan dari ahli materi terkait konten media yang dihasilkan, yakni sebagai berikut :

- a. Perlu ditambahkan konten video yang menampilkan contoh perhitungan tertentu.
- b. Perlu ditambahkan konten video yang menampilkan contoh pemecahan masalah dalam mencari luas permukaan limas. Hal ini dikarenakan banyak siswa yang belum dapat membedakan tinggi limas dan tinggi sisi tegak limas.

Berdasarkan masukan tersebut maka pengembang menambahkan satu konten video yang menampilkan pemecahan masalah dan contoh perhitungan luas permukaan limas.

## 2) Hasil Pengujian *Functional Suitability*

Pengujian *Functional Suitability* aplikasi dilakukan oleh lima orang ahli dalam bidang pengembangan perangkat lunak. Lima Orang ahli tersebut tersaji pada Tabel 26.

Tabel 26. Ahli Media

NO	NAMA	PROFESI	INSTANSI
1	Dessy Irmawati, M.T.	Dosen Pend. Teknik Informatika	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2	Ponco Wali Pranoto, M.Pd.	Dosen Pend. Teknik Informatika	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
3	Adhitya Wibawa Putra	<i>Apps Reviewer</i>	TEKNO JURNAL
4	Mirza Hikmatyar, S.Pd.	<i>Front End Developer</i>	CV. CRATERIO
5	M. Thoriq Romadhon, S.Pd.	<i>Programmer</i>	CV. CRATERIO

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi bahwa fungsi yang terdapat dalam aplikasi dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian fungsional aplikasi dengan instrumen berupa *test case* disajikan dalam Tabel 27.

Tabel 27. Hasil Uji *Functional Suitability*

NO	FITUR	SKOR YANG DIPEROLEH						SKOR MAX
		Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3	Ahli 4	Ahli 5	JUMLAH	
1	Bantuan	1	1	1	1	1	5	5
2	Profil	1	1	1	1	1	5	5
3	Ilustrasi 3D	9	9	9	9	9	45	45
4	Ilustrasi dan Animasi 3D	8	8	8	8	8	40	40
5	Ilustrasi Video	6	6	6	6	6	30	30
TOTAL		24	24	24	24	24	125	125

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh presentase sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{125}{125} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian oleh ahli, fungsional aplikasi 100% dapat berjalan. Jadi berdasarkan perhitungan persentase kualitas aplikasi dari segi fungsional memiliki nilai "**sangat baik**". Namun walaupun demikian ada beberapa saran yang diberikan para ahli

media agar media yang dikembangkan lebih sempurna. Saran tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Perlu ditambahkan keterangan tentang *virtual button* yang digunakan dalam aplikasi.
- b) Perlu ditambahkan petunjuk *scan marker* saat kamera *AR* aktif
- c) Marker 6 dan 7 perlu diberi jarak karena obyek 3D yang ditampilkan di atas *marker* tersebut sedikit bertumpukan ketika di-*scan* bersamaan.
- d) Ditambahkan daftar *marker* dan profil pengembang di bagian belakang buku.
- e) Tulisan "k1,k2,k3" pada halaman 26 buku Geometra perlu diperjelas.

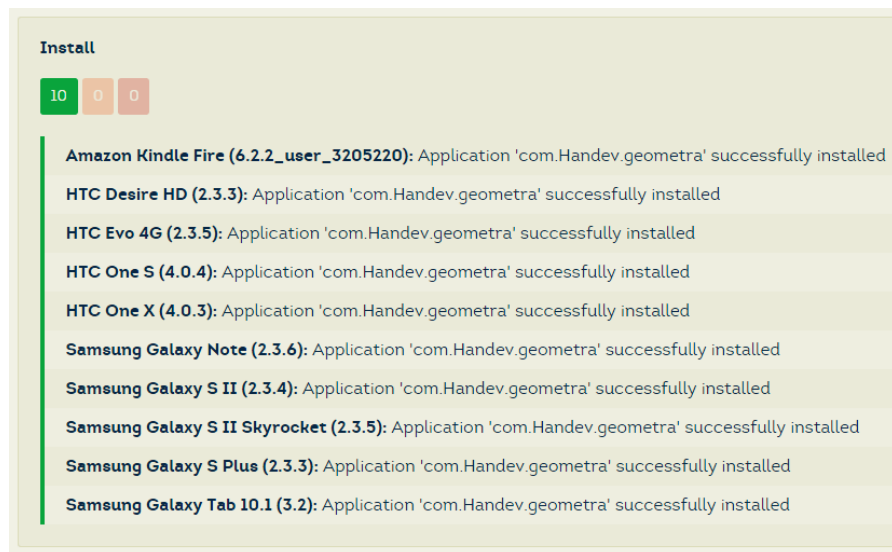
Untuk itu, secara berkala saran dari ahli media ditampung dan diimplementasikan ke dalam aplikasi dan buku Geometra.

### 3) Hasil Pengujian *Portability*

Aspek dalam pengujian *portability* adalah pengujian *adaptability*, *installability*, dan *replaceability*. Aspek pengujian *adaptability* dan *installability* dilakukan dengan melakukan percobaan meng-*install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi pada berbagai versi *OS* dan ukuran layar. Sedangkan aspek *replaceability* dilakukan dengan melakukan percobaan untuk meng-*install* versi baru atau *update* aplikasi pada berbagai tipe *device*.

a) Hasil Pengujian *Adaptability* dan *Installability* pada berbagai *OS*

Pengujian ini dilakukan dengan *software testing automation*, yakni *AppThwack*. Pengujian melalui *AppThwack*, menggunakan 10 sampel *device* dengan *versi OS android* yang berbeda. Hasilnya tersaji pada Gambar 29, Gambar 30, dan Gambar 31.



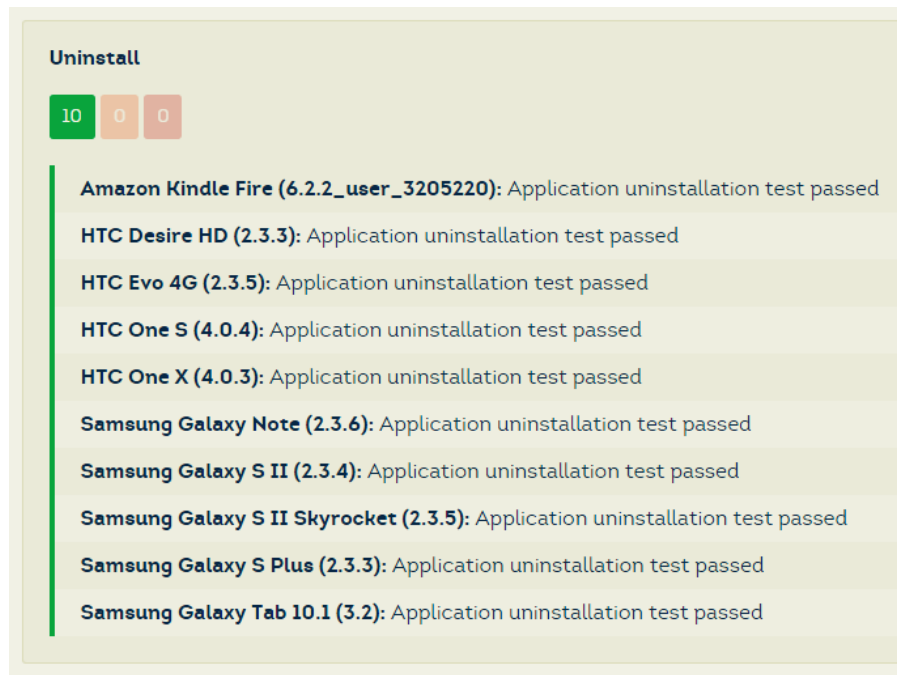
Gambar 29. Hasil Uji *Install* pada Berbagai *OS*

Dari Gambar 29 di atas, dapat diketahui bahwa aplikasi Geometra sukses di-*install* pada sampel 10 *device* dengan versi *OS* yang berbeda.



Gambar 30. Hasil Uji *Launch and Explore* pada Berbagai *OS*

Dari Gambar 30 di atas, dapat diketahui bahwa aplikasi Geometra sukses menjalankan (*launch and explore*) pada sampel 10 *device* dengan versi *OS* yang berbeda.



Gambar 31. Hasil Uji *Uninstall* pada Berbagai *OS*

Dari Gambar 29 di atas, dapat diketahui bahwa aplikasi Geometra sukses di-*uninstall* pada sampel 10 *device* dengan versi *OS* yang berbeda.

Ringkasan dari hasil uji *adaptability* dan *installability* aplikasi pada berbagai *OS* tersaji pada Tabel 28.

Tabel 28. Ringakasan Uji *Adaptability* dan *Installability* pada Berbagai OS

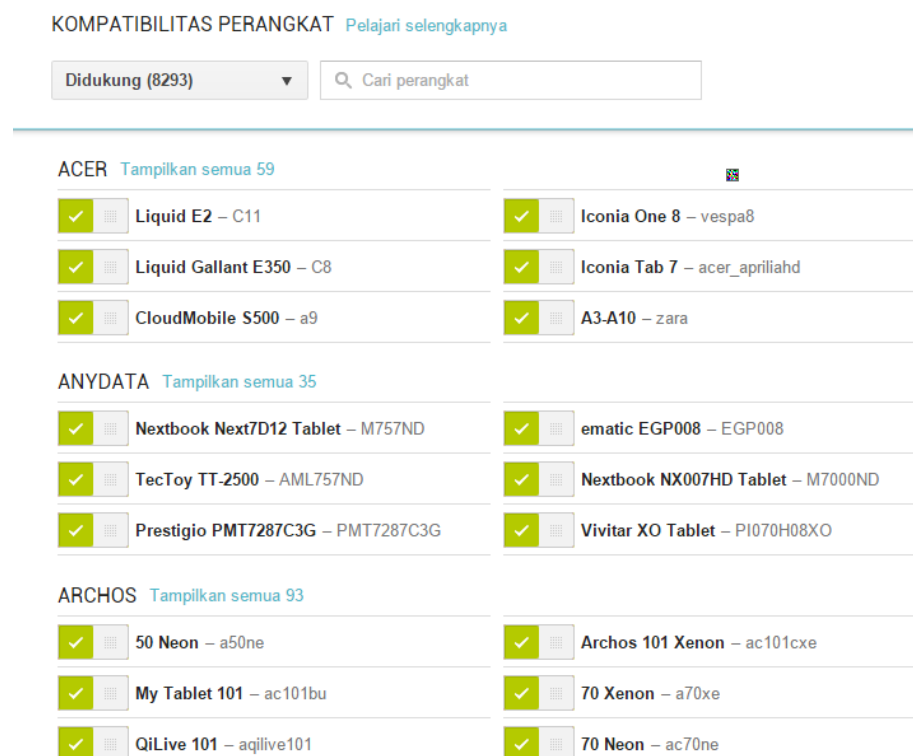
NO	VERSI OS	Install	Launch and Explore	Uninstall	JUMLAH
1	6.2.2	1	1	1	3
2	2.3.3	1	1	1	3
3	2.3.5	1	1	1	3
4	4.0.4	1	1	1	3
5	4.0.3	1	1	1	3
6	2.3.4	1	1	1	3
7	2.3.6	1	1	1	3
8	2.3.5	1	1	1	3
9	2.3.3	1	1	1	3
10	3.2	1	1	1	3
TOTAL		10	10	10	30

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh presentase sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{30}{30} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memenuhi standar *adaptability* dan *installability* sejumlah 100% atau "**sangat baik**"

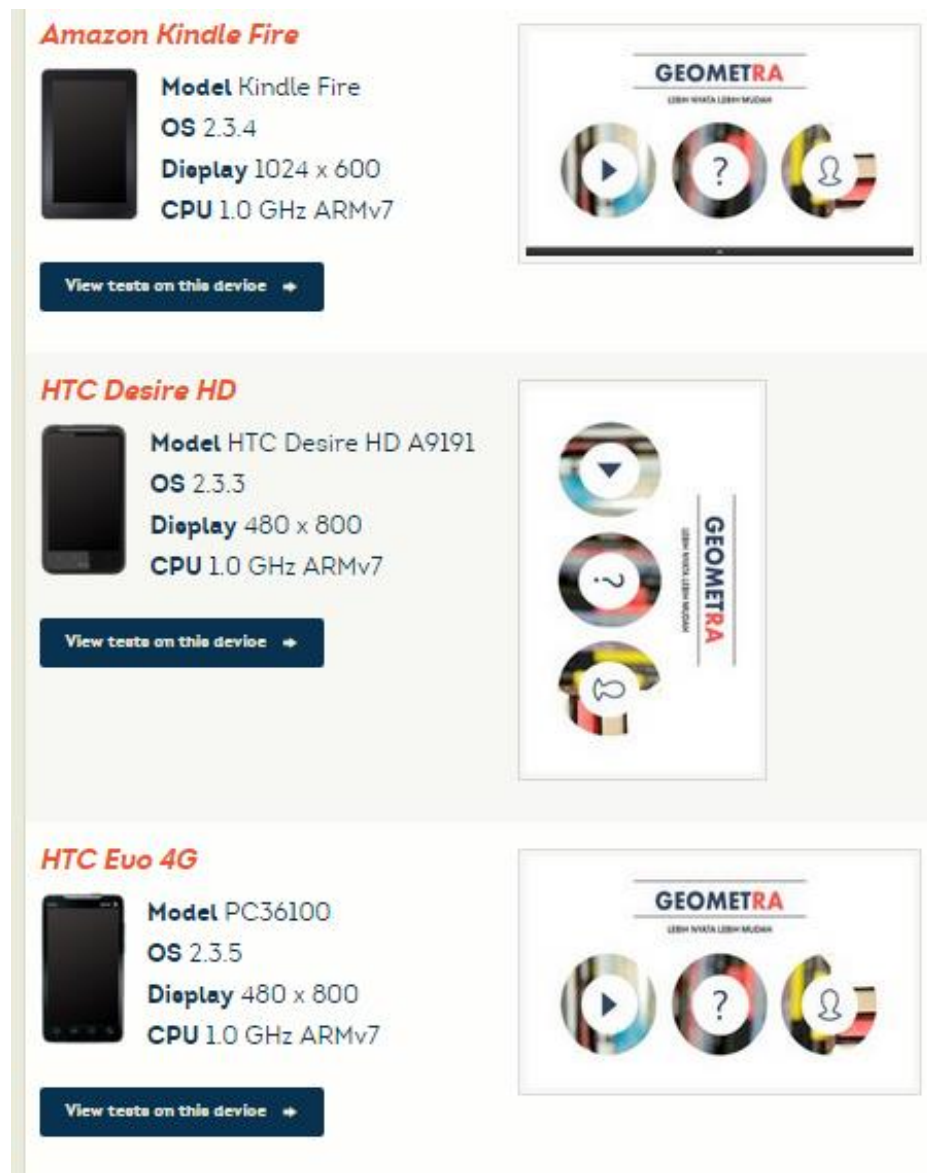
Selain data tersebut kelayakan *adaptability* dan *installability* juga didukung oleh data dari *Google Play Store* yang menyatakan bahwa aplikasi Geometra didukung oleh 8.293 jenis perangkat android yang berbeda. Hasil uji dari *Google Play Store* tersaji pada Gambar 32.



Gambar 32. Kompatibilitas Perangkat berdasarkan *Google Play Store*


b) Hasil Pengujian *Adaptability* dan *Installability* pada Berbagai Ukuran Layar *Device*

Pengujian ini dilakukan dengan *software testing automation*, yakni *AppThwack*. Pengujian melalui *AppThwack*, menggunakan 10 sampel *device* dengan ukuran layar yang berbeda. Hasilnya tersaji pada Gambar 33, Gambar 34, dan Gambar 35.




Gambar 33. Uji Layar *Device 1*

### HTC One S




**Model** HTC VLE\_U  
**OS** 4.0.4  
**Display** 540 x 960  
**CPU** 1.5 GHz ARMv7

[View tests on this device →](#)




### HTC One X




**Model** HTC One X  
**OS** 4.0.3  
**Display** 720 x 1280  
**CPU** 1.5 GHz ARMv7

[View tests on this device →](#)




### Samsung Galaxy Note




**Model** SAMSUNG-SGH-I717  
**OS** 2.3.6  
**Display** 800 x 1280  
**CPU** 1.4 GHz ARMv7

[View tests on this device →](#)




### Samsung Galaxy S II

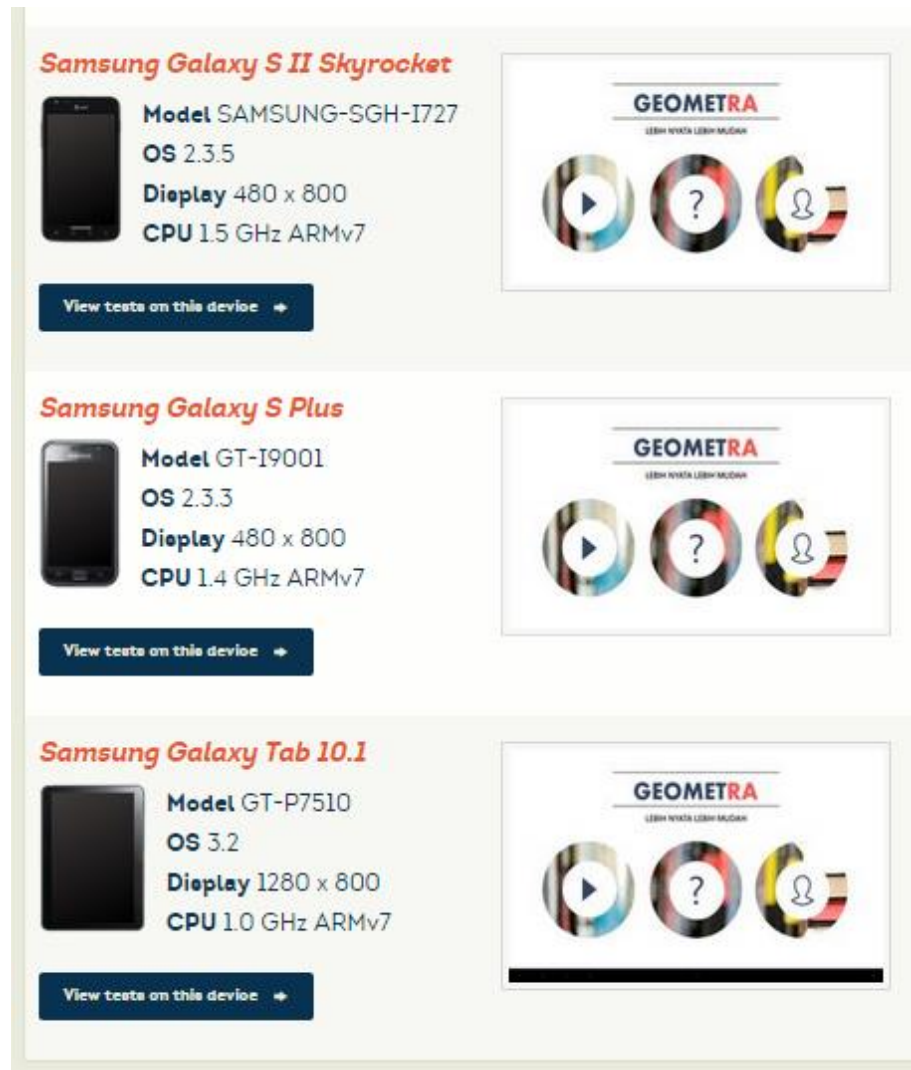


**Model** GT-I9100  
**OS** 2.3.4  
**Display** 480 x 800  
**CPU** 1.2 GHz ARMv7

[View tests on this device →](#)



Gambar 34. Uji Layar *Device 2*



Gambar 35. Uji Layar *Device 3*

Ringkasan dari hasil uji pada berbagai ukuran layar *device* di atas tersaji pada Tabel 29.

Tabel 29. Ringkasan Uji *Adaptability* dan *Installability* pada Berbagai Ukuran Layar *Device*

NO	LAYAR	KETERANGAN	BERJALAN	GAGAL
1	1024 x 600 ldpi	Extra Large Screen	1	0
2	480 x 800 hdpi	Normal Screen	1	0
3	480 x 800 mdpi	Large Screen	1	0
4	540 x 960 hdpi	Large Screen	1	0
5	720 x 1280 mdpi	Extra Large Screen	1	0
6	800 x 1280 mdpi	Extra Large Screen	1	0
7	480 x 800 hdpi	Normal Screen	1	0
8	480 x 800 hdpi	Normal Screen	1	0
9	480 x 800 hdpi	Normal Screen	1	0
10	1280 x 800	Extra Large Screen	1	0
TOTAL			10	0

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh presentase sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{10}{10} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memenuhi standar *adaptability* dan *installability* pada

aspek Ukuran Layar *Device* dari *normal screen* hingga *extra large screen*, yakni sejumlah 100% atau "**sangat baik**".

c) Hasil Pengujian *Replaceability* pada Berbagai Tipe *Device*.

Pengujian *replaceability* dilakukan dengan meng-*update* aplikasi dari versi lama ke versi yang lebih baru. Pengujian ini menggunakan lima sampel *device android* yang berbeda. Hasil uji *replaceability* tersaji pada Tabel 30.

Tabel 30. Hasil Uji *Replaceability*

NO	TIPE DEVICE	Versi OS	TER-UPDATE	GAGAL
1	Lenovo	4.1	1	0
2	Oppo	4.0	1	0
3	Samsung	4.3	1	0
4	Asus	4.3	1	0
5	XiaoMi	4.3	1	0
TOTAL			5	0

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh presentase sebagai berikut :

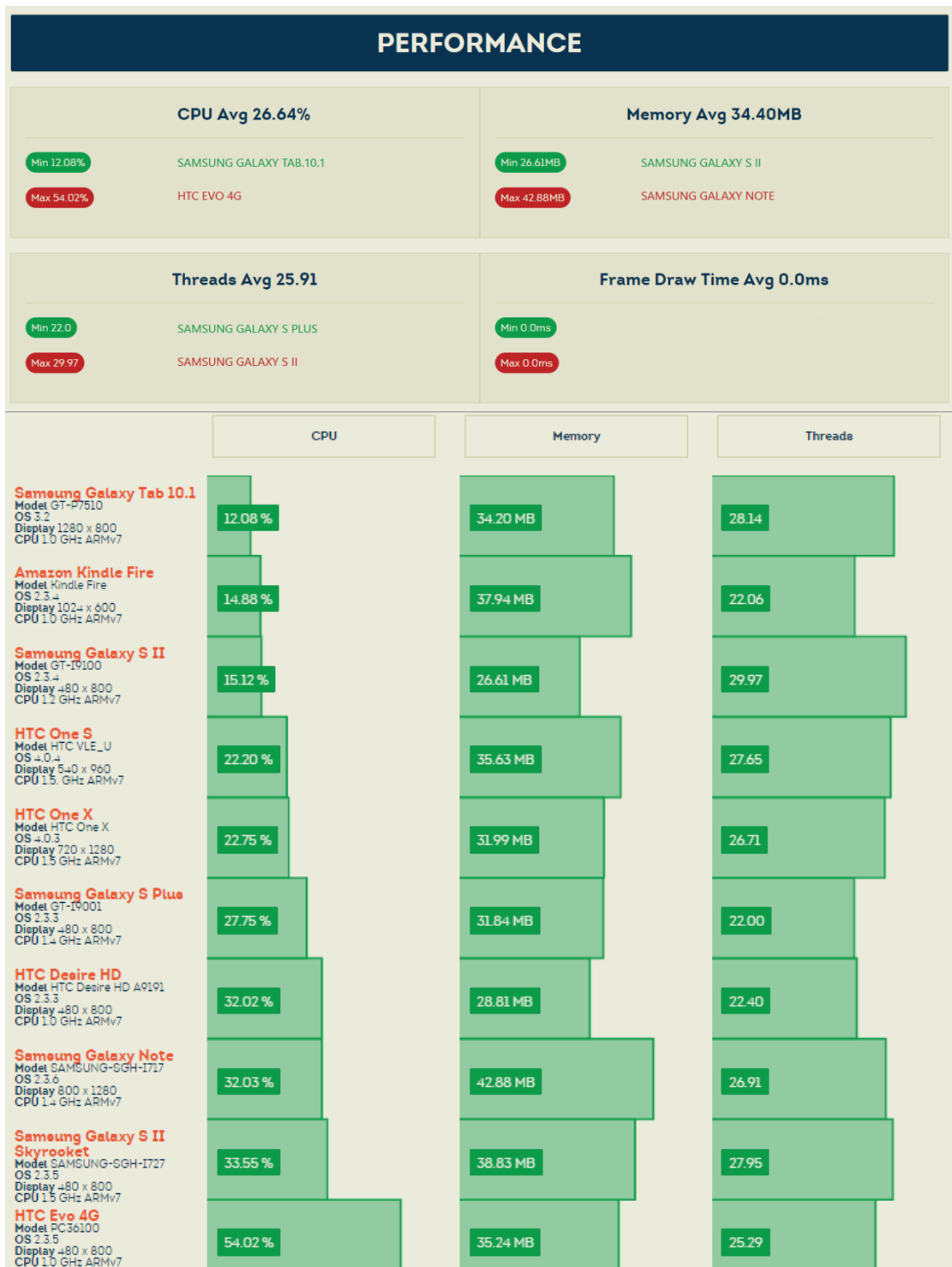
$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{5}{5} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memenuhi standar *replaceability*, yakni sejumlah 100% atau "**sangat baik**".

Berdasarkan hasil pengujian *portability* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Geometra dapat di-*install*, dijalankan, di-*update*, dan di-*uninstall* pada berbagai lingkungan *device* yang berbeda. Sehingga tingkat *portability* aplikasi Geometra adalah "**sangat baik**".

4) Hasil Pengujian *Performance Efficiency*

Pengujian ini dilakukan dengan *software testing automation*, yakni *AppThwack*. Pengujian melalui *AppThwack*, menggunakan 10 sampel *device* dengan spesifikasi yang berbeda. Hasilnya tersaji pada Gambar 36.

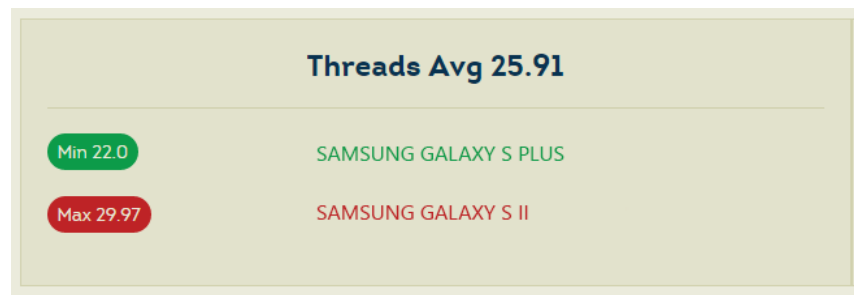


Gambar 36. Hasil Uji *Performance Efficiency*

Hasil ringkasan dari hasil uji di atas adalah sebagai berikut :

a) *Time Behaviour*

*Time behaviour* diartikan sebagai sebuah *threads*, yakni waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi. Ringkasan data hasil uji *threads* tersaji pada Gambar 37.

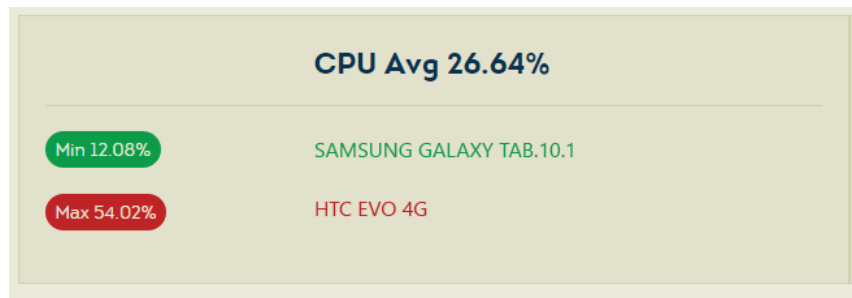


Gambar 37. Rata-rata *Threads*

Dari Gambar 37, dapat diketahui bahwa rata-rata perangkat untuk dapat mengakses aplikasi Geometra adalah 25,91 detik. *Threads* tercepat adalah 22,0 detik dan terlama yakni 29,97 detik.

b) *Resource Utilization* pada *CPU*

*Resource utilization* pada *CPU* adalah aktifitas perangkat dalam menggunakan sumber daya *CPU* saat menjalankan aplikasi Geometra. Ringkasan data hasil uji penggunaan *CPU* tersaji pada Gambar 38.

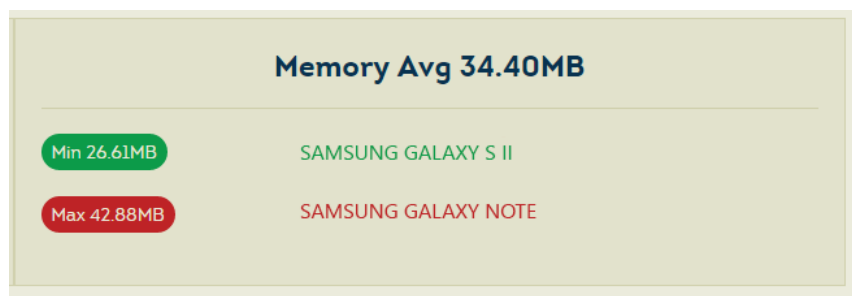


Gambar 38. Rata-rata Penggunaan *CPU*

Dari Gambar 38, dapat diketahui bahwa rata-rata perangkat dalam menggunakan sumber daya *CPU* untuk dapat mengakses aplikasi Geometra adalah 26,64%. Penggunaan minimal 12,08% dan maksimal 54,02%.

c) *Resource Utilization* pada *Memory*

*Resource utilization* pada *memory* adalah aktifitas perangkat dalam menggunakan sumber daya *memory* saat menjalankan aplikasi Geometra. Ringkasan data hasil uji penggunaan *memory* tersaji pada Gambar 39.

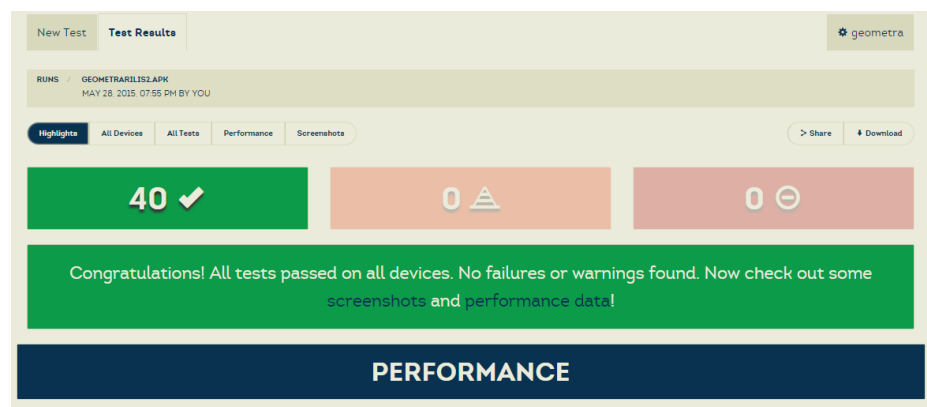


Gambar 39. Rata-rata Penggunaan *Memory*

Dari Gambar 39, dapat diketahui bahwa rata-rata perangkat dalam menggunakan sumber daya *memory* untuk dapat

mengakses aplikasi Geometra adalah 34,40MB. Penggunaan minimal 26,61MB dan maksimal 42,88MB.

Berdasarkan pada hasil pengujian *performance* di atas, dapat dikatakan bahwa aplikasi Geometra berjalan dengan konsumsi sumber daya yang cukup banyak yakni *CPU* sebesar 26,64% dan *memory* sebesar 34,40MB. Hasil uji *performance* pada aplikasi Geometra adalah "**baik**", karena aplikasi mampu berjalan tanpa mengakibatkan *warning* dan *error*. Keterangan keberhasilan menjalankan aplikasi tersaji pada Gambar 40.



Gambar 40. Keterangan Keberhasilan Menjalankan Aplikasi

#### 5) Hasil Pengujian *Usability*

*Usability* termasuk ke dalam pengujian *beta*, yakni pengujian dengan metode mengujicobakan langsung hasil aplikasi kepada pengguna. Pengujian *usability* dilakukan kepada siswa SMP N 8 Yogyakarta kelas VIII.1 sejumlah 30 siswa saat pembelajaran matematika geometri dengan mencoba langsung aplikasi dan buku Geometra dan dengan instrumen kuisioner yang dibagikan, hasil pengujian usability tersaji pada Tabel 31.

Tabel 31. Olah Data Uji *Usability*

NO RESPONDEN	PERNYATAAN																														TOTAL
	USEFULNESS								EASE OF USE										EASE OF LEARNING					SATISFACTION							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	134
2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	125
3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	115
4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	144
5	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116
6	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116
7	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	125
9	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	139
10	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3	118
11	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	136
12	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	117
13	4	3	4	3	4	4	4	5	5	4	3	4	3	5	4	3	3	3	3	5	5	5	5	5	3	4	3	4	3	4	117
14	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	115
15	4	4	5	3	3	4	3	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	131
16	4	4	5	4	3	3	5	4	5	5	4	4	4	5	4	3	4	3	4	4	5	4	4	3	4	3	3	4	4	5	120
17	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	122
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	5	5	4	3	5	143
19	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	112
20	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	5	4	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	112
21	3	3	3	2	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	105
22	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	117
23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	123
24	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	103
25	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	5	4	3	5	4	4	4	5	5	5	5	5	3	4	4	4	5	4	4	124
26	5	4	5	3	3	2	3	3	5	5	5	5	4	5	4	4	2	3	3	5	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	112
27	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	4	3	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	112
28	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	101
29	3	3	4	4	4	3	3	2	3	4	4	5	4	5	5	3	3	3	4	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	4	111
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	4	2	3	3	4	5	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	108
JUMLAH	118	113	125	108	111	106	113	116	127	116	121	130	117	131	130	109	108	114	120	132	136	133	132	118	115	119	120	119	114	122	3593
	76%								80%										89%					79%							80%

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh detail presentase *usefulness* sebesar 76%, *ease of use* sebesar 80%, *ease of learning* sebesar 89%, dan *satisfaction* sebesar 79%. Sedangkan untuk persentase kelayakan *usability* secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{3593}{4500} \times 100\% \\
 &= 79,8\% \\
 &\approx 80\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memenuhi standar *usability*, yakni sebesar 80% atau "**baik**". Pengujian *usability* adalah pengujian akhir pada proses pengembangan aplikasi Geometra. Secara bertahap masukan ataupun evaluasi dari *user* terhadap aplikasi dan buku Geometra diperbaiki. Sehingga aplikasi Geometra akan mencapai taraf kelayakan yang maksimal.

## **5. Deployment (Distribusi)**

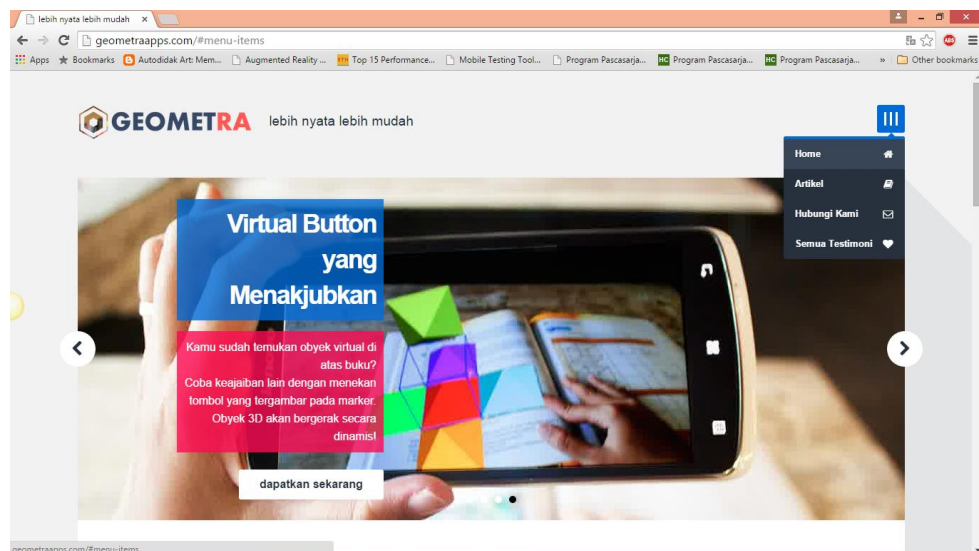
Setelah aplikasi Geometra dikembangkan dan lolos uji kelayakan, tahap terakhir pada proses pengembangan aplikasi Geometra adalah *deployment* atau mendistribusikan aplikasi ke pengguna. Pendistribusian dilakukan dengan berbagai cara, yakni meliputi :

a. Distribusi ke Sekolah

Hal ini dilakukan dengan datang langsung ke sekolah (SMP N 8 Yogyakarta) dengan buku dan aplikasi Geometra. Yakni berupa buku cetak dan aplikasi dalam bentuk (.apk) yang telah dimasukkan ke dalam CD.

b. Website

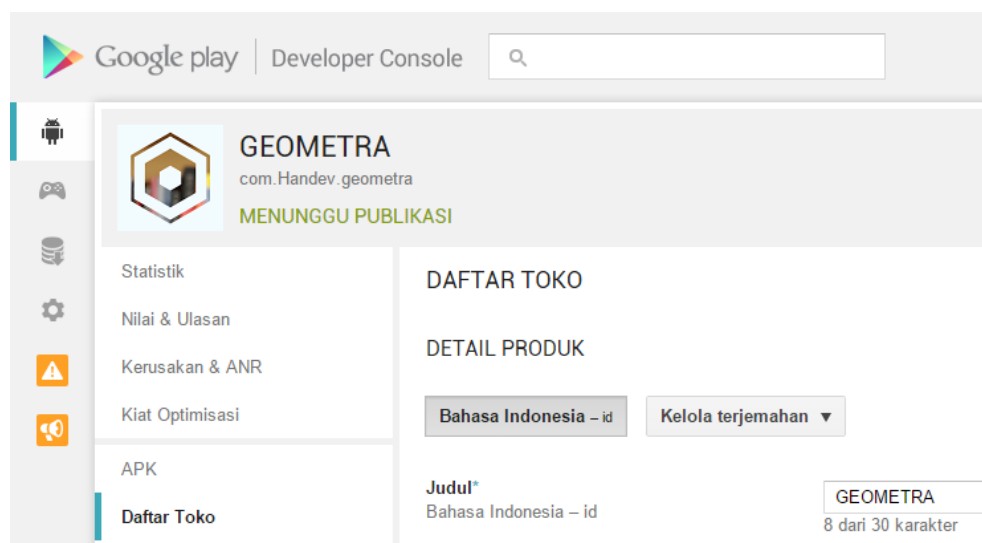
*Website* dibuat agar tidak hanya siswa SMP N 8 Yogyakarta yang mengetahui keberadaan aplikasi dan buku Geometra, namun juga masyarakat luas. Konten dari *website* tersebut berisi tentang deskripsi Geometra, *link download*, profil dan *contact* pengembang, dan media pendukung lain yang dapat memperkenalkan aplikasi dan buku Geometra ke masyarakat. *Website* Geometra dapat diakses di [www.geometraapps.com](http://www.geometraapps.com). Tampilan website Geometra tersaji pada Gambar 41.



Gambar 41. *Website* Geometra

### c. Google Play Store

Aplikasi Geometra kini sudah tersedia di *Google Play Store*, yakni termasuk dalam konten edukasi. Untuk mendapatkannya pengguna *android* harus *download* aplikasi dengan mencari aplikasi Geometra dengan keyword "Geometra". Dengan ini maka aplikasi Geometra akan semakin mudah didapatkan oleh pengguna, selain itu fitur *Google Play Store* menyediakan konten untuk komentar dan penilaian. Sehingga pengembang dapat terus memantau perkembangan aplikasi dengan evaluasi yang sudah diutarakan *user* di sana. Geometra di Google Play Store tersaji pada Gambar 42.



Gambar 42. Aplikasi Geometra di *Google Play Store*

## B. Pembahasan

Geometra, adalah perangkat lunak sebagai media pembelajaran geometri bangun ruang untuk siswa SMP pada mata pelajaran matematika. Aplikasi ini berbasis *android* dan menggunakan teknologi *augmented reality*. Pada proses pengembangannya, aplikasi ini telah melalui beberapa tahapan, yakni komunikasi dan kolaborasi (*communication*), perencanaan (*planning*), pemodelan (*modelling*), implementasi (*construction*), dan distribusi (*deployment*) (Pressman, 2010:39). Tahap komunikasi dan kolaborasi adalah tahap sebelum aplikasi dikembangkan secara teknis. Pada tahap ini komunikasi dilakukan dengan guru pengampu matematika kelas VIII SMPN 8 Yogyakarta untuk menganalisis permasalahan yang ada di dalam pembelajaran. Kemudian bersama guru juga dilakukan kolaborasi untuk menentukan spesifikasi produk dan analisis kebutuhan perangkat lunak (Pressman, 2010:15). Tahap selanjutnya adalah perencanaan. Pada tahap ini pengembang membuat jadwal pengembangan perangkat lunak, sehingga proses pengembangan ini memiliki target waktu yang jelas. Pada pemodelan dibuatlah desain *UI* dan *UX*, desain *UI* dibuat dengan *storyboard*, sedangkan *UX* dibuat dengan *UML*. Hasil pemodelan kemudian diimplementasikan menjadi sebuah aplikasi *android* utuh yang dibuat menggunakan *Unity 3D* dan *3Ds Max*.

Secara berkala aplikasi diperbaiki dan diuji berdasarkan *ISO 25010*. Aspek pengujian yang diambil terdiri dari aspek *functional suitability*, *portability*, *performance efficiency*, dan *usability* serta aspek materi untuk mevalidasi materi yang terkandung pada aplikasi.

Pengujian materi lebih difokuskan kepada kesesuaian ilustrasi 3D ataupun video dengan materi pada buku. Validasi materi dilakukan bersama dua guru pengajar matematika kelas VIII di SMP N 8 Yogyakarta. Hasil dari pengujian ini adalah Ilustrasi 3D, animasi 3D, dan video yang ditampilkan pada aplikasi secara *AR* sudah sesuai dengan materi pada buku, sehingga dinyatakan valid atau sangat baik.

Pengujian *functional suitability* dilakukan dengan lima orang ahli media dengan menggunakan instrument *test case* yang disesuaikan dengan fungsionalitas pada aplikasi Geometra. Hasil dari pengujian ini adalah aplikasi dapat menjalankan fungsi yang ada sebesar 100%. Sehingga aplikasi Geometra dinyatakan sangat baik dari segi *functional suitability*.

Pengujian *portability* dilakukan dengan menggunakan *software testing automation* yakni *AppThwack*. Hasil dari uji *portability* adalah aplikasi Geometra dapat di-*install*, dijalankan, di-*update*, dan di-*uninstall* pada berbagai lingkungan *device* yang berbeda. Sehingga dari analisis tersebut aplikasi dinyatakan sangat baik dari segi *portability*.

Pengujian *performance efficiency* juga dilakukan dengan menggunakan *AppThwack*. Hasilnya adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan perangkat untuk menjalankan aplikasi adalah 25,91 detik, konsumsi *CPU* saat aplikasi dijalankan mencapai 26,64%, dan konsumsi *memory* saat aplikasi dijalankan mencapai 34,40MB. Sehingga aplikasi Geometra diidentifikasi sebagai aplikasi yang banyak menggunakan sumber daya dari *smartphone*. Namun walaupun demikian, hasil pengujian dari *AppThwack* menyatakan bahwa jalannya aplikasi

tidak sampai mengakibatkan *warning* ataupun *error*, sehingga dari indikator tersebut aplikasi Geometra dinyatakan baik dari segi *performance*.

Pengujian *usabililty* dilakukan dengan melakukan pengujian langsung dengan pengguna, yakni siswa-siswi kelas VIII.1 dari SMP N 8 Yogyakarta. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kuisisioner *usability* dari *USE Questionnaire* (Lund, A.M :2001). Kuisisioner tersebut mencakup indikator *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Hasil pengujian dari indikator-indikator tersebut adalah *usefulness* sebesar 76%, *ease of use* sebesar 80%, *ease of learning* sebesar 89%, dan *satisfaction* sebesar 79%. Sedangkan untuk persentase kelayakan *usability* secara keseluruhan adalah sebesar 80%. Sehingga aplikasi dinyatakan baik dari segi *usability*.

Beberapa kendala yang ditemukan pada penelitian ini adalah saat kamera diarahkan pada *marker* tetapi objek tidak kunjung muncul. Permasalahan ini bisa disebabkan karena kurangnya cahaya yang ada di sekitar *marker*. Cahaya merupakan faktor penting pada *augmented reality* untuk menampilkan objek (Sylva, R., et al. 2005), sehingga apabila cahaya di sekitar *marker* terbatas menyebabkan *marker* yang dipindai oleh kamera *android* menjadi lebih gelap. Kendala seperti ini dapat diatasi dengan memberikan cahaya di sekitar *marker* dengan cahaya lampu ruangan, *flash* dan lain sebagainya. Kendala lain adalah pada beberapa *device* siswa aplikasi berjalan lambat, hal ini dikarenakan aplikasi Geometra mengkonsumsi sumber daya *CPU* dan *memory* yang cukup banyak saat dijalankan. Hal ini sesuai dengan pengujian *performance* yang sebelumnya sudah dipaparkan. Namun walaupun demikian aplikasi tetap mampu dijalankan tanpa menyebabkan *force close*.

### C. Keterbatasan Penelitian

Pada proses pengembangannya, aplikasi Geometra sebagai media pembelajaran geometri bangun ruang masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah :

- a. Teknologi *augmented reality* yang diterapkan pada aplikasi ini membutuhkan performa yang tinggi dari perangkat *android* yang digunakan, sehingga akibatnya aplikasi memakan konsumsi *CPU* dan *memory* yang cukup tinggi, namun walaupun demikian aplikasi tidak sampai menyebabkan *warning*, *error*, dan *force close* sehingga aplikasi tetap dapat dijalankan dengan baik.
- b. Aplikasi Geometra baru sebatas dikembangkan untuk media pembelajaran satu bab materi matematika, yakni bangun ruang sisi datar untuk SMP kelas VIII, media ini belum sampai dikembangkan untuk taraf semua bab pada materi matematika. Hal ini dikarenakan untuk menghindari performa yang terlalu berat jika konten yang disajikan terlalu banyak.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Proses pengembangan aplikasi Geometra menggunakan model *waterfall* yang terdiri dari empat tahap, yakni komunikasi dan kolaborasi (*communication*), perencanaan (*planning*), pemodelan (*modelling*), implementasi (*construction*), dan distribusi (*deployment*). Aplikasi Geometra mampu membantu siswa-siswi SMP dalam memahami konsep bangun ruang dengan ilustrasi 3D dan video yang dapat diamati secara langsung dan mudah dipahami. Hal ini didukung dengan hasil pengujian *usability* kepada pengguna yakni *usefulness* (kebergunaan) sebesar 76%, *ease of use* (kemudahan penggunaan) sebesar 80%, *ease of learning* (kemudahan dipelajari) sebesar 89%, dan *satisfaction* (kepuasan penggunaan) sebesar 79%.
- b. Hasil analisis kualitas aplikasi Geometra memperoleh hasil uji *functional suitability* yang sangat baik, *portability* yang sangat baik, dan *performance efficiency* yang baik. Selain itu ilustrasi 3D yang disajikan secara AR juga sudah sesuai dengan materi yang terkandung pada buku. Hasil uji kelayakan penggunaan aplikasi Geometra dilakukan dengan uji coba bersama siswa kelas VIII.1 di SMP N 8 Yogyakarta. Hasil uji *usability* memperoleh nilai 80%. Dengan demikian aplikasi Geometra dinyatakan layak sebagai media pembelajaran geometri mata pelajaran matematika.

## B. Saran

Berdasarkan dari simpulan dan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut :

- a. *Augmented reality* adalah teknologi baru yang dapat membuat teknologi interaktif. Sehingga teknologi ini dapat dikembangkan untuk media pembelajaran lain yang membutuhkan ilustrasi tertentu. Karena terbukti dengan penelitian ini siswa menjadi lebih mudah memahami konsep bangun ruang dengan ilustrasi 3D yang disajikan secara *AR*.
- b. Jika memungkinkan, *database* dan konten aplikasi yang menggunakan *augmented reality* dapat disimpan dalam *cloud (online)*. Sehingga memungkinkan dapat mengurangi konsumsi *memory* dan *CPU* yang berlebih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Android. (2015). *Android History*. Diakses dari <http://www.android.com/history/> pada tanggal 8 Mei 2015, Jam 20.30 WIB.
- Andriyadi, Anggi. (2011). *Augmented reality with ARToolkit*. Lampung: Augmented reality Team
- Arnie, M. Lund. (2011). *Use Questionnaire*. Diakses dari : <http://garyperلمان.com/quest/quest.cgi?form=USE> pada tanggal 5 Mei 2015. Jam 21.00 WIB.
- Arsyad, Azhar. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Autodesk. (2014), *3Ds Max Interface Overview*. Diakses dari : <http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax/files/GUID-212A9477-E69E-4174-BB6F-1B7FD97A4281-htm.html>. Pada tanggal 12 Mei 2015. Jam 21.00 WIB.
- Autodesk. (2015). *3Ds Max Overview*. Diakses dari <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview> pada tanggal 9 Mei 2015. Jam 21.00 WIB
- Azuma, Ronald T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. *Jurnal Penelitian*. Hughes Research Laboratories.
- Azuma, Ronald T. et al. (2001). *Recent Advances in Augmented Reality*. *Jurnal Penelitian*. Hughes Research Laboratories.
- Azuma, Ronald T. et al. (2011). *Indirect Augmented Reality*. *Jurnal Penelitian*. Nokia Research Center-Hollywood, United States.
- Brodklin, Jon. (2013). *How Unity 3D Became a Game-Development Beast*. Diakses dari : <http://insights.dice.com/2013/06/03/how-unity3d-become-a-game-development-beast/>. Pada tanggal 14 Mei 2015. Jam 22.00 WIB.
- Broto, Gatot S.D. (2014). *Siaran Pers Tentang Riset Kominfo dan UNICEF Mengenai Perilaku Anak dan Remaja Dalam Menggunakan Internet*. Diakses dari

[http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3834/Siaran+Pers+No.+17-PIH-KOMINFO-2-2014+tentang+Riset+Kominfo+dan+UNICEF+Mengenai+Perilaku+Anak+dan+Remaja+Dalam+Menggunakan+Internet+/0/siaran\\_pers#.Vb4emPmqoZY](http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3834/Siaran+Pers+No.+17-PIH-KOMINFO-2-2014+tentang+Riset+Kominfo+dan+UNICEF+Mengenai+Perilaku+Anak+dan+Remaja+Dalam+Menggunakan+Internet+/0/siaran_pers#.Vb4emPmqoZY) . Pada tanggal 8 April 2015. Jam 10.00 WIB.

Chappell, David. (2011). *The Three Aspects Of Software Quality: Functional, Structural, And Process*. Diakses dari : [http://www.davidchappell.com/writing/white\\_papers/The\\_Three\\_Aspects\\_of\\_Software\\_Quality\\_v1.0-Chappell.pdf](http://www.davidchappell.com/writing/white_papers/The_Three_Aspects_of_Software_Quality_v1.0-Chappell.pdf) pada tanggal 1 Juli 2015. Jam 21.30 WIB.

Davis, Ziff. (2015). *Definition of 3Ds Max*. Diakses dari <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/37087/3ds-max> pada tanggal 9 10 Mei 2015. Jam 10.00 WIB

Derakhshani, Dariush & Munn, Randi L. (2008). *Introducing 3Ds Max*. Indianapolis : Wiley Publishing.Inc.

Developers, Android. (2015). *Platform Versions*. Diakses dari : <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html#Platform> pada tanggal 8 Mei 2015, Jam 21.00 WIB.

Fathoni, Mochammad. et al. (2012). *Alat Musik Perkusi Augmented Reality Berbasis Android. Jurnal Penelitian*. Universitas Muhammadiyah Malang.

Giraldi, Gilson. et al. (2005). *Augmented Reality for Engineering Applications : Dinamic Fusion of DataSets and Real World. Jurnal Peneltian*. Universidade Estacio de Sa.

IFT. (2013). *Yahoo! Smartphone Jadi Media Massa Generasi Baru*. Diakses dari <http://www.ift.co.id/posts/yahoo-smartphone-jadi-media-massa-generasi-baru> pada tanggal 1 April 2015. Jam 18.30 WIB.

Iso. (2011). *ISO 25010*. Diakses dari : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>. Pada tanggal 2 Mei 2015. Jam 20.00 WIB.

Istiyanto, Jazi E. (2013). *Pemrograman Smartphone Menggunakan SDK Android dan Hacking Android*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Izzaty, Rita Eka, et al. (2008). *Perkembangan Peserta Didik*. Yogyakarta : UNY Press.

- Kemendikbud. (2013). *Pemendikbud Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses*. Jakarta : Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Kemendikbud. (2013). *Pemendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang KD dan Struktur Kurikulum SMP/MI*. Jakarta : Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Kim, Young-geun, et al. (2014). *Implementation of Augmented Reality System for Smartphone advertisements*. *Jurnal Penelitian*. Department of Computer Science Sunchon National University
- Lee, Wei-Meng. (2011). *Begining Android Application Development*. Indianapolis : Wiley Publishing.Inc
- Lukman, Enricko. (2013). *Inilah Yang Dilakukan 74,6 Juta Pengguna Internet Indonesia Ketika Online*. Diakses dari <https://id.techinasia.com/tingkah-laku-pengguna-internet-indonesia/>. Pada tanggal 4 April 2015. Jam 19.00 WIB.
- Lyu, Michael R. (2012). *Digital Interactive Game Interface Table Apps for Ipad*. *Jurnal Penelitian*. The Chinese University of Hongkong.
- Pressman, Roger S. (2010). *Software Engineering A Practitioner's Approach, 7th Edition*. New York : McGraw-Hill Companies.
- Qualcomm. (2010). *Qualcomm Announces Availability of Augmented Reality SDK*. Diakses dari : <https://www.qualcomm.com/news/releases/2010/10/04/qualcomm-announces-availability-augmented-reality-sdk>. Pada tanggal 12 Mei 2015. Jam 21.00 WIB.
- Qualcomm. (2010). *Vuforia Augmented Reality SDK*. Diakses dari : <https://developer.qualcomm.com/software/vuforia-augmented-reality-sdk> . Pada tanggal 12 Mei 2015. Jam 21.05 WIB.
- Qualcomm. (2011). *Vuforia : Getting Started*. Diakses dari : <https://developer.vuforia.com/library/getting-started>. Pada tanggal 13 Mei 2015. Jam 20.30 WIB.
- Sadiman, Arief. et al. (2011). *Media Pendidikan* . Jakarta : Rajawali Press.

- Setiawan, Ebta. (2012). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring (Dalam Jaringan / Online) Edisi III*. Diakses dari <http://kbbi.web.id>. Pada tanggal 8 Mei 2015, Jam 20.30 WIB.
- Sriyanti. (2009). *M-Learning : Alternatif Media Pembelajaran di LPTK. Prosiding, Seminar Nasional Pendidikan*. FKIP Unsri.
- Sudaryono., Guritno, Suryo., & Rahardja, Untung. (2011). *Theory and Application of IT RESEARCH : Metodologi Penelitian Teknologi Informasi*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Suharso, Aries. (2012). *Model Pembelajaran Interaktif Bangun Ruang 3d Berbasis Augmented Reality. Jurnal Penelitian*. Universitas Singaperbangsa Karawang.
- Sukiman. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta : PT Pustaka Insan Madani.
- Suwaji, Untung T. et al. (2008). *Permasalahan Pembelajaran Geometri Ruang SMP dan Alternatif Pemecahannya*. Paket Fasilitas Pemberdayaan KKG / MGMP Matematika. Yogyakarta : Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika
- Sylva, R., Oliveira, J. C., & Giraldo, G. A. (2003). *Introduction in Augmented Reality. Jurnal Penelitian*. LNCC. Brazil.
- Takahashi, Dean. (2014). *John Riccitiello Sets Out to Identify The Engine of Growth for Unity Technologies (Interview)*. Diakses dari : <http://venturebeat.com/2014/10/23/john-riccitiello-sets-out-to-identify-the-engine-of-growth-for-unity-technologies-interview/>. Pada tanggal 14 Mei 2015. Jam 21.00 WIB.
- Unity. (2015). *The Leading Global Game Industry Software*. Diakses dari : <http://unity3d.com/public-relations>. Pada tanggal 14 Mei 2015. Jam 20.00 WIB.
- Unity. (2015). *Unity Documentation*. Diakses dari : <http://docs.unity3d.com/Manual/>. Pada tanggal 14 Mei 2015. Jam 20.30 WIB.
- Whitten, Jeffrey L. & Bentley, Lonnie D. (2007). *System Analysis & Design Methods, 7th Edition*. New York : McGraw-Hill Companies.

**LAMPIRAN 1.**  
Lembar Hasil Uji Instrumen

### HASIL VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TAS

Nama Mahasiswa : MIFTAH RIZQI HANAFI

NIM : 11520241036

Judul TAS :

Analisis dan Perancangan Aplikasi "Geometra", Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

NO	VALIDASI	SARAN / TANGGAPAN
1	Instrumen media	penjelasan deskripsi lbh dilengkapi urutan langkah & kegiatan diperbaiki
2	" materi	perbaiki penjelasan pd deskripsi tambahkan materi yg akan diteliti pd bagian teori / gambarkan scr spesifik materi yg diteliti berserta alasan
Komentar lain :		

Yogyakarta, 4 Mei 2015  
Validator,



Nuryake Fajaryati, M.Pd

.....  
NIP. 19840131 2014042002

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI  
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nuryake Fajaryati, M.Pd  
NIP : 1984 0131 2014 04 2002  
Jurusan : P. T. Elektronika

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa :

Nama : Miftah Rizqi Hanafi  
NIM : 11520241036  
Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika  
Judul TAS : Analisis dan Perancangan Aplikasi "Geometra", Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan :

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | Layak digunakan untuk peneitian                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Layak digunakan untuk peneitian dengan perbaikan |
| <input type="checkbox"/>            | Tidak layak digunakan untuk peneitian            |

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 4 Mei 2015

Validator,



Nuryake Fajaryati, M.Pd  
NIP. 19840131 2014042002

### HASIL VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TAS

Nama Mahasiswa : MIFTAH RIZQI HANAFI

NIM : 11520241036

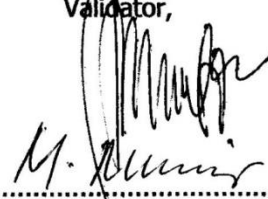
Judul TAS :

Analisis dan Perancangan Aplikasi "Geometra", Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

NO	VALIDASI	SARAN / TANGGAPAN
		Instrument dapat digunakan
		untuk perbaikan, tetapi
		sebaiknya tambahkan kolom
		skor/komentar/dan penilaian
Komentar lain :		

Yogyakarta, 4 Mei 2015

Validator,



NIP. 196305 12198 9011001

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI  
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muh. Munir, M.Pd  
NIP : 19630512 198907 1001  
Jurusan : PT. Elektronika

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa :

Nama : Miftah Rizqi Hanafi  
NIM : 11520241036  
Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika  
Judul TAS : Analisis dan Perancangan Aplikasi "Geometra", Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan :

- ☒ Layak digunakan untuk peneitian  
☐ Layak digunakan untuk peneitian dengan perbaikan  
☐ Tidak layak digunakan untuk peneitian

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 4 Mei 2015

Validator,

Muh. Munir, M.Pd

NIP. 196305121989011001

**LAMPIRAN 2.**  
Lembar Hasil Uji Materi

## INSTRUMEN UJI MATERI

### ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI "GEOMETRA", MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY*

**Nama** : Nanang Sahid W, S.Pd  
**Bidang Keahlian** : Guru Matematika di SMP N 8 Yogyakarta

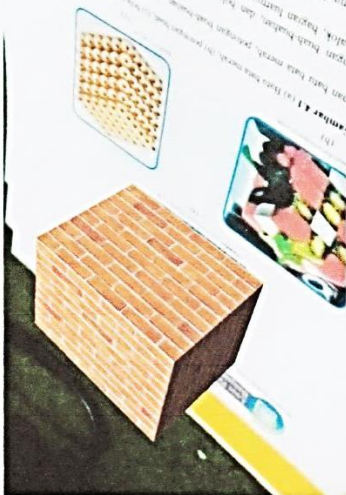

Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis *android* menggunakan teknologi *augmented reality*. Sehingga media pembelajaran ini terdiri dari ;



1. Aplikasi *android Geometra*
2. Buku cetak materi bangun ruang sisi datar yang dilengkapi dengan *marker*.

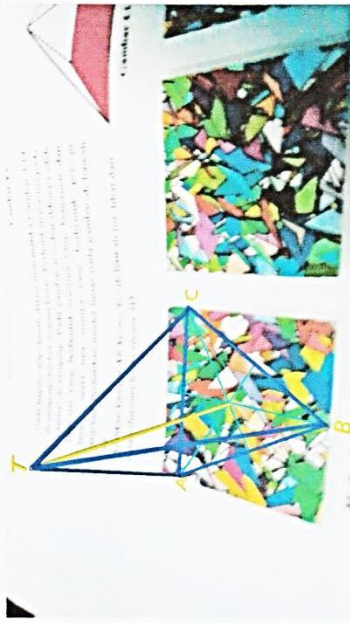

Isi dari buku cetak materi bangun ruang tersebut dibuat berdasarkan buku matematika yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (kurikulum 2013) sehingga tidak diragukan lagi validitasnya. Dengan keterangan tersebut maka, uji materi kali ini lebih difokuskan pada penyesuaian bentuk pemodelan 3D yang ditampilkan oleh aplikasi *Geometra* terhadap materi pada buku.

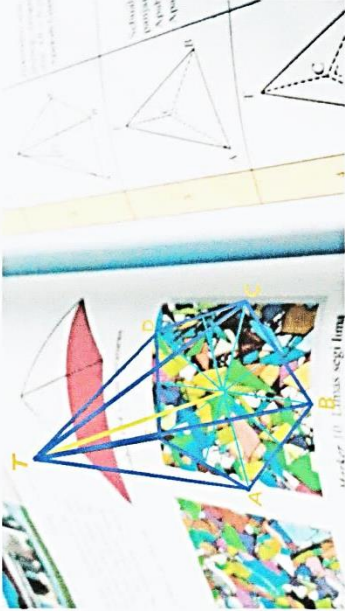

#### **Petunjuk :**

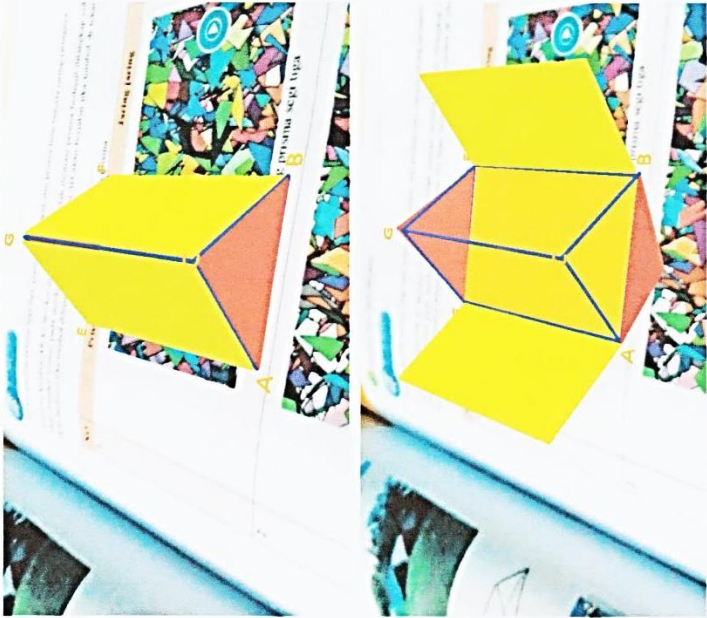
- a. Lembar validasi ini diisi oleh ahli materi
- b. Lembar validasi digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil validasi tentang kesesuaian pemodelan 3D, animasi 3D, dan video dengan materi bangun ruang sisi datar yang tersaji pada buku
- c. Beri tanda *check* (✓) pada kolom "validitas" yang disediakan sesuai pendapat validator
- d. Validator dimohon memberikan komentar dan saran pada tempat yang telah disediakan.

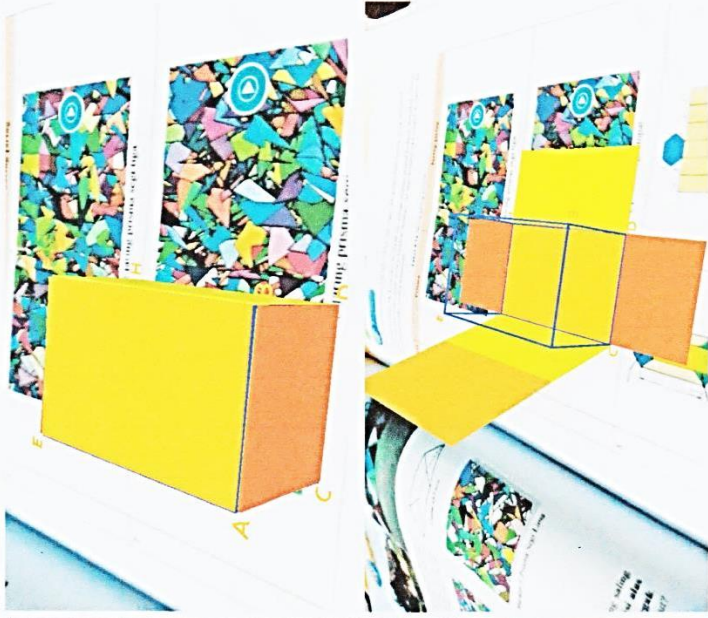
NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALIDITAS		KOMENTAR / SARAN
				Valid	Tidak Valid	
PEMODELAN 3D BANGUN RUANG SISI DATAR						
1	Susunan batu bata merah		<p>Pemodelan 3D susunan batu bata merah ditampilkan di atas <i>marker.1</i> halaman 4.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang luas permukaan bangun ruang. Dengan adanya pemodelan tumpukan batu bata yang membentuk balok tersebut, maka diharapkan siswa dapat memperkirakan luas permukaannya, dengan menghitung dan memperhatikan setiap sisi balok yang terdiri dari beberapa tumpukan batu bata.</p>	✓		
2	Prisma segi tiga		<p>Pemodelan 3D prisma segi tiga ditampilkan di atas <i>marker.3</i> halaman 10.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang berbagai macam prisma salah satunya adalah prisma segi tiga. Pada pemodelan prisma segi tiga di samping, ditampilkan bentuk kerangka prisma segi tiga yang dapat diamati dari berbagai sisi. Sehingga siswa dapat mengetahui bagian sisi atas, sisi alas dan sisi tegak dari prisma segi tiga. Selain itu siswa juga dapat membedakan bentuk prisma segi tiga dengan bentuk prisma lain dengan mudah.</p>	✓		


NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
3	Prisma segi empat		<p>Pemodelan 3D prisma segi empat ditampilkan di atas <i>marker</i>.4 halaman 10.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang berbagai macam prisma salah satunya adalah prisma segi empat. Pada pemodelan prisma segi empat di samping, ditampilkan bentuk kerangka prisma segi empat yang dapat diamati dari berbagai sisi. Sehingga siswa dapat mengetahui bagian sisi atas, sisi alas dan sisi tegak dari prisma segi empat. Selain itu siswa juga dapat membedakan bentuk prisma segi empat dengan bentuk prisma lain dengan mudah.</p>	✓		
4	Prisma segi lima		<p>Pemodelan 3D prisma segi lima ditampilkan di atas <i>marker</i>.5 halaman 10.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang berbagai macam prisma salah satunya adalah prisma segi lima. Pada pemodelan prisma segi lima di samping, ditampilkan bentuk kerangka prisma segi lima yang dapat diamati dari berbagai sisi. Sehingga siswa dapat mengetahui bagian sisi atas, sisi alas dan sisi tegak dari prisma segi lima. Selain itu siswa juga dapat membedakan bentuk prisma segi lima dengan bentuk prisma lain dengan mudah.</p>	✓		


NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
5	Limas segi tiga		<p>Pemodelan 3D limas segi tiga ditampilkan di atas <i>marker</i>.8 halaman 16.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang berbagai macam limas salah satunya adalah limas segi tiga. Pada pemodelan limas segi tiga di samping, ditampilkan bentuk kerangka limas segi tiga yang dapat diamati dari berbagai sisi. Sehingga siswa dapat mengetahui bagian sisi alas, sisi tegak dan tinggi dari limas segi tiga. Selain itu siswa juga dapat membedakan bentuk limas segi tiga dengan bentuk limas lain dengan mudah.</p>	✓		
6	Limas segi empat		<p>Pemodelan 3D limas segi empat ditampilkan di atas <i>marker</i>.9 halaman 16.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang berbagai macam limas salah satunya adalah limas segi empat. Pada pemodelan limas segi empat di samping, ditampilkan bentuk kerangka limas segi empat yang dapat diamati dari berbagai sisi. Sehingga siswa dapat mengetahui bagian sisi alas, sisi tegak dan tinggi dari limas segi empat. Selain itu siswa juga dapat membedakan bentuk limas segi empat dengan bentuk limas lain dengan mudah.</p>	✓		


NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
7	Limas segi lima		<p>Pemodelan 3D limas segi lima ditampilkan di atas <i>marker.10</i> halaman 16.</p> <p>Bagian ini menjelaskan tentang berbagai macam limas salah satunya adalah limas segi lima. Pada pemodelan limas segi lima di samping, ditampilkan bentuk kerangka limas segi lima yang dapat diamati dari berbagai sisi. Sehingga siswa dapat mengetahui bagian sisi alas, sisi tegak dan tinggi dari limas segi lima. Selain itu siswa juga dapat membedakan bentuk limas segi lima dengan bentuk limas lain dengan mudah.</p>	✓		
8	Susunan 8 kubus		<p>Pemodelan 3D susunan 8 kubus ditampilkan di atas <i>marker.12</i> halaman 22.</p> <p>Pemodelan ini terdapat pada tabel perbandingan volume, dimana terdapat kegiatan yang mengarahkan siswa untuk menghitung volume balok. Penghitungan volume balok dilakukan dengan melihat dan menghitung satuan kubus kecil yang membentuk balok tersebut. Sehingga dengan pemodelan 3D ini siswa akan lebih mudah mengira volume tersebut karena siswa dapat mengamati bentuk tumpukan kubus ini dari berbagai sisi.</p>	✓		


NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
PEMODELAN DAN ANIMASI 3D BANGUN RUANG SISI DATAR						
1	Jaring-jaring prisma segi tiga		<p>Pemodelan dan animasi 3D jaring-jaring prisma segi tiga ditampilkan di atas <i>marker</i>. 6 halaman 11 pada tabel perbandingan jaring-jaring prisma.</p> <p>Pemodelan ini berupa prisma segi tiga yang sisi-sisinya dapat membuka membentuk jaring-jaring.</p> <p>Dengan pemodelan 3D yang dilengkapi dengan animasi, siswa akan lebih mudah memahami bagaimana suatu jaring-jaring prisma segi tiga didapatkan.</p> <p>Selain itu siswa juga dapat membandingkan bentuk jaring-jaring prisma segi tiga dengan bentuk jaring-jaring prisma lain dengan mudah.</p>	✓		
				✓		

NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
	Jaring-jaring prisma segi empat		<p>Pemodelan dan animasi 3D jaring-jaring prisma segi empat ditampilkan di atas <i>marker</i>. 7 halaman 11 pada tabel perbandingan jaring-jaring prisma.</p> <p>Pemodelan ini berupa prisma segi empat yang sisi-sisinya dapat membuka membentuk jaring-jaring.</p> <p>Dengan pemodelan 3D yang dilengkapi dengan animasi, siswa akan lebih mudah memahami bagaimana suatu jaring-jaring prisma segi empat didapatkan.</p> <p>Selain itu siswa juga dapat membandingkan bentuk jaring-jaring prisma segi empat dengan bentuk jaring-jaring prisma lain dengan mudah.</p>	✓		

NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
3	Balok terbelah menjadi 2 buah prisma segi tiga		<p>Pemodelan dan animasi 3D balok terbelah ditampilkan di atas <i>marker</i>.13 halaman 27 pada bagian masalah 4.5.</p> <p>Pemodelan ini berupa balok yang terbelah menjadi 2 buah prisma segi tiga.</p> <p>Pemodelan ini membuktikan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Volume balok sama dengan jumlah volume kedua prisma tersebut</li> <li>Kedua prisma tersebut memiliki bentuk yang sama.</li> <li>Kedua prisma tersebut memiliki volume yang sama.</li> </ol> <p>Pembuktian lain juga dapat dieksplorasi siswa sesuai dengan kegiatan pada masalah 4.5.</p> <p>Dengan pemodelan 3D yang dilengkapi dengan animasi, siswa akan lebih mudah memahami hubungan antara balok dan prisma segi tiga.</p>	✓		
				✓		

NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
4	Kubus terbelah menjadi 6 buah limas segi empat		<p>Pemodelan dan animasi 3D kubus terbelah ditampilkan di atas <i>marker</i>.<sup>14</sup> halaman 32 pada bagian masalah 4.6.</p> <p>Pemodelan ini berupa kubus yang terbelah menjadi 6 buah limas segi empat.</p> <p>Pemodelan ini membuktikan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Volume kubus sama dengan jumlah volume 6 limas tersebut</li> <li>6 buah limas tersebut memiliki bentuk yang sama.</li> <li>6 buah limas tersebut memiliki volume yang sama.</li> </ol> <p>Pembuktian lain juga dapat dieksplorasi siswa sesuai dengan kegiatan pada masalah 4.6.</p> <p>Dengan pemodelan 3D yang dilengkapi dengan animasi, siswa akan lebih mudah memahami hubungan antara kubus dan limas segi empat.</p>	✓		


NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
VIDEO						
1	Jaring-jaring balok	 <p><b>Marker 2</b> Video Jaring Jaring Balok</p> <p>1) Perbaiki gambar di atas dan aturakan kamera AR ke marker untuk melihat layarnya VM</p> <p>2) Setelah selesai masuk pada bagian yang berbentuk Balok kemudian VM</p> <p>3) Setelah selesai gambar jaring-jaring yang kamu kerjakan tersebut</p>	<p>Video jaring-jaring balok ditampilkan di atas <i>marker</i>.2 halaman 5 pada bagian masalah 4.1.</p> <p>Video ini berupa contoh proses cara mendapatkan jaring-jaring balok dari sebuah kardus bekas.</p> <p>Kegiatan pada bagian masalah 4.1 diantaranya adalah sebagai berikut :</p> <p>a. Mencari jaring-jaring balok dan kubus</p> <p>b. Membandingkan jaring-jaring balok dan jaring-jaring kubus</p> <p>Dengan adanya contoh kegiatan mencari jaring-jaring balok tersebut, diharapkan siswa dapat mencari jaring-jaring kubus dengan proses yang hampir sama. Sehingga siswa dapat membandingkan bentuk jaring-jaring balok dan kubus yang sudah didapatkan.</p>	✓		

NO	NAMA	PEMODELAN	DESKRIPSI	VALID	TIDAK VALID	KOMENTAR / SARAN
2	Volume kubus dan balok		<p>Video volume balok ditampilkan di atas <i>marker.11</i> halaman 21 pada bagian masalah 4.4.</p> <p>Video ini berupa ilustrasi penghitungan volume balok dengan memasukkan beberapa kubus satuan ke dalam balok hingga penuh.</p> <p>Dengan adanya ilustrasi tersebut, diharapkan siswa dapat memahami dengan mudah tentang materi volume kubus dan balok sesuai dengan kegiatan pada masalah 4.4</p>	✓		

Komentar / Saran lain :

bisa ditambahkan Penjualan Cinas yg dikerjakan untuk mencari  
cara perumkaan Cinas.

Ahli Materi,

  
Nanang Sahid U.  
NIP.

**INSTRUMEN UJI MATERI**  
**ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI "GEOMETRA", MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS**  
**ANDROID MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY**

**Nama** : Rahayu Wahyuningsih, S.Pd  
**Bidang Keahlian** : Guru Matematika di SMP N 8 Yogyakarta.

Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis *android* menggunakan teknologi *augmented reality*. Sehingga media pembelajaran ini terdiri dari ;

1. Aplikasi *android Geometra*
2. Buku cetak materi bangun ruang sisi datar yang dilengkapi dengan *marker*.

Isi dari buku cetak materi bangun ruang tersebut dibuat berdasarkan buku matematika yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (kurikulum 2013) sehingga tidak diragukan lagi validitasnya. Dengan keterangan tersebut maka, uji materi kali ini lebih difokuskan pada penyesuaian bentuk pemodelan 3D yang ditampilkan oleh aplikasi *Geometra* terhadap materi pada buku.

**Petunjuk :**

- a. Lembar validasi ini diisi oleh ahli materi
- b. Lembar validasi digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil validasi tentang kesesuaian pemodelan 3D, animasi 3D, dan video dengan materi bangun ruang sisi datar yang tersaji pada buku
- c. Beri tanda *check* (✓) pada kolom "validitas" yang disediakan sesuai pendapat validator
- d. Validator dimohon memberikan komentar dan saran pada tempat yang telah disediakan.

Komentar / Saran lain :

Cambahi aplikasi cara menghitung salah satu unsur (panjang, atau lebar atau tinggi) bangun ruang.

Ahli Materi,



Robayu w .....  
NIP. 19710127 200604 2010

**LAMPIRAN 3.**

Lembar Hasil Uji *Functional Suitability*

**INSTRUMEN UJI FUNCTIONALITY**

**ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI "GEOMETRA", MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY**

Nama : MUHAMMAD THORIQ ROMADHON S.Pd.  
 Bidang Keahlian / Profesi : PROGRAMMER DI CV. CRATERIO INDONESIA  
 Petunjuk :

- a. Lembar validasi ini diisi oleh ahli media
- b. Lembar validasi digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil validasi tentang kualitas aplikasi dari segi *functionality* sesuai dengan ISO 25010.
- c. Beri tanda *check* (✓) pada kolom "hasil keluaran" yang disediakan sesuai pendapat validator
- d. Validator dimohon memberikan komentar dan saran pada tempat yang telah disediakan.

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
1	Bantuan	Fitur bantuan digunakan sebagai panduan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Panduan ini berupa penjelasan tertulis yang ditampilkan pada menu bantuan.	1	Memilih menu bantuan di <i>main menu</i>	Halaman bantuan muncul dan pengguna dapat membaca serta memahami panduan penggunaan aplikasi dengan baik	✓		Sebaiknya pada saat menggunakan kamera untuk scan marker, ada instruksi untuk scan marker

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
2	Profil	Fitur profil memberikan Informasi data pengembangan aplikasi kepada pengguna.	1	Memilih menu profil di <i>main menu</i>	Halaman profil muncul dan pengguna dapat membaca informasi data pengembangan aplikasi dengan baik	✓		
3	Ilustrasi 3D	Ilustrasi 3D akan ditampilkan oleh kamera <i>augmented reality (AR)</i> yang diarahkan ke <i>marker</i> .	1	Memilih menu mulai di <i>main menu</i>	Kamera AR aktif dan siap digunakan untuk mendeteksi <i>marker</i>	✓		
			2	Mengarahkan kamera AR ke <i>marker</i> pada buku <i>Geometra</i>	Pemodelan susunan batu bata merah ditampilkan di atas <i>marker.1</i> pada halaman 4	✓		
					Pemodelan prisma segi tiga ditampilkan di atas <i>marker.3</i> pada halaman 10	✓		

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
					Pemodelan prisma segi empat ditampilkan di atas <i>marker.4</i> pada halaman 10	✓		
					Pemodelan prisma segi lima ditampilkan di atas <i>marker.5</i> pada halaman 10	✓		
					Pemodelan limas segi tiga ditampilkan di atas <i>marker.8</i> pada halaman 16	✓		
					Pemodelan limas segi empat ditampilkan di atas <i>marker.9</i> pada halaman 16	✓		
					Pemodelan limas segi lima ditampilkan di atas <i>marker.10</i> pada halaman 16	✓		

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
					Pemodelan susunan 8 kubus ditampilkan di atas <i>marker.13</i> pada halaman 22	✓		
4	Ilustrasi dan Animasi 3D	Ilustrasi 3D akan ditampilkan oleh kamera <i>augmented reality</i> yang diarahkan ke <i>marker</i> .  Animasi 3D akan berjalan saat pengguna menekan <i>virtual button</i> yang tergambar pada <i>marker</i> .	1	Mengarahkan kamera AR ke <i>marker</i> pada buku <i>Geometra</i> dan menekan <i>virtual button</i> untuk menjalankan animasinya	Pemodelan "Jaring-jaring prisma segi tiga" ditampilkan di atas <i>marker.6</i> pada halaman 11	✓		
					Animasi 3D "Jaring-jaring prisma segi tiga" berjalan ketika <i>virtual button</i> pada <i>marker.6</i> ditekan dan berhenti ketika <i>virtual button</i> dilepaskan.	✓		
					Pemodelan "Jaring-jaring prisma segi empat" ditampilkan di atas <i>marker.7</i> pada halaman 11	✓		

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
					Animasi 3D "Jaring-jaring prisma segi empat" berjalan ketika <i>virtual button</i> pada <i>marker.7</i> ditekan dan berhenti ketika <i>virtual button</i> dilepaskan.	✓		
					Pemodelan "Balok terbelah menjadi 2 buah prisma segi tiga" ditampilkan di atas <i>marker.14</i> pada halaman 27	✓		
					Animasi 3D "Balok terbelah menjadi 2 buah prisma segi tiga" berjalan ketika <i>virtual button</i> pada <i>marker.14</i> ditekan dan berhenti ketika <i>virtual button</i> dilepaskan.	✓		

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
					Pemodelan "Kubus terbelah menjadi 6 buah limas segi empat" ditampilkan di atas <i>marker.15</i> pada halaman 32	✓		
					Animasi 3D "Kubus terbelah menjadi 6 buah limas segi empat" berjalan ketika <i>virtual button</i> pada <i>marker.15</i> ditekan dan berhenti ketika <i>virtual button</i> dilepaskan.	✓		

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
5	Ilustrasi Video	Ilustrasi video akan ditampilkan oleh kamera <i>augmented reality</i> yang diarahkan ke <i>marker</i> . Video yang terdeteksi akan berjalan setelah pengguna menekan tombol <i>play</i> pada video tersebut.	1	Mengarahkan kamera AR ke <i>marker</i> pada buku Geometra dan menekan tombol <i>play</i> pada video untuk memainkan video tersebut	Ilustrasi video "Jaring-jaring balok" ditampilkan di atas <i>marker.2</i> pada halaman 5	✓		
					Video "Jaring-jaring balok" berjalan setelah tombol <i>play</i> pada video tersebut ditekan, dan pengguna dapat menyimak jalannya video dengan baik	✓		
					Ilustrasi video "Luas permukaan limas" ditampilkan di atas <i>marker.11</i> pada halaman 17	✓		
					Video "Luas permukaan limas" berjalan setelah tombol <i>play</i> pada video tersebut ditekan, dan pengguna dapat menyimak jalannya video dengan baik	✓		

NO	FITUR	DESKRIPSI	LANGKAH	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL KELUARAN		KOMENTAR / SARAN
						Berhasil	Gagal	
					Ilustrasi video "Volume balok" ditampilkan di atas <i>marker</i> .12 pada halaman 21	✓		
					Video "Volume balok" berjalan setelah tombol <i>play</i> pada video tersebut ditekan, dan pengguna dapat menyimak jalannya video dengan baik	✓		

Komentar / saran lain :

Tampilan bagus, Mudah digunakan. Buat tampilan agar lebih menarik bagi siswa SMP ex: icon, pewarnaan dsb

Yogyakarta, 13 Mei 2015

Validator,

NRP. MUHAMMAD THORIQ R. S.Pd.

**SURAT PERNYATAAN EXPERT JUDGEMENT**  
**UJI FUNCTIONALITY**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : MUHAMMAD THORIQ ROMADHON S.Pd.  
Pekerjaan : PROGRAMMER DI CV. CRATERIO INDONESIA  
NIP : -  
Instansi : CV. CRATERIO INDONESIA

Menerangkan bahwa ;

Nama : Miftah Rizqi Hanafi  
NIM : 11520241036  
Program Studi : PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA  
Dosen Pembimbing : Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T.

Dengan penelitian skripsi yang berjudul "Analisis dan Perancangan Aplikasi *Geometra*, Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis *Android* Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*" telah melakukan konsultasi dan pengujian terhadap fungsi-fungsi yang terkandung dalam aplikasi yang dikembangkan.

Dengan ini saya menyatakan bahwa fungsi-fungsi tersebut memenuhi standar **ISO 25010** yakni :

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>* Functional correctness</b> Setiap obyek 3D atau video dimunculkan dengan tepat di atas <i>marker-marker</i> pada buku
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>*Functional completeness</b> Semua fungsi dapat berjalan untuk memenuhi semua kebutuhan pengguna yakni untuk mengamati obyek 3D ataupun video pada buku
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>*Functional appropriateness</b> Semua fungsi dapat berjalan dengan baik dengan langkah-langkah yang mudah dan sederhana

Sehingga aplikasi tersebut **layak** digunakan untuk penelitian. Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 13 Mei 2015

Validator,

.....  
NIP. MUHAMMAD THORIQ R S.Pd.

\* berikan tanda *check* (v) pada kolom yang disediakan

**LAMPIRAN 4.**  
Lembar Hasil Uji *Usability*

## LEMBAR OBSERVASI PENGGUNA (UJI *USABILITY*)

### APLIKASI "*GEOMETRA*", MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *ANDROID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY*

Nama Responden : Frestiani Rahadian S.

Petunjuk :

- a. Beri tanda *check* (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda selaku responden terhadap penggunaan aplikasi.
- b. Keterangan pilihan :

<b>STS</b> = Sangat Tidak Setuju	<b>C</b> = Cukup	<b>SS</b> = Sangat Setuju
<b>TS</b> = Tidak Setuju	<b>S</b> = Setuju	

- c. Responden dimohon memberikan saran pada tempat yang telah disediakan

PERTANYAAN	STS	TS	C	S	SS
<b>USEFULNESS</b>					
1. Aplikasi ini membantu saya lebih efektif dalam memahami bentuk bangun ruang sisi datar				✓	
2. Aplikasi ini membantu saya lebih aktif dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar				✓	
3. Aplikasi ini bermanfaat dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar					✓
4. Aplikasi ini memberikan dampak yang besar dalam pekerjaan / kegiatan pembelajaran yang saya lakukan			✓		
5. Aplikasi ini mempermudah saya dalam menyelesaikan suatu persoalan pembelajaran bangun ruang sisi datar			✓		
6. Aplikasi ini mampu menghemat waktu saya saat belajar dan memahami materi bangun ruang sisi datar				✓	
7. Aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan saya			✓		
8. Aplikasi ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan				✓	
<b>EASE OF USE</b>					
9. Aplikasi ini mudah digunakan				✓	✓

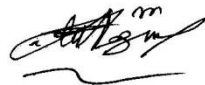
<b>PERTANYAAN</b>	<b>STS</b>	<b>TS</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>SS</b>
10. Aplikasi ini praktis untuk digunakan				✓	
11. Aplikasi ini mudah dipahami ( <i>user friendly</i> )					✓
12. Langkah penggunaan aplikasi ini sangat mudah dan sederhana					✓
13. Aplikasi ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan saya				✓	
14. Saya tidak kesulitan untuk menggunakan aplikasi ini					✓
15. Saya dapat menggunakan aplikasi ini tanpa panduan tertulis					✓
16. Saya tidak menemukan ketidak-konsistenan selama saya menggunakan aplikasi ini					✓
17. Pengguna yang jarang ataupun rutin menggunakannya akan menyukai aplikasi ini					✓
18. Kapanpun saya melakukan kesalahan saya dapat kembali dengan cepat dan mudah					✓
19. Saya dapat menggunakannya dengan baik setiap waktu				✓	✓
<b>EASE OF LEARNING</b>					
20. Saya memahami penggunaan aplikasi ini dengan cepat					✓
21. Saya dapat dengan mudah mengingat bagaimana cara penggunaan aplikasi ini					✓
22. Sangat mudah untuk memahami cara penggunaan aplikasi ini					✓
23. Saya dengan cepat mahir menggunakan aplikasi ini					✓
<b>SATISFACTION</b>					
24. Saya merasa puas dengan kinerja aplikasi ini					✓
25. Saya akan merekomendasikan aplikasi ini ke teman saya				✓	
26. Penggunaan aplikasi ini menyenangkan				✓	
27. Aplikasi ini bekerja seperti apa yang saya inginkan					✓
28. Aplikasi ini sangat bagus				✓	
29. Saya merasa saya harus memiliki aplikasi ini				✓	
30. Aplikasi ini nyaman untuk digunakan				✓	

**Saran :**

Kendala aplikasi ini adalah kode yang dapat menampilkan gambar maupun video hanya tersedia di buku khusus, jadi tidak praktis digunakan dimana - mana dan harus membeli bukunya dulu. Sebaiknya aplikasi ini dilengkapi alat untuk mendeteksi bentuk benda dalam kehidupan sehari-hari seperti scanner.

Yogyakarta, 27 Mei 2015

**Responden,**



Frestiani R. S.

## LEMBAR OBSERVASI PENGGUNA (UJI *USABILITY*)

### APLIKASI "GEOMETRA", MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *ANDROID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY*

Nama Responden

: Ignatius Loyola Prima Aditya H

Petunjuk :

a. Beri tanda *check* (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda selaku responden terhadap penggunaan aplikasi.

b. Keterangan pilihan :

STS = Sangat Tidak Setuju	C = Cukup	SS = Sangat Setuju
TS = Tidak Setuju	S = Setuju	

c. Responden dimohon memberikan saran pada tempat yang telah disediakan

PERTANYAAN	STS	TS	C	S	SS
<b>USEFULNESS</b>					
1. Aplikasi ini membantu saya lebih efektif dalam memahami bentuk bangun ruang sisi datar					✓
2. Aplikasi ini membantu saya lebih aktif dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar					✓
3. Aplikasi ini bermanfaat dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar					✓
4. Aplikasi ini memberikan dampak yang besar dalam pekerjaan / kegiatan pembelajaran yang saya lakukan				✓	
5. Aplikasi ini mempermudah saya dalam menyelesaikan suatu persoalan pembelajaran bangun ruang sisi datar					✓
6. Aplikasi ini mampu menghemat waktu saya saat belajar dan memahami materi bangun ruang sisi datar				✓	
7. Aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan saya				✓	
8. Aplikasi ini bekerja sesuai apa yang saya harapkan					✓
<b>EASE OF USE</b>					
9. Aplikasi ini mudah digunakan					✓

<b>PERTANYAAN</b>	<b>STS</b>	<b>TS</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>SS</b>
10. Aplikasi ini praktis untuk digunakan				✓	
11. Aplikasi ini mudah dipahami ( <i>user friendly</i> )				✓	✗
12. Langkah penggunaan aplikasi ini sangat mudah dan sederhana					✓
13. Aplikasi ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan saya				✓	
14. Saya tidak kesulitan untuk menggunakan aplikasi ini					✓
15. Saya dapat menggunakan aplikasi ini tanpa panduan tertulis					✓
16. Saya tidak menemukan ketidak-konsistenan selama saya menggunakan aplikasi ini					✓
17. Pengguna yang jarang ataupun rutin menggunakannya akan menyukai aplikasi ini				✓	
18. Kapanpun saya melakukan kesalahan saya dapat kembali dengan cepat dan mudah				✓	
19. Saya dapat menggunakannya dengan baik setiap waktu				✓	
<b>EASE OF LEARNING</b>					
20. Saya memahami penggunaan aplikasi ini dengan cepat					✓
21. Saya dapat dengan mudah mengingat bagaimana cara penggunaan aplikasi ini					✓
22. Sangat mudah untuk memahami cara penggunaan aplikasi ini				✓	
23. Saya dengan cepat mahir menggunakan aplikasi ini					✓
<b>SATISFACTION</b>					
24. Saya merasa puas dengan kinerja aplikasi ini					✓
25. Saya akan merekomendasikan aplikasi ini ke teman saya					✓
26. Penggunaan aplikasi ini menyenangkan				✓	
27. Aplikasi ini bekerja seperti apa yang saya inginkan					✓
28. Aplikasi ini sangat bagus				✓	
29. Saya merasa saya harus memiliki aplikasi ini				✓	
30. Aplikasi ini nyaman untuk digunakan				✓	

Saran :

Aplikasi ini hendaknya dipertahankan dan dikembangkan lebih lanjut agar tidak hanya bisa digunakan pada hp android dan cobalah untuk menyebarluaskan aplikasi ini ke play store dan buku ini ke toko-toko buku besar

Yogyakarta, 27 Mei 2015

Responden,



Ign. Loyola Prima A. H

**LAMPIRAN 5.**

Surat Keputusan Pengangkatan Pembimbing

**KEPUTUSAN DEKAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
NOMOR : 24/ELK/Q-1/II/2015  
TENTANG  
PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI  
BAGI MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

- Menimbang : 1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhi syarat untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, perlu diangkat pembimbing.  
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003.  
2. Peraturan Pemerintah RI Nomor 60 tahun 1999.  
3. Keputusan Presiden RI: a. Nomor 93 tahun 1999; b. 305/M tahun 1999.  
4. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI: Nomor 274/O/1999.  
5. Keputusan Mendiknas RI Nomor 003/O/2001.  
6. Keputusan Rektor UNY Nomor : 1160/UN34 KP/2011.

**M E M U T U S K A N**

**Menetapkan**

Pertama : Mengangkat Pembimbing Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta sebagai berikut :

Nama Pembimbing : Dr. Ratna wardani  
Bagi mahasiswa :  
Nama/No.Mahasiswa : **Miftah Rizqi Hanafi /11520241036**  
Jurusan/Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika / Pendidikan Teknik Informatika  
Judul Skripsi : *Analisis dan Perancangan Aplikasi "Geometra", Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis Android Menggunakan Teknologi Augmented Reality*

Kedua : Dosen pembimbing disertai tugas membimbing penulisan Tugas Akhir Skripsi sesuai dengan Pedoman Tugas Akhir Skripsi.

Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan

Keempat : Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila di kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan : di Yogyakarta  
Pada tanggal : 11 Februari 2015  
Dekan  
  
Dr. Moch. Bruri Triyono  
NIP. 19560216 198603 1 003

Tembusan Yth :

1. Wakil Dekan II. FT UNY
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
3. Kasub. Bag. Pendidikan FT UNY
4. Yang bersangkutan

**LAMPIRAN 6.**  
Kartu Bimbingan



**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
 Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281  
 Telp. : (0274) 554686 : (0274) 586168 ext. 293



**KARTU BIMBINGAN SKRIPSI (Untuk Mahasiswa)**

**FRM/EKA/05-00**  
**25 Januari 2008**

Nama Mahasiswa : **MIFTAH RIZQI HANAFI**  
 No. Mahasiswa : **11520241036**  
 E-mail : **mr12qihanafi@gmail.com**  
 Program Studi : 1. Pendidikan Teknik Elektronika Jenjang : S1  
 2. Pendidikan Teknik Informatika Jenjang : S1  
 Kelas : **E.2 / 2011**  
 Dosen Pembimbing : **Dr. Ratna Wardani, S.Si** No. Telp. / HP. : **08156804204**  
 Judul : **M.T**  
**Analisis dan Perancangan Aplikasi Geometra, Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis Android**

No	Tanggal	Uraian Bimbingan	Tandatangan Pembimbing
1.	4/03/15	Konsultasi Proposal Skripsi	
2.	13/03/15	Bimbingan Bab I	
3.	15/04/15	Bimbingan Bab II	
4.	15/04/15	Bimbingan Bab III	
5.	28/04/15	Bimbingan Instrumen Penelitian	
6.	4/05/15	Demo Aplikasi	
7.	3/08/15	Pembuatan checklist pengecekan skripsi	
8.	12/08/15	Bimbingan Bab IV	
9.	14/08/15	Bimbingan Bab V	
10.	19/08/15	Final checking	

**Rekomendasi Pembimbing :**

1. Mahasiswa yang bersangkutan siap untuk diuji.

Tanggal Persetujuan : 27/08/2015 Tandatangan Dosen Pembimbing :

2. Kartu Bimbingan ini wajib dilampirkan pada saat pendaftaran ujian Skripsi.

**LAMPIRAN 7.**

Surat Keputusan Pembimbing

**KEPUTUSAN DEKAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.  
NOMOR : 58/PTI/TAS/IX/2015**

**TENTANG  
PENGANGKATAN PANITIA PENGUJI TUGAS AKHIR SKRIPSI  
BAGI  
0MAHASISWA F.T. UNY  
ATAS NAMA : Miftah Rizqi Hanafi**

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Menimbang : 1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhinya persyaratan untuk mengikuti ujian Skripsi bagi mahasiswa F.T. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, dipandang perlu untuk dilaksanakan ujian Skripsi dengan tertib dan lancar serta penentuan hasilnya dapat dinilai secara obyektif.  
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud dipandang perlu mengangkat Panitia Penguji Tugas Akhir Skripsi dengan Keputusan Dekan.

Mengingat : 1. Undang-Undang RI : Nomor 20 Tahun 2003  
2. Peraturan Pemerintah RI : Nomor 60 Tahun 1999  
3. Keputusan Presiden RI : Nomor 93 Tahun 1999 ; Nomor 305 M Tahun 1999  
4. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 0464/O/1992 ; Nomor 274/O/1999  
5. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional RI : Nomor 003/O/2001  
6. Keputusan Rektor UNY : Nomor 1160/UN34/KP/2011.

Mengingat pula : Keputusan Dekan F.T. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA Nomor 042 Tahun 1989

**MEMUTUSKAN**

Menetapkan  
Pertama : Mengangkat Panitia Penguji Skripsi bagi mahasiswa F.T. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA yang susunan personalianya sebagai berikut :

1. Ketua : Dr. Ratna Wardani
2. Sekretaris : Nur Hasanah, M.Cs
3. Penguji Utama : Nurkhamid, Ph.D

Bagi mahasiswa :  
Nama/No. Mahasiswa : Miftah Rizqi Hanafi /11520241036  
Jurusan/Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika / Pendidikan Teknik Informatika  
Judul Skripsi : *Analisis dan Perancangan Aplikasi Geometra, Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis Android Menggunakan Teknologi Augmented Reality*

Kedua : Ujian dilaksanakan pada hari Kamis tanggal 17 September 2015 mulai pukul 15.15 sampai dengan selesai, bertempat di ruang Sidang.

Ketiga : Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan : di Yogyakarta  
Pada tanggal : 14 September 2015  
Dekan



Dr. Moch. Bruri Triyono  
NIP. 19560216 198603 1 003

**Tembusan Yth :**

1. Wakil Dekan II FT UNY
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
3. Kasub. Bag. Pendidikan FT UNY
4. Kepala Media FT UNY
5. Yang bersangkutan.

**LAMPIRAN 8.**  
Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

Telp. (0274) 586168 psw. 276.289.292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734

website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail: [ft@uny.ac.id](mailto:ft@uny.ac.id) ; [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)



Certificate No. QSGC 00542

Nomor : 0980/H34/PL/2015

23 April 2015

Lamp. : -

Hal : Ijin Penelitian

Yth.

- 1 . Gubernur DIY c.q. Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY
- 2 . Gubernur Provinsi DIY c.q. Ka. Bappeda Provinsi DIY
- 3 . Walikota Kota Yogyakarta c.q. Kepala Badan Pelayanan Terpadu Kota Yogyakarta
- 4 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Provinsi DIY
- 5 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Kota Yogyakarta
- 6 . Kepala SMP Negeri 8 Yogyakarta

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Analisis dan Perancangan Aplikasi "Geometra", Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika Berbasis Android Menggunakan Teknologi Augmented Reality, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Miftah Rizqi Hanafi	11520241036	Pend. Teknik Informatika - S1	SMP Negeri 8 Yogyakarta

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Dr. Ratna Wardani, MT.

NIP : 19701218 200501 2 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan Mei 2015 s/d selesai.

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.



Wakil Dekan I

Dr. Sunaryo Soenarto

NIP. 19580630 198601 1 001

Tembusan :  
Ketua Jurusan



openr2@yahoo.com

**PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**  
**SEKRETARIAT DAERAH**  
Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)  
YOGYAKARTA 55213

**SURAT KETERANGAN / IJIN**

070/REG/IV/659.4/2015

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK** Nomor : **0980/H34/PL/2015**  
Tanggal : **23 APRIL 2015** Perihal : **IJIN PENELITIAN/RISET**

- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
  2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 20 Tahun 2011, tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Kementerian Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
  3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah;
  4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

**DIIJINKAN** untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : **MIFTAH RIZQI HANAFI** NIP/NIM : **11520241036**  
Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA S-1, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
Judul : **ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI "GEOMETRA", MEDIA PEMBELAJARAN GEOMETRI MATA PELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY**  
Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**  
Waktu : **27 APRIL 2015 s/d 27 JULI 2015**

**Dengan Ketentuan**

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan \*) dari Pemerintah Daerah DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website [adbang.jogjapro.go.id](http://adbang.jogjapro.go.id) dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website [adbang.jogjapro.go.id](http://adbang.jogjapro.go.id);
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta  
Pada tanggal **27 APRIL 2015**  
A.n Sekretaris Daerah  
Asisten Perekonomian dan Pembangunan  
Ub.  
Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Dra. H. Astuti, M.Si  
NIP. 19590525 198503 2 006

**Tembusan :**

1. GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (SEBAGAI LAPORAN)
2. WALIKOTA YOGYAKARTA C.Q DINAS PERIJINAN KOTA YOGYAKARTA
3. DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY
4. WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
5. YANG BERSANGKUTAN

**LAMPIRAN 9.**  
Surat Keterangan Penelitian



**PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA  
DINAS PENDIDIKAN  
SMP NEGERI 8**

Jalan Prof. Dr. Kahar Muzakir No. 2 Yogyakarta Telepon 516013, 541483  
Http://www.smpn8jogja.sch.id; Email:humas.smpn8jogja@gmail.com  
HOTLINE SMS : 08122780001 HOTLINE EMAIL : [upik@jogjakota.go.id](mailto:upik@jogjakota.go.id)  
WEBSITE : [www.smpn8jogja.sch.id](http://www.smpn8jogja.sch.id) KODE POS : 55223

**SURAT KETERANGAN**

No:070/273

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : H. Samidi, S Pd.  
NIP : 19580312 198303 1 015  
Pangkat/ Gol : Pembina TkI/IVb  
Jabatan : Plh Kepala Sekolah

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Miftah Rifqi Hanafi  
NIM : 11520241036  
Prodi : Pendidikan Teknik Informatika  
Fakultas : Teknik  
Lembaga : Universitas Negeri Yogyakarta

Menerangkan bahwa mahasiswa yang bersangkutan benar-benar telah melaksanakan Penelitian di SMP Negeri 8 Yogyakarta.

Judul : Analisis dan perancangan Aplikasi” Geometri “ Media Pembelajaran Geometri Mata Pelajaran Matematika berbasis Android menggunakan Teknologi Augmented Reality.

Pada Tanggal :

Demikian surat keterangan ini disampaikan kepada yang bersangkutan agar digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 28 Mei 2015  
Kepala Sekolah  
  
H. Samidi, S Pd.  
NIP. 19580312 198303 1 015

**LAMPIRAN 10.**  
Dokumentasi Pengambilan Data



**LAMPIRAN 11.**  
Sertifikat *Play Store*



## Rating Certificate

App Title: GEOMETRA





Certificate ID: e70a7d64-930b-44d6-a9f8-446d5d984451

Date Issued: Thursday, May 28, 2015

Certificate Issued To: monsterkode

Originating Storefront: Google Play

This rating may only be used on storefronts participating in IARC. It may not be used on physical products.

Rating Authority	Region	Rating Category	Content Descriptors
ClassInd	Brazil		
ESRB	The Americas		
PEGI	Europe		
USK	Germany		
Generic	Other Regions	