

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 772/Pendidikan Matematika

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PRODUK TERAPAN
TAHUN 2017**



**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *AUGMENTED
REALITY* GEOMETRI RUANG UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN TILIKAN RUANG SISWA SMP**

Tahun ke-1 dari rencana 2 tahun penelitian

TIM PELAKSANA

Ketua Pengusul:

Dr. Dedi Rohendi, MT. (NIDN.0024056704)

Anggota:

Drs.H. Heri Sutarno, MT. (NIDN. 0014075603)

Drs. Maman Kusman, ST., M.Pd. (NIDN. 0010125303)

Dibiayai oleh:

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sesuai Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Nomor: /SP2H/LT/DPRM/II/2017, tanggal 17 Februari 2017

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
NOVEMBER, 2017**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN HIBAH BERSAING**

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* Geometri Ruang untuk Meningkatkan Kemampuan Tilikan Ruang Siswa SMP

Kode>Nama Rumpun Ilmu :
Pelaksana : 772/Pendidikan Matematika
Nama Lengkap : Dr. Dedi Rohendi, MT.
NIDN : 0024056704
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Nomor HP : 08122344094
Alamat Surel (e-mail) : dedir@upi.edu

Anggota (1)
a. Nama Lengkap : Drs.H.Heri Sutarno, MT.
b. NIDN : 014075603
c. Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia

Anggota (2)
a. Nama Lengkap : Drs. Maman Kusman, ST., M.Pd.
b. NIDN : 0010125303
c. Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesi

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke-1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 65.605.000,-
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 137.105.000,-



Mengetahui,
Dekan FPTK UPI

(Prof. Dr. Mokh. Syaom Barliana, M.Pd., MT)
NIP/NIK 196302041988031002

Bandung, November 2017
Ketua,

Dr. Dedi Rohendi, MT.
NIP. 196705241993021001

Mengetahui,
Ketua LPPM UPI,



Prof. Dr. Ahman, M.Pd.
NIP. 195901041985031002

RINGKASAN

Kemampuan tilikan ruang geometri merupakan salah satu kemampuan matematik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik ketika mengamati benda ruang maupun dalam menghitung volume atau luas benda yang ada. Kemampuan ini merupakan salah satu dasar yang harus dimiliki siswa agar mampu memahami materi matematika. Proses pembelajaran geometri saat ini cenderung diajarkan dengan metode konvensional dan minim menggunakan media/alat bantu. Pembelajaran seperti ini jelas tidak tepat, karena daya ingat siswa terbatas, karena mereka hanya mengingat hal-hal yang kasat mata. Metode pembelajaran seperti itu hanya akan membebani memori otak dan membuat siswa enggan belajar matematika, serta menyebabkan motivasi belajar menurun. Akibatnya kemampuan matematis siswa rendah. Berdasarkan beberapa data yang ada, diperoleh fakta bahwa kemampuan tilikan ruang siswa SMP masih rendah. Begitu pula media pembelajaran inovatif di SMP tampaknya masih belum optimal dipakai. Padahal media memiliki keunggulan terutama didalam penyampaian pesan materi pelajaran agar lebih jelas, karena terdapatnya unsur gabungan teks, suara, animasi, video, dan simulasi, serta interaktifitasnya. Salah satu model dalam multimedia yang menarik untuk diteliti dan dikaji adalah *Augmented reality (AR)*. Dengan AR memungkinkan bisa ditunjukkan benda ruang tergambar secara utuh. Melihat keadaan tersebut maka menjadi tantangan tersendiri, bagaimana caranya agar ketertarikan dan motivasi siswa dalam belajar meningkat. Tujuan penelitian ini adalah: 1) Bagaimana mengembangkan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang untuk meningkatkan kemampuan tilikan ruang siswa SMP? 2) Apakah terdapat peningkatan kemampuan tilikan ruang siswa SMP dengan menggunakan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang? 3) Bagaimana tanggapan/respon siswa SMP dengan penggunaan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang? Metode yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah *design based reasearch* untuk mengembangkan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang pada materi ruang, dilanjutkan dengan kuasi eksperimen untuk uji terbatas penggunaan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang di SMP untuk mengetahui kemampuan tilikan ruang siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Media AR dikembangkan dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa. Tahap pengembangan mengikuti prinsip pengembangan media, meliputi: analsisi, perencanaan, pengembangan, penilaian, dan implementasi. 2) Respon siswa pada saat implementasi terbatas berada pada kategori baik berkisar di rata-rata 70,35. 3) Pandangan siswa dalam menggunakan media AR menunjukkan bahwa mereka merasa terbantu dengan media AR ini dan mereka dapat memahami konsep bangun 3D lebih baik, karena mereka dapat melihat bangun 3D dari segala arah. Luaran penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Dihasilkannya media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang sampai dengan taraf pengembangan awal. 2) kemampuan tilikan ruang siswa SMP belum diperoleh karena implementasi terbatasnya belum dilakukan. 3) Diperolehnya naskah untuk dipublikasikan pada ICIEVE conference yang dilaksanakan pada tanggal 25-26 Oktober 2017 di Manado, 4) Diajukannya HKI untuk media AR berbasis Android.

Kata kunci: media pembelajaran, *augmented reality*, *kemampuan tilikan ruang*, geometri, respon siswa.

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, yang atas perkenan-Nya kami dapat melaksanakan rangkaian kegiatan penelitian hibah bersaing ini sesuai dengan jadwal dan rencana yang telah ditetapkan.

Berbagai kegiatan penelitian yang dilakukan sampai dengan tahap laporan kemajuan penelitian ini, meliputi: analisis materi, pembuatan bahan ajar, pembuatan rencana multimedia yang akan dikembangkan meliputi: analisis kebutuhan perangkat lunak dan keras, pembuatan *flowchart* dan *storyboard*, pembuatan slide-slide tampilan media Augmented Reality, dan pembuatan instrumen penelitian yang diperlukan, pembuatan media AR, pengujian media AR, namun belum sampai dengan implementasi terbatas di SMP.

Laporan ini merupakan laporan kemajuan kegiatan penelitian PPT dari rencana 2 tahun penelitian yang sudah dilakukan. Luaran penelitian ini berupa dihasilkannya produk media pembelajaran AR geometri untuk siswa SMP. Produk hasil penelitian akan dipublikasikan melalui seminar internasional ICIEVE di Manado, akan dipatenkan dalam bentuk HKI dan In sya Allah akan dipublikasi pada jurnal internasional terujuk DIKTI. Kami berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk yang membutuhkannya.

Bandung, November 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

	hal
HALAMAN PENGESAHAN	
RINGKASAN	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Pembatasan dan Perumusan Masalah	4
1. Pembatasan Masalah	4
2. Rumusan Masalah	4
C. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan serta Penerapannya.....	5
D. Rencana Target Capaian Tahunan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
A. State of The Arts.....	6
B. Multimedia Pembelajaran Interaktif	7
C. <i>Augmented reality (AR)</i>	9
D. <i>Kemampuan Tilikan Ruang</i>	15
E. Roadmap Penelitian	16
F. Hipotesis Penelitian	17
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
A. Tujuan Penelitian	18
B. Manfaat Penelitian	18
BAB 4 METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	19
B. Metode Penelitian	19
C. Pengembangan Media Augmented Reality	21
D. Tahap Uji Coba	22
E. Tahap Perbaikan Produk . Akhir.....	23
F. Subjek Penelitian	23
G. Bagan Alur Penelitian	23
H. Pengembangan Instrumen Penelitian	24
I. Data dan Teknik Pengumpulan	28
J. Teknik Analisis Data	28
BAB 5 HASIL DAN LUARAN DICAPAI	
A. Pengembangan Media Augmented Reality	34
BAB 6 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	
A. Rencana Penelitian Selanjutnya.....	46
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian Tahunan	hal 5
Tabel 4.1 One Group Pretest-Posttest Design	23
Tabel 4.2 Instrumen Respon Siswa terhadap Media AR .Geometri.....	27
Tabel 4.3 Kriteria Peningkatan Kemampuan Tilikan Ruang	30
Tabel 5.1 Spesifikasi Minimum	36
Tabel 5.2 Storyboard	37
Tabel 5.3 Pengujian Blackbox	42
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kelayakan Media dari Ahli Media	43
Tabel 5.5 Hasil Pengujian kelayakan dari ahli materi	44
Tabel 5.6 Respon siswa terhadap penggunaan media AR Geometri	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh penggunaan AR.....	9
Gambar 2.2 Contoh Marker	10
Gambar 2.3 Car Kerja ART Toolkit	10
Gambar 2.4 Sistem Koordinat AR ToolKit	11
Gambar 2.5 Roadmap Penelitian	16
Gambar 4.1 Langkah-langkah Design based Research	19
Gambar 4.2 Langkah Pengembangan Media AR	21
Gambar 4.2 Bagan Alur Penelitian	23
Gambar 5.1 Flowchart Media AR	37
Gambar 5.2 Rancangan Antarmuka Halaman Awal	40
Gambar 5.3 Tampilan antarmuka bidang kubus	40
Gambar 5.4 Tampilan Mulai	40
Gambar 5.5 Tampilan Limas	41
Gambar 5.6 Tampilan Kubus.....	41
Gambar 5.7 Tampilan Kubus tampak Depan	41
Gambar 5.8 Tampilan Prisma.....	41
Gambar 5.9 Tampilan Kubus Tampak Atas	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Bukti Luaran yang sudah dilakukan	
1. Status Submission	50
2. Artikel Ilmiah yang Dikirim ke ICIEVE 2017 Manado	52
Lampiran B Susunan Organisasi Tim Peneliti	59
Lampiran C Biodata Ketua dan Anggota Tim Peneliti	60

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Geometri merupakan salah satu materi dalam matematika yang penting dipelajari. Dengan belajar geometri kita bisa mengenali bentuk-bentuk bidang dan benda ruang yang ada di sekitar kehidupan kita sehari-hari. Tidak bisa dipungkiri bahwa dengan menguasai geometri dapat membantu dalam merepresentasikan kemampuan tentang lingkungannya. Muabai (2010) menyatakan bahwa penguasaan model-model geometri serta sifat-sifatnya dapat memberikan suatu perspektif bagi siswa, sehingga siswa dapat menganalisis dan mengkomunikasikan hal yang terkait dengan bangun-bangun geometri. Penguasaan geometri ini berkaitan dengan kemampuan tilikan ruang dan bidang, karena jika dilihat dari sudut pandang matematika, geometri menyediakan pendekatan-pendekatan untuk pemecahan masalah, misalnya gambar-gambar diagram, sistem koordinat, vektor, dan transformasi. (Muabuai, 2010)

Begitu pentingnya kemampuan tilikan bidang dan ruang (kemampuan spasial), sehingga NTCM (2000) menjabarkan empat kemampuan geometri yang harus dimiliki siswa, yaitu:

1. Mampu menganalisis karakter dan sifat dari bentuk geometri baik dua dimensi maupun tiga dimensi, dan mampu membangun argumen-argumen matematika mengenai hubungan geometri dengan lainnya.
2. Mampu menentukan kedudukan suatu titik dengan lebih jelas spesifik dan gambaran hubungan spasial dengan menggunakan koordinat geometri serta menghubungkannya dengan sistem yang lain.
3. Aplikasi transformasi dan menggunakan secara simetris untuk menganalisis situasi matematika.
4. Menggunakan visualisasi, penalaran spasial, dan model geometri untuk memecahkan masalah.

Pada dasarnya materi geometri sudah diberikan sejak siswa memasuki jenjang sekolah dasar. Kemampuan ini merupakan salah satu dasar yang harus dimiliki siswa agar mampu memahami materi matematika selanjutnya. Materi geometri pada tingkat sekolah dasar yang diberikan baru sebatas memperkenalkan siswa dengan bentuk-bentuk geometri sederhana disesuaikan dengan tingkat berpikir anak sekolah dasar.

Untuk mencapai kemampuan geometri yang dipersyaratkan, maka materi geometri dimunculkan dalam kurikulum matematika, mulai dari sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi. Mengingat pentingnya geometri, National Academy of Science (2006) menyatakan bahwa setiap siswa harus berusaha mengembangkan kemampuan dan penginderaan spasialnya yang sangat berguna dalam memecahkan masalah matematika dan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Sekaitan dengan itu Nemeth (2007) dalam penelitiannya mengungkapkan pentingnya kemampuan spasial yang nyata sangat dibutuhkan pada ilmu-ilmu teknik dan matematika, khususnya geometri. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Wai, et al. (2009) yang menyatakan bahwa kemampuan spasial memainkan peranan penting dalam mengembangkan keahlian sains, teknologi, teknik dan matematika.

Pembelajaran matematika, khususnya pembelajaran geometri tidak selamanya berjalan mulus. Apalagi adanya anggapan siswa bahwa matematika merupakan salah-satu mata pelajaran sulit dan tidak disukai oleh sebagian besar peserta didik. Bahkan, tidak sedikit peserta didik yang mengeluh bahwa pelajaran matematika hanya membuat kepala pusing dan stres (Baca, pendapat peserta didik). Apalagi yang mengajar matematika seringkali berperilaku *killer*, cepat marah, suka mencela, sering menghukum, terlalu cepat, dan monoton. Sriyanto (2004). Khusus dalam geometri pun banyak siswa yang mengalami kesulitan. Hal ini didukung oleh pendapat Kariadinata (2010) yang mengemukakan bahwa banyak persoalan geometri yang memerlukan visualisasi dalam pemecahan masalah dan pada umumnya siswa merasa kesulitan dalam mengkonstruksi bangun ruang geometri.

Pembelajaran matematika saat ini di sekolah masih belum banyak mengoptimalkan potensi yang ada seiring dengan tuntutan perubahan yang diusung oleh kurikulum yang berlaku, baik Kurikulum KTSP maupun Kurikulum 2013. Pada kurikulum-kurikulum tersebut sebenarnya telah ditekankan bahwa pada semua mata pelajaran disarankan pembelajarannya menggunakan metode pembelajaran yang lebih banyak melibatkan siswa (*student centre*) dan mengoptimalkan penggunaan media pembelajaran inovatif. Namun, yang terjadi di lapangan tuntutan tersebut belum sepenuhnya terlaksana dengan baik. Dimana metode pembelajaran yang digunakan masih didominasi oleh guru dan media pembelajaran inovatif masih terbatas dimanfaatkan.

Pembelajaran seperti ini jelas tidak tepat, karena daya ingat anak-anak terbatas, mereka hanya mengingat hal-hal yang kasat mata. Metode pembelajaran matematika dengan hafalan hanya akan membebani memori otak dan membuat siswa enggan belajar matematika, serta menyebabkan motivasi belajar menurun dan kemampuan matematikanya rendah.

Berdasarkan pengamatan awal dan beberapa data yang ada, diperoleh fakta bahwa kemampuan spasial/tilikan ruang siswa SMP masih rendah dan perlu ditingkatkan. Abdussakir (2009) menemukan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam belajar geometri, mulai tingkat dasar sampai perguruan tinggi, yaitu bahwa siswa SMP kesulitan dalam belajar geometri termasuk bangun ruang. Begitu pula Nur'aeni (2010) menyatakan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami geometri, terutama geometri ruang yang merupakan materi matematika yang paling dibenci oleh siswa.

Peran media dalam pembelajaran matematika harus mulai dioptimalkan, karena selama ini media di sekolah tampaknya masih belum banyak dipakai, kecuali pada sekolah-sekolah unggulan tertentu. Salah satu media yang mungkin dimanfaatkan adalah multimedia/multimedia interaktif.

Multimedia interaktif (MMI) memiliki keunggulan terutama didalam penyampaian pesan materi pelajaran agar lebih jelas, karena terdapatnya unsur gabungan teks, suara, animasi, video, dan interaktifitasnya. Pada MMI, user dapat memilih secara aktif adegan yang diinginkan. User juga dapat bermain dengan simulasi dan permainan yang disediakan. Penelitian Schade (Munir, 2010) menunjukkan bahwa daya ingat orang yang membaca sendiri adalah $\pm 1\%$. Daya ingat ini dapat ditingkatkan lagi menjadi 25–30% melalui televisi, sedangkan penggunaan *hypermedia* dapat meningkatkan ingatan sebanyak 60%.

Banyak model penyajian materi pada multimedia interaktif yang dapat digunakan. Diantaranya model tutorial, games, simulasi, dan *drill and practice*. Salah satu metode yang menarik untuk diteliti dan dikaji lebih jauh yaitu model simulasi. Multimedia interaktif merupakan teknologi yang mempunyai elemen-elemen penting yang dapat digunakan untuk mendukung proses belajar mengajar. Aspek yang paling penting dari aplikasi multimedia adalah kemampuannya dalam menyajikan animasi dan visualisasi. Penggunaan aplikasi multimedia interaktif memberikan pengaruh secara emosional kepada siswa dengan adanya interaksi, animasi, visualisasi dan suara. *Feeling* atau *emotion* merupakan hal yang sangat penting dalam belajar.

Saat ini banyak aplikasi multimedia yang dicoba digunakan dalam kegiatan belajar mengajar untuk meningkatkan hasil belajar siswa, misalnya dengan menggunakan moodle dan aplikasi lain yang menggunakan *Graphical User Interface* (GUI). Akan tetapi penggunaan aplikasi tersebut menimbulkan masalah baru misalnya pengguna sulit untuk menggunakan aplikasi tersebut dan masih menggunakan perantara lain untuk berinteraksi dengan media pembelajaran (misalnya *mouse* dan *keyboard*), sehingga dibutuhkan proses

pelatihan terlebih dahulu untuk menggunakannya. Multimedia yang sudah memanfaatkan GUI adalah teknologi berbasis *Augmented reality (AR)*. Pada multimedia berbasis AR ini kita bisa menampilkan benda-benda baik bidang maupun ruang secara 3 dimensi, dengan kemampuan menampilkan bagian-bagian bangun dan ruang secara mendetail. Dengan kemampuannya ini memungkinkan kita dapat menjelaskan konsep-konsep untuk meningkatkan kemampuan tilikan ruang siswa. Namun, sampai dengan saat ini multimedia pembelajaran yang menggunakan teknologi AR masih sangat terbatas digunakan, padahal teknologi AR sangat menjanjikan dan mempunyai kelebihan jika diterapkan dalam pembelajaran.

Oleh karena itu untuk mempermudah pembelajaran dan menarik minat belajar siswa dalam belajar geometri serta memberikan pengalaman baru dalam melakukan interaksi melalui media pembelajaran, maka akan dilakukan penelitian ini. Selain itu saat ini penyajian materi geometri di sekolah kecenderungannya banyak melibatkan bagaimana mensimulasikan bentuk-bentuk geometri agar dapat mudah dipahami oleh siswa dalam melakukan tilikan ruang terhadap bentuk geometris, sehingga model ini yang menarik perhatian penelitian untuk dilakukan.

Berdasarkan pada uraian tersebut, maka pengusul tertarik untuk mengajukan penelitian dengan judul: Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented reality* Geometri Ruang untuk Meningkatkan Kemampuan Tilikan Ruang Siswa SMP.

B. Pembatasan dan Rumusan Masalah

1. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang akan dilakukan lebih fokus dalam menangani permasalahan yang ada, maka penelitian ini dibatasi ruang lingkupnya dalam hal:

- a. Penelitian dilakukan untuk siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) kelas 7 di Kota Bandung.
- b. Materi yang dijadikan bahan penelitian dan dimunculkan pada media adalah bangun-bangun bidang dan ruang 3 dimensi.
- c. Media yang dikembangkan berbasis AR untuk tahun pertama berbasis Android.

2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana mengembangkan media pembelajaran *Augmented reality (AR)* geometri ruang dengan platform android untuk meningkatkan kemampuan tilikan ruang siswa SMP?

- b. Apakah terdapat peningkatan kemampuan tilikan ruang siswa SMP dengan menggunakan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang dengan platform android? (thn 2)
- c. Bagaimana tanggapan/respon siswa SMP dengan penggunaan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang?

C. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan serta Penerapannya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif perbaikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa dalam matematika, terutama kemampuan tilikan ruang siswa SMP bisa lebih meningkat. Temuan/inovasi yang diharapkan dihasilkan dari penelitian ini adalah:

- a. Dihasilkannya media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang.
- b. Meningkatnya kemampuan matematik, khususnya kemampuan tilikan ruang siswa SMP.
- c. Diperolehnya naskah untuk dipublikasikan pada jurnal internasional terujuk dikti atau jurnal nasional terakreditasi.

D. Rencana Target Capaian Tahunan

Rencana terget capaian tahunan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			TS ¹⁾	TS+1	TS+2
1	Publikasi ilmiah	Internasional		√	
		Nasional terakreditasi			
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Internasional	√	√	
		Nasional	√	√	
3	Invited speaker dalam temu ilmiah	Internasional			
		Nasional			
4	Visiting lecturer	Internasional			
5	Hak Kekayaan ntelektual (HKI)	Paten			
		Paten sederhana	√	√	
		Hak Cipta			
		Merek dagang			
		Rahasia dagang			
		Desain Produk Industri			
		Indikasi Geografis			
		Perlindungan Varieas Tanaman			
Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu					
6	Teknologi Tepat Guna				
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa Sosial				
8	Buku Ajar (ISBN)				
9	Tingkat Kesiapan Teknologi	2	2		

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. *State of the Arts*

Berbagai penelitian mengenai pengembangan multimedia pembelajaran inovatif telah dilakukan, seperti penelitian Herman (2003) yang melakukan studi pengembangan multimedia matematika interaktif yang didesain untuk menumbuhkembangkan kemampuan penalaran matematik siswa SMP. Namun, multimedia yang berbasis *Augmented reality (AR)* masih sangat terbatas dilakukan, terutama multimedia untuk materi geometri.

Beberapa penelitian yang berkenaan dengan permainan, motivasi dan prestasi belajar telah dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Susilawase (2006: 123) dalam penelitiannya Penggunaan Program Pembelajaran Interaktif Model Games dalam Pembelajaran Pengetahuan Sosial di Sekolah Dasar, mengungkapkan terdapat perbedaan hasil belajar pada ranah kognitif yang signifikan dalam pembelajaran pengetahuan sosial dengan pembelajaran interaktif model games dari pada pembelajaran yang biasa dilakukan.
2. Becker (2001) dalam *Teaching with games—The minesweeper and Asteroids experience* menemukan bahwa permainan lebih efektif dan bermotivasi daripada pembelajaran tradisional.
3. Fadilah (2010) dalam penelitiannya Penerapan Pembelajaran Kooperatif Model *Team Games Tournament (TGT)* untuk Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi belajar Biologi Siswa Kelas VII SMP Negeri 8 Malang pada Pokok Bahasan Ciri-ciri MakhluK Hidup, berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa penerapan pembelajaran kooperatif model *Team Games Tournament (TGT)* dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa.
4. Kharunnisa dan Rohendi (2011) dalam penelitian *Computer Based Instruction* dengan menggunakan multimedia interaktif model *Instructional Games* untuk meningkatkan prestasi belajar siswa pada mata pelajaran TIK, diperoleh hasil bahwa CBI dengan multimedia interaktif dapat meningkatkan hasil belajar TIK siswa.

Program multimedia interaktif yang dirancang sebagai media pembelajaran disebut program multimedia pembelajaran interaktif. Multimedia pembelajaran interaktif dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari berbagai media yang dikemas (diprogram) secara terpadu dan interaktif untuk menyajikan pesan pembelajaran tertentu. (Warsita, 2008:154)

Menurut Munir (2008:154), multimedia pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan (pengetahuan, keterampilan, dan sikap), serta dapat

merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan belajar sehingga secara sengaja proses belajar terjadi, bertujuan, dan terkendali.

B. Multimedia Pembelajaran Interaktif

Menurut Wahono (dalam Warsita, 2008:153), multimedia dapat diartikan sebagai perpaduan dari berbagai media yang terdiri dari teks, grafis, gambar diam, animasi, suara, dan video untuk menyampaikan pesan kepada publik. Sementara itu, komputer mempunyai kemampuan untuk menyimpan, mengolah, dan menyajikan data secara cepat. Dalam bahasa pemrograman tertentu, komputer dapat berinteraksi dengan *user*. Komputer seolah-olah dapat merespon setiap input data yang diberikan oleh *user* sehingga terjadi timbal balik antara *user* dengan komputer. Oleh karena itu, jenis multimedia dapat dibedakan menjadi dua, yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif (Wahono 2008, dalam Warsita, 2008:154)

Sebagaimana media pendidikan lainnya, multimedia tetap berfungsi sebagai alat, metoda dan pendekatan yang digunakan untuk menjalin komunikasi antara guru dengan siswa selama proses belajar mengajar. (Munir, 2008:189)

Program multimedia interaktif yang dirancang sebagai media pembelajaran disebut program Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI). Multimedia pembelajaran interaktif dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari berbagai media yang dikemas (diprogram) secara terpadu dan interaktif untuk menyajikan pesan pembelajaran tertentu. (Warsita, 2008:154)

Sedangkan menurut Munir (2008:154), multimedia pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan (pengetahuan, keterampilan, dan sikap), serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan belajar sehingga secara sengaja proses belajar terjadi, bertujuan, dan terkendali. Suatu media dalam sebuah pembelajaran tidaklah wajib ada. Seorang guru yang menyampaikan materi tanpa menggunakan media tidak dikatakan bahwa dia telah melaksanakan pembelajaran dengan gagal. Walaupun begitu media memegang peranan penting dalam mengarahkan proses pembelajaran dan hasil yang diinginkan dalam pembelajaran. Munir (2008) mengungkapkan kelebihan pengajaran yang berbantu media, termasuk didalamnya multimedia pembelajaran interaktif, memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. Dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam terhadap materi pembelajaran yang sedang dibahas, karena dapat menjelaskan konsep yang sulit atau rumit menjadi mudah atau lebih sederhana.

2. Dapat menjelaskan materi pembelajaran atau obyek yang abstrak (tidak nyata, tidak dapat dilihat langsung) menjadi konkrit (nyata dapat dilihat, dirasakan, atau diraba).
3. Membantu guru menyajikan materi pembelajaran menjadi lebih mudah dan cepat, sehingga siswa pun mudah memahami, lama diingat dan mudah diungkapkan kembali.
4. Menarik dan membangkitkan perhatian, minat, motivasi, aktivitas, dan kreativitas belajar siswa, serta dapat menghibur siswa.
5. Memancing partisipasi siswa dalam proses pembelajaran dan memberikan kesan yang mendalam dalam pikiran siswa.
6. Materi pembelajaran yang sudah dipelajari dapat diulang kembali (playback). Misalnya menggunakan rekaman video, compact disk (cakram padat), tape recorder atau televisi.
7. Dapat membentuk persamaan pendapat dan persepsi yang benar terhadap suatu obyek, karena disampaikan tidak hanya secara verbal, namun dalam bentuk nyata menggunakan media pembelajaran.
8. Menciptakan lingkungan belajar yang kondusif, sehingga siswa dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan lingkungan tempat belajarnya, sehingga memberikan pengalaman nyata dan langsung.
9. Membentuk sikap siswa (aspek afektif), meningkatkan keterampilan (psikomotor).
10. Siswa belajar sesuai dengan karakteristiknya, kebutuhan, minat, dan bakatnya, baik belajar secara individual, kelompok, atau klasikal.
11. Menghemat waktu, tenaga, dan biaya.

Sejalan dengan hal tersebut Hannafin (dalam Uno dan Lamatenggo, 2009:136) mengemukakan potensi media komputer yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efektifitas proses pembelajaran antara lain:

1. Memungkinkan terjadinya interaksi langsung antara siswa dan materi pelajaran
2. Proses belajar dapat berlangsung secara individual sesuai dengan kemampuan belajar siswa.
3. Mampu menampilkan unsur audio visual untuk meningkatkan minat belajar (multimedia)
4. Dapat memberikan umpan balik terhadap respon siswa dengan segera.
5. Mampu menciptakan proses belajar secara berkesinambungan.

Karena media interaktif memegang peranan penting dalam pembelajran maka Thorn menjelaskan bahwa pengembangan media interaktif harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu:

1. Kemudahan navigasi. Sebuah multimedia interaktif harus dirancang sesederhana mungkin sehingga siswa dapat mempelajarinya tanpa harus dengan pengetahuan yang kompleks tentang media
2. Kandungan Materi (Kognisi), artinya adalah adanya kandungan pengetahuan yang jelas.
3. Presentasi informasi yang digunakan untuk menilai isi dan multimedia interaktif itu sendiri
4. Integrasi media, dimana media harus mengintegrasikan aspek pengetahuan dan keterampilan.
5. Artistik dan estetika. Untuk menarik minat belajar, maka program harus mempunyai tampilan yang menarik dan estetika yang baik.
6. Fungsi secara keseluruhan, dengan kata lain program yang dikembangkan harus memberikan pembelajaran yang diinginkan oleh peserta belajar.

C. *Augmented reality (AR)*

Augmented Rality (AR) merupakan suatu konsep perpaduan antara *Virtual Reality (VR)* dengan *world reality*. Sehingga obyek-obyek *virtual* 2 Dimensi (2D) atau 3 Dimensi (3D) seolah-olah terlihat nyata dan menyatu dengan dunia nyata. Menurut Azuma (2015), AR adalah variasi dari VR. Pada teknologi VR, pengguna berinteraksi dengan lingkungan yang diciptakan secara virtual yang merupakan simulasi dunia nyata, akan tetapi pengguna tidak dapat melihat dunia nyata yang ada di sekelilingnya. Pada teknologi AR, pengguna dapat melihat dunia nyata yang ada di sekelilingnya dengan penambahan obyek *virtual* yang dihasilkan oleh komputer. Supaya obyek AR 3D terlihat langsung pada medianya, maka diperlukan alat khusus yang disebut dengan *Head Mounted Display (HMD)*.

Gambar 2.1 Contoh penggunaan AR. (Billinghamst, Mark, et. al. (2008)).



Gambar 2.1 Contoh penggunaan AR. (Billinghamst, Mark, et. al. (2008))

2) ARToolKit

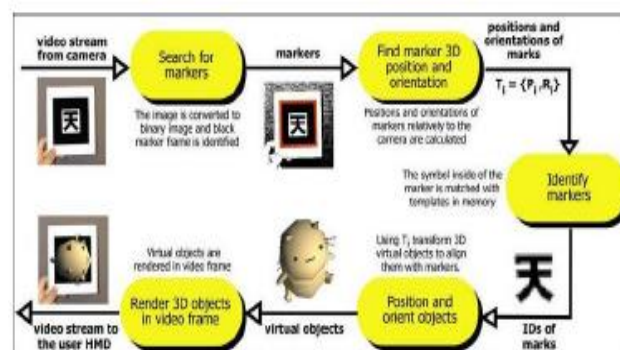
Perhitungan yang tepat merupakan hal yang sangat penting dalam teknologi AR untuk menempatkan obyek 3D yang dihasilkan komputer sehingga seolah-olah dari sudut pandang *user* berada pada dunia nyata.

ARToolKit adalah salah satu pustaka (*library*) perangkat lunak berbasis C dan C++ yang menggunakan metoda *computer vision tracking* untuk menghitung posisi kamera dan orientasinya yang relatif terhadap *marker*. ARToolKit dikembangkan oleh Dr. Hirokazu Kato dari Universitas Osaka Jepang dan Mark Billinghurst dari *Human Interface Technology Laboratory* (HIT Lab). ARToolKit banyak digunakan untuk mengembangkan aplikasi AR. *Marker* pada ARToolKit merupakan gambar yang terdiri atas *border outline* dan *pattern image* seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh *marker*.

Cara kerja ARToolKit dapat dilihat pada Gambar 2.3.3.



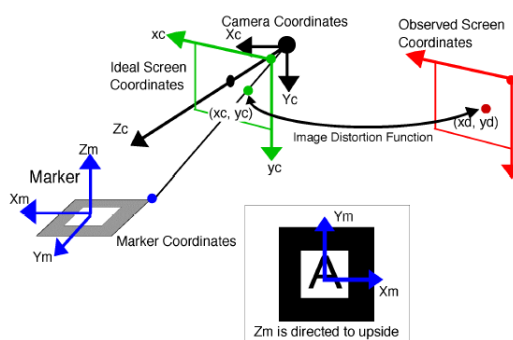
Gambar 2.3 Cara kerja ARToolKit.

Secara umum prinsip kerja artoolkit adalah sebagai berikut.

1. Kamera menangkap gambar dari dunia nyata secara *live* dan mengirimkannya ke komputer.
2. Perangkat lunak dalam komputer akan mencari *marker* pada masing-masing frame video.

3. Jika *marker* telah ditemukan, komputer akan memproses secara matematis posisi relatif dari kamera ke kotak hitam yang terdapat pada *marker*.
4. Apabila posisi kamera diketahui, maka model tersebut akan digambarkan pada posisi yang sama.
5. Model obyek 3D akan ditampilkan pada *marker*, sehingga seolah-olah obyek virtual tersebut ditambahkan pada dunia nyata.

Ilustrasi sistem koordinat dalam ARToolKit ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sistem koordinat ARToolKit.

3) ARToolKitPlus

ARToolKitPlus adalah pustaka (*library*) yang merupakan pengembangan dari ARToolKit dan ditujukan untuk aplikasi AR pada *handheld*. ARToolKitPlus mempunyai kelebihan dibandingkan dengan ARToolKit antara lain: pemakaian memori yang lebih efisien; penggunaan lebih dari satu *tracker* dalam sekali proses; dan digunakannya metoda *digital encoding*. ARToolKitPlus menerapkan penggunaan *threshol* (batas warna pixel antara hitam dan putih) secara otomatis sehingga pengaruh pencahayaan dapat diredam. ARToolKitPlus mengimplementasikan algoritma *Robust Planar Pose* (RPP) yang menghasilkan *tracking* yang lebih stabil dibanding algoritma *pose estimation* yang digunakan ARToolKit.

4) Tangible User Interface

Tangible User Interface (TUI) merupakan konsep *user interface* yang dikemukakan oleh Hiroshi Iishi dan Brygg Ullmer dimana pengguna berinteraksi dengan informasi digital melalui benda yang secara fisik merupakan representasi dan kontrol untuk pengolahan informasi digital tersebut[20]. Jika dalam metoda konvensional informasi digital dimanipulasi menggunakan perantara *keyboard* dan *mouse* yang digunakan untuk memanipulasi tampilan pada perangkat output (*monitor*), TUI menghapus kesenjangan *input-output* tersebut. TUI

menitikberatkan pada gagasan mengenai representasi dan kendali (*control*), yakni manifestasi dari informasi dalam bentuk yang secara langsung dapat diterima oleh indera manusia.

5) *Vuforia*

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR. SDK. *Vuforia* juga tersedia untuk digabungkan dengan *Unity3D* adalah bernama *Vuforia AR Extension for Unity*. *Vuforia* merupakan SDK yang disediakan oleh *Qualcomm* untuk membantu para developer membuat aplikasi-aplikasi *Augmented Reality* (AR) di mobile phones (*iOS*, *Android*). Didalam *Vuforia* SDK memerlukan beberapa komponen penting agar dapat bekerja dengan baik. Komponen - komponen tersebut antara lain adalah (Rujianto dan Dhanar, 2014):

- a. Kamera, dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap frame ditangkap dan diteruskan secara efisien ke tracker.
- b. Image Converter, mengkonversi format kamera (misalnya YUV12) kedalam format yang dapat dideteksi oleh OpenGL (misalnya RGB565) dan untuk tracking (misalnya luminance).
- c. Tracker, mengandung algoritma computer vision yang dapat mendeteksi dan melacak objek dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi trackable baru, dan mengevaluasi virtual button. Hasilnya akan disimpan dalam state objek yang akan digunakan oleh video background renderer dan dapat diakses dari application code.
- d. Video Background Renderer, me-render gambar dari kamera yang tersimpan di dalam state object. Performa dari video background renderer sangat bergantung pada perangkat yang digunakan.
- e. Application Code, menginisialisasi semua komponen tersebut dan melakukan tiga prosesan penting dalam application code seperti Query state object pada target baru yang terdeteksi atau marker, Update logika aplikasi setiap input baru dimasukkan, Render grafis yang ditambahkan (augmented).
- f. Target Resources, dibuat menggunakan on-line Target Management System. Assets yang diunduh berisi sebuah konfigurasi xml - config.xml – yang memungkinkan developer untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam trackable dan binary file yang berisi database trackable.

6) *Unity 3D*

Unity Game Engine adalah *software* atau *Game engine* yang digunakan untuk membuat video Game berbasis dua atau tiga dimensi dan dapat digunakan secara gratis,

selain untuk membuat Game, Unity 3D juga dapat digunakan untuk membuat konten yang interaktif lainnya seperti, visual arsitektur dan real-time 3D animasi, selain sebagai Game engine Unity 3D juga dapat digunakan sebagai sebuah editor bagi Game yang sudah ada.

Unity 3D dibuat dengan menggunakan bahasa perogram C++, Unity 3D mendukung bahasa program lain seperti JavaScript, C#, dan Boo, Unity memiliki kemiripan dengan Game engine lainnya seperti, Blender Game engine, Virtools, Gamestudio, adapaun kelebihan dari Unity 3D, Unity dapat dioperasikan pada platform Windows dan Mac Os dan dapat menghasilkan Game untuk Windows, Mac, Linux, Wii, iPad, iPhone, google Android dan juga browser. Logo dari unity game engine dapat dilihat pada Gambar 2.4. Game Unity 3D juga mendukung dalam pembuatan Game untuk console Game Xbox 360 dan PlayStation. (Yulianto,2012)

7) *Marker*

Marker adalah sebuah penanda atau gambar yang dapat di deteksi oleh sistem komputer lewat gambaran video pada image processing, pengenalan pola dan teknik visi komputer. Sekali terdeteksi, maka akan didefinisikan skala yang tepat dan pose pada kamera. Pendekatan ini dinamakan marker based tracking, dan digunakan secara luas pada AR (Siltanen,2012).

8) *Android*

Android adalah sebuah kumpulan perangkat lunak untuk perangkat mobile yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi utama mobile. Android memiliki empat karakteristik sebagai berikut:

1. Terbuka

Android dibangun untuk benar-benar terbuka sehingga sebuah aplikasi dapat memanggil salah satu fungsi inti ponsel seperti membuat panggilan, mengirim pesan teks, menggunakan kamera, dan lain-lain. Android menggunakan sebuah mesin virtual yang dirancang khusus untuk mengoptimalkan sumber daya memori dan perangkat keras yang terdapat di dalam perangkat. Android merupakan open source, dapat secara bebas diperluas untuk memasukkan teknologi baru yang lebih maju pada saat teknologi tersebut muncul. Platform ini akan terus berkembang untuk membangun aplikasi mobile yang inovatif.

2. Semua aplikasi dibuat sama

Android tidak memberikan perbedaan terhadap aplikasi utama dari telepon dan aplikasi pihak ketiga (third-party application). Semua aplikasi dapat dibangun untuk memiliki akses yang sama terhadap kemampuan sebuah telepon dalam menyediakan layanan dan aplikasi yang luas terhadap para pengguna.

3. Memecahkan hambatan pada aplikasi

Android memecah hambatan untuk membangun aplikasi yang baru dan inovatif. Misalnya, pengembang dapat menggabungkan informasi yang diperoleh dari web dengan data pada ponsel seseorang seperti kontak pengguna, kalender, atau lokasi geografis.

4. Pengembangan aplikasi yang cepat dan mudah

Android menyediakan akses yang sangat luas kepada pengguna untuk menggunakan library yang diperlukan dan tools yang dapat digunakan untuk membangun aplikasi yang semakin baik. Android memiliki sekumpulan tools yang dapat digunakan sehingga membantu para pengembang dalam meningkatkan produktivitas pada saat membangun aplikasi yang dibuat.

Google Inc. sepenuhnya membangun Android dan menjadikannya bersifat terbuka (open source) sehingga para pengembang dapat menggunakan Android tanpa mengeluarkan biaya untuk lisensi dari Google dan dapat membangun Android tanpa adanya batasan-batasan. Android Software Development Kit (SDK) menyediakan alat dan Application Programming Interface (API) yang diperlukan untuk mulai mengembangkan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java.

9) *Blender*

Blender adalah rangkaian kreasi 3D yang gratis dan open source. Blender mendukung konsep 3D secara keseluruhan—modeling, rigging, animasi, simulasi, rendering, compositing, dan motion tracking, bahkan video editing dan pembuatan game. Pengguna yang telah mahir menggunakan API milik Blender yang ditujukan pada scripting python untuk menyesuaikan aplikasi ini dan menulis tools yang telah dikhususkan; biasanya semua ini dimuat pada fitur Blender versi selanjutnya. Blender sangat cocok bagi studio kecil dan perorangan yang mendapatkan untung dari konsep pemersatuannya dan proses pengembangan yang responsif.

Blender berjalan sama baiknya di platform komputer seperti Linux, Windows, dan Macintosh. Antarmukanya menggunakan OpenGL untuk memberikan pengalaman yang konsisten. Untuk mengkonfirmasi kesesuaiannya secara spesifik, daftar platforms yang mendukung memperlihatkan semuanya diuji secara berkala oleh tim pengembang.

Sebagai komunitas berbasis masyarakat dibawah naungan GNU General Public License (GPL), publik diberdayakan untuk membuat perubahan kecil dan besar untuk basis dari kode yang ada, yang membawa fitur baru, perbaikan bug yang responsif, dan penggunaan yang lebih baik. Blender tidak memiliki label harga, tetapi kamu bisa menginvestasikan, berpartisipasi, dan membantu untuk memutakhirkan alat kolaborasi yang kuat: Blender adalah software 3D.

D. Kemampuan Tilikan Ruang

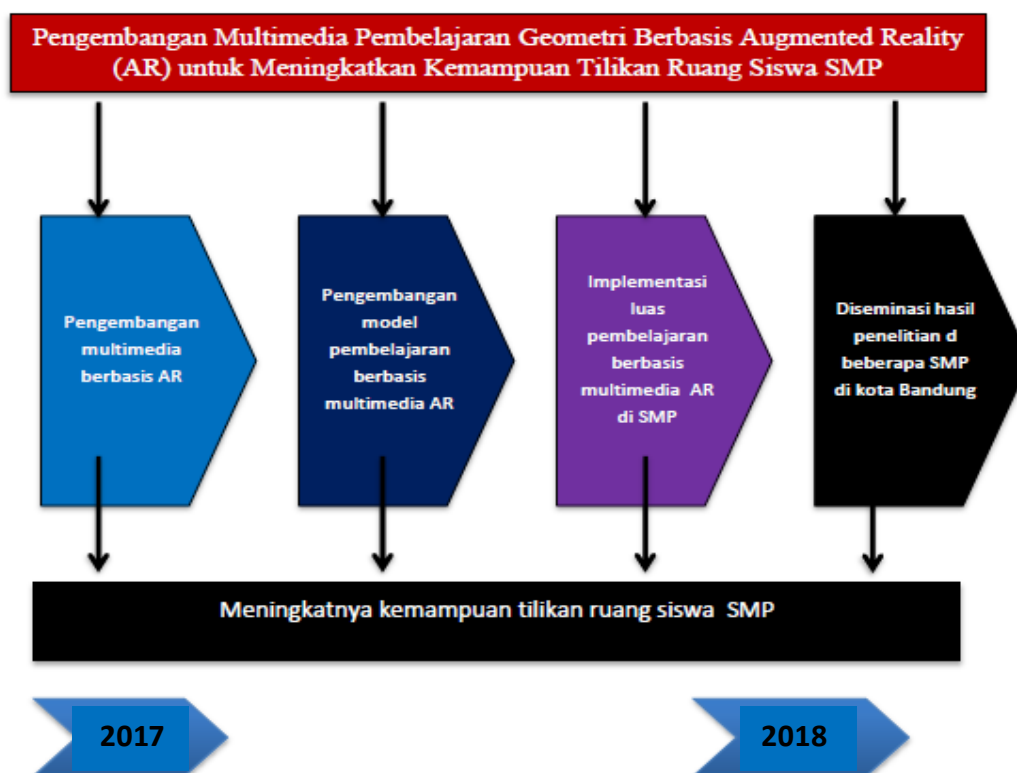
Tilik ruang adalah kemampuan pemahaman tingkat tinggi anak terhadap bangun-bangun ruang, apa yang mereka lihat dari bangun-bangun tersebut, dan apa pemberian namanya. Tilik ruang atau perkembangan pada ide-ide geometri dapat dinyatakan dalam tujuan seperti berikut: (a) Menyertakan berbagai karakteristik atau ciri-ciri dari bangun-bangun dalam kegiatan pengelompokan dan bangunan; (b) Menggunakan bahasa yang sesuai untuk mendeskripsikan geometri (sesuai dengan tingkat pemikiran anak); (c) Menunjukkan bukti penalaran geometris dalam memecahkan teka-teki, menjelajahi bentuk, menciptakan desain, dan menganalisis bentuk; (d) Kenali bentuk dalam lingkungan; dan (e) Memecahkan masalah tilik ruang

Diocese of Toledo Mathematics Course of Study (2010), menyatakan standar dari geometri dan tilik ruang, di mana siswa mampu mengidentifikasi, mengklasifikasi, membandingkan dan menganalisis karakteristik dari sifat-sifat dan hubunganhubungan pada bidang dan objek geometri dimensi satu, dua dan tiga. Siswa menggunakan penalaran ruang, sifat-sifat dari objek geometri, dan transformasi ke analisis situasi matematika dan memecahkan masalah. Berikut adalah indikator umum geometri dan tilik ruang pada Grade K, yaitu: (1) Mengidentifikasi dan menggambar bentuk geometris; misalnya lingkaran, persegi, persegi panjang, dan segitiga; (2) Cover gambar dua dimensi pada bidang datar menggunakan potongan kertas atau tangram; (3) Mengidentifikasi benda yang berbentuk padat; misalnya, silinder, kerucut, bola, prisma segiempat; (4) Membangun benda tiga dimensi menggunakan blok; (5) Membandingkan dan mengelompokkan bentuk-bentuk dua dimensi sesuai dengan atribut mereka, kemudian menjelaskan alasan untuk pengelompokan dan perbandingannya; (6) Nama, menjelaskan, dan menunjukkan posisi relatif benda sebagai: atas, bawah, di dalam, di luar, di samping, antara, tersebut di atas, tersebut di bawah, di atas, terbalik, di belakang, di depan; dan (7) Menyelidiki dan memprediksi hasil bentuk dua dimensi yang ditempatkan bersama dan diambil terpisah

Kemampuan visualisasi ruang geometri atau visualisasi ruang (*spatial visualization*) geometri merupakan kemampuan menginterpretasikan informasi yang melibatkan gambargambar yang relevan, dan kemampuan untuk memproses visual, melibatkan perhitungan transformasi visual yang relevan (Bishop, dalam Saragih, 2000). Beberapa pakar menyatakan tentang pengertian kemampuan visualisasi ruang diantaranya Tartre, Linn, dan Petersen (Pitalis, Mousoulides, dan Christou, 2006), mendefinisikan: 1). *Spatial visualization as the mental skills concerned with understanding, manipulating, reorganizing, and interpreting relationship visually* 2). *Spatial visualization as the process of representing,*

transforming, generating, and recaling symbolic, non-linguistic information. Kemampuan visualisasi ruang merupakan proses dan kegiatan berpikir yang terlihat baik melalui deskripsi verbal, analitik maupun sajian visual dalam rangka penyelesaian masalah. Selanjutnya Gree's (Saragih, 2000) menyatakan bahwa kemampuan tilikan ruang mencakup: 1). Spatial visualization (Vz), which involves "the ability to mentally manipulate, rotate, twist or invert a pictorially presented stimulus object; 2). Spatial orientation (SR-O) which "the comprehension of the arrangement of the element within visual stimulus pattern and aptitude to remain unconfused by the changing orientations in which a spatial configurations may be presented'. Beberapa pendapat (McGee; Burnett & Lane,; Elliot & Smith,; Pellegrino et al.,; Clements & Battista, dalam Olkun, 2003) menyatakan bahwa, Two major components of spatial visualization have been identified: spatial relations and spatial visualization. In standardized spatial ability tests, spatial relations tasks involve 2D and 3D rotations and cube comparisons. Spatial visualization is described as the ability to imagine rotations of objects or their parts in 3-D space.

E. Roadmap Penelitian



Gambar 2.5 Roadmap Penelitian

F. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah: Kemampuan tilikan ruang siswa SMP dengan menggunakan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang lebih meningkat daripada yang tidak menggunakan media pembelajaran AR.

BAB 3

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Bagaimana mengembangkan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang untuk meningkatkan kemampuan tilikan ruang siswa SMP?
2. Apakah terdapat peningkatan kemampuan tilikan ruang siswa SMP dengan menggunakan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang?
3. Bagaimana tanggapan/ respon siswa SMP dengan penggunaan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang?

B. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini penting untuk dilakukan, karena kemampuan tilikan ruang merupakan kemampuan dasar dalam mempelajari matematika terutama untuk diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Karena matematika/geometri memiliki sifat spiral, dimana konsep yang satu berkaitan dengan konsep berikutnya dengan cakupan yang sangat luas, maka kemampuan berhitung sangat diperlukan oleh siswa untuk dapat mempelajari dan memahami konsep matematika pada jenjang selanjutnya.
3. Tuntutan hasil belajar matematika dalam UN yang merupakan syarat kelulusan siswa, sehingga kemampuan siswa dalam matematika harus terus ditingkatkan.
4. Pengembangan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang, terutama media pembelajaran untuk pelajaran yang sulit seperti matematika harus terus dilakukan, agar proses belajar matematika bisa lebih menyenangkan, siswa dapat dengan cepat memahami materi yang diberikan, juga diharapkan diperolehnya model mengajar yang efektif, karena siswa bisa belajar geometri/matematika sambil bermain, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan motivasi belajar matematika siswa di kemudian hari.

BAB 4

METODE PENELITIAN

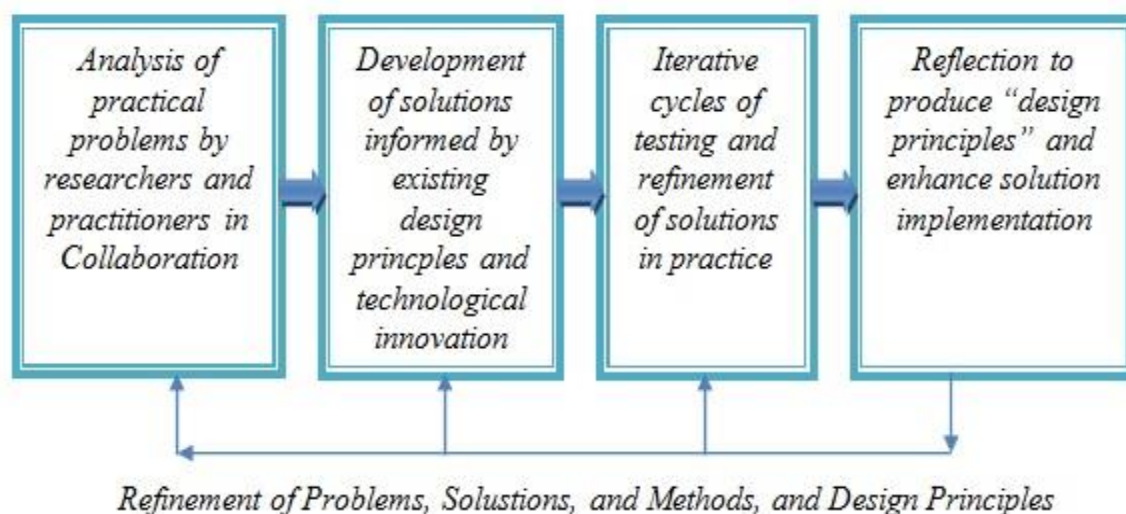
A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan selama kurang lebih 8 bulan pada tahun 2017 di UPI untuk pengembangan multimedia-nya dan di SMP Negeri 12 dan SMPN 15 Kota Bandung untuk ujicoba penerapan multimedia kepada siswa SMP.

B. Metode Penelitian

Design based research memerlukan kolaborasi jangka panjang yang intensif dengan melibatkan peneliti dan praktisi. *Design based research* mengintegrasikan pengembangan solusi untuk masalah praktis dalam lingkungan belajar dengan mengidentifikasi prinsip-prinsip desain itu sendiri.

Langkah-langkah penelitian *Design based research* menurut Reeves (dalam Herrington, McKenney, et al, 2007) sebagai berikut:



Gambar 4.1 Langkah-langkah *Design Based Research*

Langkah-langkah pada bagan tersebut dijabarkan lebih lanjut, sebagai berikut:

1. *Analysis of practical problems by researchers and practitioners in collaboration*

Pada langkah ini dilakukan identifikasi dan eksplorasi masalah yang akan diteliti untuk dijadikan tujuan penelitian.

2. *Development of solutions informed by existing design principles and technological innovations.*

Pada langkah ini dilakukan pengembangan solusi oleh prinsip-prinsip desain yang sudah ada dan inovasi teknologi. Pada bagian ini diringkas masalah yang akan diselidiki dan tempat landasan teoritis serta menjelaskan solusi yang akan diajukan.

3. *Iterative cycles of testing and refinement of solutions in practice* (Siklus berulang pengujian dan penyempurnaan dari solusi melalui praktik)

Setelah desain intervensi dirancang dan dikembangkan, tahap berikutnya meliputi pelaksanaan *design based research* dan evaluasi dari solusi yang diujikan melalui praktik. Sifat berulang pada *design based research*, artinya satu kali implementasi tidak cukup untuk mengumpulkan bukti tentang keberhasilan intervensi dan pengaruhnya pada situasi masalah. Sebuah studi *design based research* akan memiliki dua atau lebih siklus, dimana setelah implementasi dan evaluasi tiap siklus menimbulkan perubahan yang dibuat untuk lebih meningkatkan kualitas desain dan untuk mengatasi masalah penelitian.

Siklus pengumpulan data dan analisis tidak dapat dijelaskan secara detail dalam perencanaan, tetapi proses pengumpulan data, analisis, perbaikan lebih lanjut, dan pelaksanaan dari intervensi harus dijelaskan sebagai suatu metode pada penelitian *design based research*.

4. *Reflection to produce “design principles” and enhance solution implementation* (Refleksi untuk menghasilkan “prinsip-prinsip desain” dan meningkatkan pelaksanaan solusi)

Design based research menunjukkan output baik dalam bentuk pengetahuan maupun produk. Hal yang berbeda dari *design based research* dari pendekatan penelitian yang lain adalah mengambil bentuk desain prinsip, yakni heuristik berbasis bukti yang dapat menginformasikan keputusan pengembangan dan implementasi di masa yang akan datang. Prinsip-prinsip desain mengandung pengetahuan substantif, prosedural, komprehensif, dan akurat sebagai penggambaran prosedur, hasil, dan konteks, sehingga pembaca dapat menentukan pengetahuan yang mungkin relevan dan spesifik dengan kebutuhannya. Dengan kata lain, generalisasi dari temuan *design based research* agak terbatas.

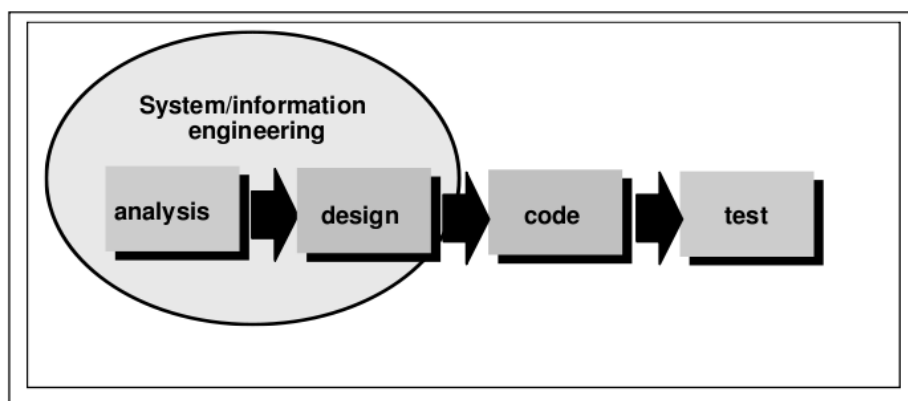
Sebagai bagian dari desain, tujuan penelitian *design based research* tentunya dominan dalam pengembangan teknologi pendidikan dan harus memecahkan permasalahan dalam mengajar atau belajar. Untuk itu, pada *design based research*, produk dari desain dipandang sebagai output utama.

C. Pengembangan Media *Augmented Reality*

Suatu media yang dikembangkan harus memenuhi beberapa kriteria. Thorn dalam Munir (2009:219-220) mengajukan enam kriteria untuk menilai media, yaitu :

1. Kriteria penilaian pertama adalah kemudahan navigasi. Sebuah media harus dirancang sesederhana mungkin sehingga siswa dapat memperlajarinya tanpa harus dengan pengetahuan yang kompleks tentang media.
2. Kriteria kedua adalah kandungan kognisi. Dalam arti adanya kandungan pengetahuan yang jelas.
3. Kriteria ketiga adalah presentasi informasi, yang digunakan untuk menilai isi dan program media interaktif itu sendiri
4. Kriteria keempat adalah integrasi media, dimana media harus mengintegrasikan aspek pengetahuan dan keterampilan.
5. Kriteria kelima adalah artistik dan estetika. Untuk menarik minat belajar, maka program harus mempunyai tampilan yang menarik dan estetika yang baik.
6. Kriteria penilaian yang terakhir adalah fungsi secara keseluruhan, dengan kata lain program yang dikembangkan harus memberikan pembelajaran yang diinginkan oleh peserta belajar.

Langkah pengembangan media AR mengikuti langkah pengembangan perangkat lunak berikut:



Gambar 4.2 Langkah Pengembangan Media AR

Berikut adalah penjelasan dari tahap-tahap yang dilakukan di dalam model ini menurut Pressman:

1. System/Information Engineering and Modeling
Permodelan ini diawali dengan mencari kebutuhan dari keseluruhan sistem yang akan diaplikasikan ke dalam bentuk software. Hal ini sangat penting, mengingat software

harus dapat berinteraksi dengan elemen-elemen yang lain seperti hardware, databade, dsb. Tahap ini sering disebut dengan Project Definition.

2. Software Requirements Analysis

Proses pencarian kebutuhan diintensifkan dan difokuskan pada software. Untuk mengetahui sifat dari program yang akan dibuat, maka para software engineer harus mengerti tentang domain informasi dari software, misalnya fungsi yang dibutuhkan, user interface, dsb. Dari 2 aktivitas tersebut harus didokumentasikan dan ditunjukkan kepada pelanggan.

3. Design

Proses ini digunakan untuk mengubah kebutuhan-kebutuhan diatas menjadi representasi ke dalam bentuk “blueprint” software sebelum coding dimulai. Desain harus dapat mengimplementasikan kebutuhan yang telah disebutkan pada tahap sebelumnya. Seperti 2 aktivitas sebelumnya, makan proses ini juga harus didokumentasikan sebagai konfigurasi dari software.

4. Coding

Untuk dapat dimengerti oleh mesin, dalam hal ini adalah computer, maka desai tadi arus diubah bentuknya menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh mesin, yaitu ke dalam Bahasa pemrograman melalui proses coding. Tahap ini merupakan implementasi dari tahap design yang secara teknis nantinya dikerjakan oleh programmer.

5. Testing / Verification

Sesuatu yang dibuat haruslan diujicobakan. Demikian juga dengan software. Semua fungsi-fungsi software harus diujicobakan, agar software bebas dari error, dan hasilnya harus benar-benar sesuai dengan kebutuhan yang sudah didefinisikan sebelumnya.

6. Maintenance

Pemeliharaan suatu sofrware diperlukan, termasuk di dalamnya adalah pengembangan, Karena software yang dibuat tidak selamanya hanya seperti itu. Ketika dijalankan mungkinsaja masih ada errors kecil yang tidak ditemukan sebelumnya, atau ada penambahan fitur-fitur yang belum ada pada software tersebut. Pengembangan diperlukan ketika adanya perubahan dari eksternal perusahaan seperti ketika ada pergantian system operasi, atau perangkat lainnya.

D. Tahap Uji Coba

Penujian dilakuakn oleh pengguna , ahli media, dan ahli materi untuk mengetahui kelayakan aplikasi yang telah dikembangkan serta tanggapan dan penilaian

pengguna setelah menggunakan media. Dari hasil tersebut dapat diketahui apakah media telah layak untuk digunakan.

E. Tahap Perbaikan Produk Akhir

Setelah tahap uji coba selesai diperlukan untuk perbaikan dan penghalusan aplikasi agar lebih sempurna.

Setelah pengembangan multimedia dan pengujian dilanjutkan ujicoba terbatas dengan desain penelitian seperti Tabel 4.1

Tabel 4.1
One Group Pretest-Posttest Design

Kelompok	Pretest	Treatment	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂

Keterangan :

O₁ = pretest

O₂ = posttest

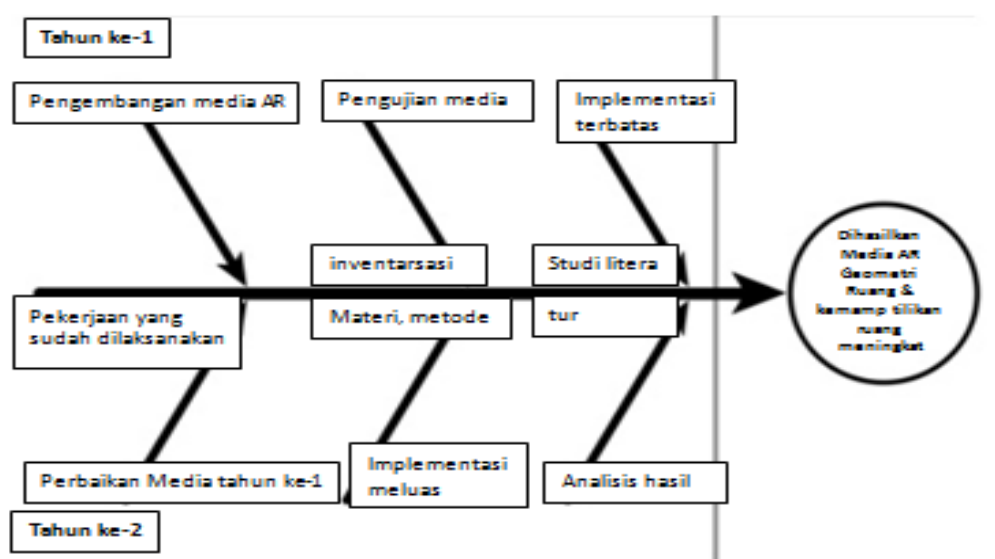
X = Pembelajaran dengan media pembelajaran *augmented reality* geometri ruang

F. Subjek Penelitian

Yang menjadi subjek penelitian ini adalah seluruh siswa SMP N 12 dan 15 Kota Bandung.

G. Bagan Alur Penelitian

Bagan alur penelitian yang akan dilakukan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Bagan Alur penelitian

H. Pengembangan Instrumen Penelitian

Untuk mendapatkan data yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan maka dibutuhkan beberapa instrumen penelitian yaitu tes dan non-tes. Tes memiliki sifat mengukur, sedangkan non-tes memiliki sifat menghimpun (Zainal, 2011). Tes yang di dalamnya terdapat berbagai pertanyaan, pernyataan atau serangkaian tugas yang harus dikerjakan atau dijawab oleh responden. Jenis tes yang akan diberikan kepada responden adalah tes kemampuan yang tertulis yaitu tes objektif (*objective*) dan tes essay. Tes kemampuan ini dipergunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa dalam mengaplikasikan konsep.

Instrumen penelitian non-tes yang akan dilakukan pada penelitian ini berupa angket (*questioner*). Menurut Zainal (2011), angket adalah instrumen penelitian yang berisi serangkaian pertanyaan atau pernyataan untuk menjaring data atau informasi yang harus dijawab responden secara bebas sesuai dengan pendapatnya.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner untuk menguji media *augmented reality* dan soal tes (pre test dan post test). Teknik pengumpulan data dari masing-masing instrumen dalam penelitian akan dijabarkan sebagai berikut :

a. Soal Tes

Bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan tilikan ruang siswa, data dapat diketahui melalui nilai-nilai dan penskoran. Pre-tes dilakukan sebelum pelaksanaan pembelajaran dengan implementasi *media augmented reality* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya untuk hasil pembelajaran diperoleh dengan cara memberikan postes kepada siswa setelah adanya pembelajaran.

b. Angket

Angket merupakan instrumen yang diberikan baik kepada ahli materi untuk menguji apakah materi yang akan dimunculkan dalam media AR geometri sudah memenuhi standar minimal materi geometri untuk SMP, diberikan kepada ahli media untuk menguji apakah media AR yang dikembangkan sudah baik dan layak digunakan dalam pembelajaran geometri di SMP setara kepada siswa untuk mengetahui respon mengenai penerapan *media augmented reality* dalam perkuliahan. Angket yang dikembangkan menggunakan skala Likert dengan 5 pilihan, yaitu Sangat Stuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (R), Tidak Stuju (TS) dan Sangat Tidak stuju (STS). Berikut angket yang dipakai.

b1. Kuisisioner Implementasi media *augmented reality*

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		SS	S	R	TS	STS
1	Tampilan <i>media augmented reality</i> mudah untuk difahami					
2	Huruf yang digunakan mudah terbaca dan difahami					
3	Tampilan <i>media augmented reality</i> nyaman dan tidak membosankan					
4	Tata letak tombol navigasi mudah difahami dan digunakan					
5	Perpindahan antar menu mudah dan tidak rumit					
6	Setiap menu mudah digunakan dan dimengerti					
7	Tampilan mudah untuk dipahami					
8	Setiap menu, tombol, dan link berjalan sesuai dengan fungsinya					
9	Respon terhadap kesalahan input login, chat, dan form mudah untuk difahami					
10	<i>media augmented reality</i> yang dikembangkan dapat membantu penyusunan jadwal KBM di sekolah					
11	<i>media augmented reality</i> yang dikembangkan, dapat mempermudah pemahaman materi kuliah					
12	<i>media augmented reality</i> yang dikembangkan sesuai yang dibutuhkan					
13	Saya merasa <i>media augmented reality</i> ini lebih mudah daripada metode manual					
14	Saya tidak mengalami kesulitan ketika menggunakan <i>media augmented reality</i> ini					
15	Saya bersedia menggunakan <i>media augmented reality</i> ini dalam perkuliahan					

b2. Kuisisioner Validasi Ahli Materi

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		SS	S	C	TS	TSS
1	<u>Aspek Umum</u> Tampilan <i>media augmented reality</i> mudah dipahami dan tidak membingungkan.					
2	Bahasa maupun istilah yang digunakan baik, jelas, dan mudah.					
3	Fitur-fitur yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.					
4	Pengaksesan dan penggunaan setiap fitur mudah dan tidak rumit.					
5	Tampilan yang dibuat mudah dipahami					
6	<u>Aspek Subtansi Materi</u> Materi yang disajikan didalam <i>media augmented</i>					

	<i>reality</i> ini relevan dengan kebutuhan pengguna.					
7	<i>media augmented reality</i> sudah melingkupi semua aspek kebutuhan perkuliahan.					
8	<i>media augmented reality</i> fleksibel dan dapat digunakan oleh pengguna yang memiliki latar belakang yang beragam.					
9	Penggunaan <i>media augmented reality</i> dapat mengefisienkan waktu yang dibutuhkan untuk mehamai materi					
10	<i>media augmented reality</i> ini dapat memeberikan kemudahan kepada mahasiswa					
11	Tampilan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.					
12	Tampilan yang dihasilkan mudah dimanipulasi dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.					
13	Karakteristik <i>media augmented reality</i> sesuai dengan karakteristik pengguna.					
14	<i>media augmented reality</i> dapat digunakan secara luas.					
15	<i>media augmented reality</i> cukup efektif dan efisien dalam membantu pengguna untuk memudahkan mempelajari materi kuliah					

b3. Kuisisioner Validasi Ahli Sistem Informasi

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		SS	S	C	TS	TSS
1	<u>Aspek Umum</u> Tampilan <i>media augmented reality</i> mudah dipahami dan tidak membingungkan.					
2	Bahasa maupun istilah yang digunakan baik, jelas, dan mudah difahami.					
3	Fitur-fitur yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.					
4	Pengaksesan dan penggunaan setiap fitur mudah dan tidak rumit.					
5	Tampilan yang dihasilkan mudah difahami					
6	<u>Aspek Sistem Informasi dan RPL</u> <i>media augmented reality</i> yang dikembangkan dapat mengakomodir kebutuhan pengguna.					
7	<i>media augmented reality</i> cukup andal (<i>reliabel</i>) dan dapat mengatasi masalah perkuliahan.					
8	Desain antarmuka pengguna, dan pilihan huruf tergolong jelas dan mudah dimengerti pengguna.					
9	Respon yang diberikan <i>media augmented reality</i> mudah untuk difahami					
10	<i>media augmented reality</i> mudah untuk dioperasikan.					
11	<i>media augmented reality</i> mampu membantu					

	mahasiswa belajar dengan baik.					
12	<i>media augmented reality</i> mampu menghasilkan tampilan yang memenuhi kebutuhan pengguna.					
13	<i>media augmented reality</i> dapat dipelihara dengan mudah.					
14	<i>media augmented reality</i> dapat digunakan secara luas.					
15	<i>media augmented reality</i> cukup efektif dan efisien dalam membantu mahasiswa dalam kuliah.					

Instrumen angket untuk respon siswa mengikuti indikator berikut.

Tabel 4.2 Instrumen Respon Siswa terhadap Media AR Geometri

Aspek Penilaian	Kriteria
Aspek Perangkat Lunak	<i>Usabilitas</i> 1. Aplikasi mudah digunakan tanpa kesulitan. 2. Aplikasi nyaman digunakan
	<i>Reliabilitas</i> 1. Aplikasi tidak lamban selama digunakan. 2. Aplikasi tidak mengalami eror saat digunakan.
	<i>Kompatibilitas</i> 1. Aplikasi dapat digunakan <i>smartphone</i> lain 2. Aplikasi dapat diinstalasi <i>smartphone</i> lain
Aspek Pembelajaran	<i>Interaktivitas</i> 1. Aplikasi merespon segala yang diperintah pengguna 2. Respon dalam Aplikasi mudah dipahami 3. Respon dalam Aplikasi membantu menyampaikan materi pembelajaran dengan baik
	<i>Motivasi</i> 1. Aplikasi memberikan suasana baru dalam belajar 2. Aplikasi menambah semangat dalam belajar
	<i>Kesesuaian Bidang Studi</i> 1. Aplikasi menambah pengetahuan 2. Aplikasi sesuai dengan bahan materi geometri
Aspek Komunikasi Visual	<i>Visual</i> 1. Aplikasi disajikan dengan menarik 2. jenis huruf yang digunakan Aplikasi terbaca dengan jelas
	<i>Layout</i> 1. Tombol navigasi Aplikasi mudah dipahami 2. Tombol navigasi Aplikasi menarik

I. Data dan Teknik Pengumpulan

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif.

1. Data Kuantitatif

Data kuantitatif yang diperoleh dari penelitian ini adalah skor tes siswa. Skor tes terdiri dari skor tes awal dan tes akhir yaitu tes untuk mengetahui perbedaan kemampuan tilikan ruang siswa.

2. Data Kualitatif

Data kualitatif dalam penelitian ini meliputi :

Aktivitas siswa dan guru selama proses pembelajaran dengan menerapkan pembelajaran berbantuan media augmented reality. Data ini diperoleh melalui observasi dengan alat pengumpul data berupa lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran.

J. Teknik Analisis Data

Analisis data penelitian merupakan langkah yang sangat penting dalam kegiatan penelitian. Analisis data pada penelitian ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan dalam rangka merumuskan kesimpulan. Analisis data yang benar dan tepat akan menghasilkan kesimpulan yang benar. Adapun prosedur analisis dari setiap data adalah sebagai berikut :

1. Analisi Data Hasil Tes

a. Penskoran

Pemberian skor untuk soal pilihan ganda ditentukan berdasarkan metode *Rights Only*, yaitu jawaban benar diberi satu dan jawaban salah satu butir soal yang tidak dijawab diberi skor nol. Skor setiap siswa ditentukan dengan menghitung jumlah jawaban yang benar, berikut rumus yang digunakan untuk menghitung pemberian skor:

$$S = \sum R , \quad (4.1)$$

(Munaf, 2001)

Keterangan :

S = skor siswa

R = jawaban siswa yang benar

Total skor maksimal untuk pretes adalah 100

2. Menghitung selisih antara skor post-test dan skor pre-test

Menghitung rata-rata hitung

Setelah data skor pretes dan postes diperoleh, kemudian dihitung rata-rata masing-masing data skor pretes dan postes tersebut dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X = \frac{\sum x_i}{n} \quad (4.2)$$

(Sudjana, 1996:67)

Keterangan :

X = rata-rata
 $\sum x_i$ = jumlah total nilai data
 n = jumlah sampel

Menentukan simpangan baku dengan menggunakan rumus berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4.3)$$

Keterangan :

s = simpangan baku
 n = jumlah sampel
 $\sum(x_i - \bar{x})^2$ = jumlah kuadrat nilai data dikurangi rata-rata

3. Hasil tes Kognitif siswa

Data yang di peroleh dari penelitian melalui pretes dan postes yang merupakan hasil pengukuran aspek kognitif yang berupa skor total. Pretes dilakukan untuk mengukur kemampuan awal siswa masing-masing sebelum proses pembelajaran dilakukan. Sedangkan postet digunakan untuk melihat sejauh mana kemampuan berhitung yang dimiliki oleh siswa, kemudian data ini juga digunakan untuk mengukur peningkatan kemampuan berhitung siswa dengan cara menentukan *gain* atau selisih pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Selain itu juga analisis terhadap data hasil tes akhir dilakukan untuk melihat kemampuan berhitung dari pembelajaran yang dilakukan dengan cara menghitung dan menentukan rata-rata persentase siswa yang menjawab benar dari soal yang disajikan. Kemudian dari hasil pretes dan postet masing-masing kelas baik itu kelompok eksperimen ataupun kelompok kontrol dilakukan serangkaian uji statistika. Kemudian membandingkan rata-rata *gain* ternormalisasi dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol untuk melihat peningkatan kemampuan berhitung sebelum dan sesudah implementasi metode resitasi berbasis *Multimedia interaktif*.

Gain ternormalisasi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\langle g \rangle = \frac{S_{postest} - S_{pretest}}{S_{max} - S_{pretest}} \quad (4.4)$$

Keterangan :

$\langle g \rangle$ = skor *gain* ternormalisasi

S_{postes} = skor postes

S_{pretes} = skor pretes

S_{max} = skor maksimum ideal

Besar *gain* yang ternormalisasi ini diinterpretasikan untuk menyatakan kriteria peningkatan kemampuan berhitung dengan kriteria yang diadopsi dari Richard R. Hake (1999) sebagai berikut :

Tabel. 4.3 Kriteria Peningkatan Kemampuan Tilikan Ruang

Rentang Nilai	Klasifikasi
0,71 – 1,00	Tinggi
0,41 – 0,70	Sedang
0,01 – 0,40	Rendah

Setiap skor *gain* yang diperoleh kemudian dianalisis peningkatannya. Dan untuk melihat peningkatan kemampuan berhitung, dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Melakukan uji hipotesis untuk mengetahui apakah data tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Data-data yang diuji adalah data pretes kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, postes kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, serta *gain* kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Uji normalitas ini menggunakan uji yaitu *Kolmogorov-Smirnov* karena sampel berukuran kurang dari 50. Pedoman pengambilan keputusan dengan mengambil nilai taraf signifikan 5% adalah sebagai berikut :
 - Nilai signifikansi (sig) < 0,05, distribusi tidak normal
 - Nilai signifikansi (sig) \geq 0,05, distribusi normal (Wijaya, 2000: 13)
- b. Jika kedua kelompok berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji *Levene* untuk menguji homogenitas varians dengan mengambil taraf signifikan 5% pada program *SPSS 16.0 for windows*. Kriteria pengujian adalah sebagai berikut:

- Nilai Signifikan ($\text{sig}) \geq \alpha = \text{Varians setiap sampel sama (Homogen)}$
 - Nilai Signifikan ($\text{sig}) < \alpha = \text{Varians setiap sampel tidak sama (Tidak Homogen)}$
- c. Setelah normalitas dan homogenitas dipenuhi, selanjutnya dilakukan uji t dengan uji statistik *Independent Sampel t Test*. Untuk uji kesamaan dua rata-rata (uji dua pihak) pada *gain* ternormalisasi dengan kriteria sebagai berikut :
- Nilai signifikasi ($\text{sig}) \geq \frac{1}{2} \alpha = H_0$ diterima
 - Nilai signifikasi ($\text{sig}) < \frac{1}{2} \alpha = H_0$ ditolak

Hipotesis yang diuji adalah:

“kemampuan tilikan ruang siswa dengan menggunakan media *augmented reality* lebih baik daripada siswa yang dalam pembelajarannya menggunakan metode konvensional.”

- d. Jika data berdistribusi normal dan tidak homogen, maka digunakan uji t dengan statistik *Independent Sampel t Test (Equal variances not assumed)*.
- e. Jika data tersebut berdistribusi normal atau salah satu dari kedua data tersebut tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, maka untuk menghitung kesamaan dua rata-rata digunakan uji statistik non-parametrik *Mann-Whitney*. Sebagai media bantu, oenguji statistik pada penelitian ini menggunakan program *SPSS 16.0 for windows*.

4. Analisis data angket

Kuesioner (angket) merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang efisien bila peneliti tahu dengan pasti variable yang akan diukur dan tahu apa yang bisa diharapkan dari responden.

Dengan melakukan penyebaran angket kepada siswa, peneliti ingin melihat respon siswa terhadap perlakuan yang diberikan oleh peneliti menggunakan media *augmented reality*.

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung presentase angket tersebut adalah

$$P = \frac{f}{n} \times 100\% \quad (4.5)$$

Keterangan :

- P = persentase jawaban
 f = frekuensi jawaban
 n = banyaknya responden

Alternatif jawaban yang tersedia dibuat skala likert yang terdiri dari SS (sangat setuju), S (setuju), TS (tidak setuju) dan STS (sangat tidak setuju). Menurut Sugiyono (2010), angket dipresentasikan sebagai berikut :

1) Menghitung jumlah skor kriterium

Skor kriterium merupakan skor jika setiap butir mendapatkan skor tertinggi

$$\boxed{\text{Skor tertinggi} \times \text{jumlah responden} \times \text{jumlah butir soal}} \quad (4.6)$$

2) Menghitung jumlah skor hasil pengumpulan data

Skor-skor yang diperoleh dari responden, ditabulasikan dalam Tabel. dan dihitung jumlah keseluruhan skor data kuantitatif dari yang dipilih seluruh responden.

- Untuk pertanyaan bersifat positif

$$(SS) = 5 \quad (S) = 4 \quad (TS) = 2 \quad (STS) = 1$$

- Untuk pertanyaan bersifat negatif

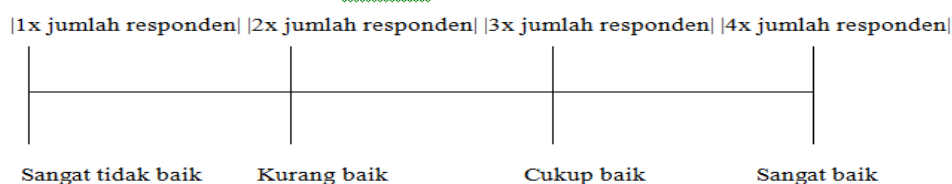
$$(SS) = 5 \quad (S) = 4 \quad (TS) = 2 \quad (STS) = 1$$

3) Menentukan kategori/interpretasi data

Setelah diketahui skor kriterium dan jumlah skor hasil pengumpulan data, dihitung skor kualitas dengan cara :

$$\frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor kriterium}} \times 100\% \quad (4.7)$$

Sehingga diketahui presentase dari kriteria yang ditetapkan. Secara kontinu dapat dibuat kategori dengan interval sebagai berikut :



Gambar 4.3 Interval Interpretasi Kategori Perolehan Angket

5. Hasil Observasi

Observasi terhadap aktivitas guru selama pembelajaran dan observasi terhadap aktifitas siswa selama pembelajaran berlangsung diamati oleh observer kemudian dideskripsikan. Data

hasil lembar observasi akan disajikan dalam bentuk Tabel. untuk melihat apakah penggunaan multimedia interaktif sudah diterapkan pada pembelajaran berhitung yang dilaksanakan di kelompok eksperimen.

BAB 5

HASIL DAN LUARAN DICAPAI

A. Pengembangan *Media Augmented Reality*

Langkah-langkah yang telah dilakukan dalam pengembangan media *augmented reality* meliputi: analisis kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras, perencanaan, pengembangan, dan pengujian.

1. Tahap Analisis

Dalam menganalisis pengembangan media, peneliti melakukan studi pendahuluan berupa studi eksploratif dan studi literatur. Studi eksploratif dilaksanakan dengan menggunakan teknik *browsing*, yaitu pencarian untuk mendapatkan informasi mengenai kemampuan *tilikan ruang* siswa, media *augmented reality*, penggunaan media dalam pembelajaran geometri, termasuk metode pembelajaran yang digunakannya.

Sementara studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan tulisan baik berupa jurnal, buku, maupun artikel yang berkaitan dengan media *augmented reality* yang dapat dipakai dalam pembelajaran matematika umumnya, khususnya dalam geometri.

a. Studi Eksploratif

Kemampuan *tilikan ruang* merupakan kemampuan yang tak bisa dilepaskan dari kehidupan sehari-hari. Kemampuan ini merupakan dasar bagi siswa untuk dapat mempelajari geometri/matematika selanjutnya. Melatih kemampuan *tilikan ruang* siswa dan cara-caranya memahami bentuk ruang tiga dimensi sejak dini merupakan kegiatan yang harus dilakukan agar kemampuan ini tertanam pada diri siswa cukup kuat.

Permasalahan yang seringkali muncul pada saat pembelajaran geometri adalah mereka seringkali kesulitan dalam mengingat cara menentukan diagonal dan sudut pandang geometris, apalagi ketika ada proses harus menghitung diagonal atau panjang sisi bidang atau bentuk tertentu dibagian belakang bidang/ruang tertentu siswa sering mengalami banyak kesulitan, sehingga diperlukan cara yang lebih praktis dalam memahami kemampuan ini.

Proses pembelajaran geometri dilakukan secara bertahap, mulai pengenalan titik, garis, bidang, sampai ruang. Dari bentuk sederhana sampai dengan bangun yang lebih sulit.

Pada saat pembelajaran dengan cara manual/konvensional siswa banyak yang merasa kesulitan dalam memahami bangun geometri. Hal ini dikarenakan geometri masih

merupakan hal yang sulit untuk cepat dipahami bagi mereka. Tak jarang baru sedikit memahami geometri siswa sudah merasa bosan. Oleh karena itu, sesekali pembelajaran harus dilakukan dengan lebih menyenangkan dan tidak membuat bosan. Sampai sejauh ini pemanfaatan media, khususnya media *augmented reality* yang menggunakan komputer sebagai alternatif media pembelajaran dalam geometri masih terbatas. Padahal siswa sudah mengenal komputer meski hanya untuk bermain *games*. Multimedia yang interaktif akan menarik siswa untuk belajar geometri.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengeksplorasi teori-teori tentang media *augmented reality* dan cara pengembangannya, kemampuan geometri, dan hal lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

c. Analisis Pengguna

Pengguna pada media *augmented reality* pembelajaran geometri ini adalah anak Sekolah Menengah Pertama (SMP) dimana perkembangan mentalnya masih dalam tahap transisi dari berpikir secara konkrit ke berpikir secara abstrak. Oleh karena itu dalam mengajar diperlukan media yang dapat memfasilitasi perkembangan mentalnya.

d. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam pengembangan media *augmented reality* pembelajaran geometri ini dibutuhkan beberapa perangkat lunak.

1) Adobe Flash CS3

Perangkat lunak utama yang digunakan dalam mengembangkan media *augmented reality* pembelajaran geometri ini adalah Adobe Flash CS3. Proses pembuatan animasi, pengkodean, dan eksekusi multimedia dilakukan menggunakan perangkat lunak ini.

2) Adobe Photoshop CS3

Perangkat lunak Adobe Photoshop CS3 ini digunakan untuk mendukung proses pembuatan gambar-gambar dalam media *augmented reality* pembelajaran geometri. Dimana gambar-gambar tersebut kemudian di-*import* ke dalam Adobe Flash CS3.

3) ToYcon

ToYcon merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk merubah file image menjadi bertipe *.ico*. Setelah dirubah tipenya, gambar tersebut dapat digunakan sebagai icon media *augmented reality* pembelajaran geometri.

4) Inno Setup Compiler

Perangkat lunak ini berfungsi untuk membuat media *augmented reality* pembelajaran geometri menjadi satu paket, sehingga mempermudah pengguna untuk melakukan proses instalasi di komputer lain.

5) Unitysetup32

Perangkat lunak ini untuk mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* berbasis android.

6) Vuforia-unity-6-2-10.unitypackage

Perangkat lunak ini untuk menghubungkan aplikasi yang dikembangkan dengan pembacaan marker.

e. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Selain perangkat lunak, dibutuhkan juga perangkat keras yang memadai agar multimedia dapat berjalan dengan baik. Berikut spesifikasi minimum untuk menjalankan media *augmented reality* pembelajaran geometri ini adalah seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Minimum

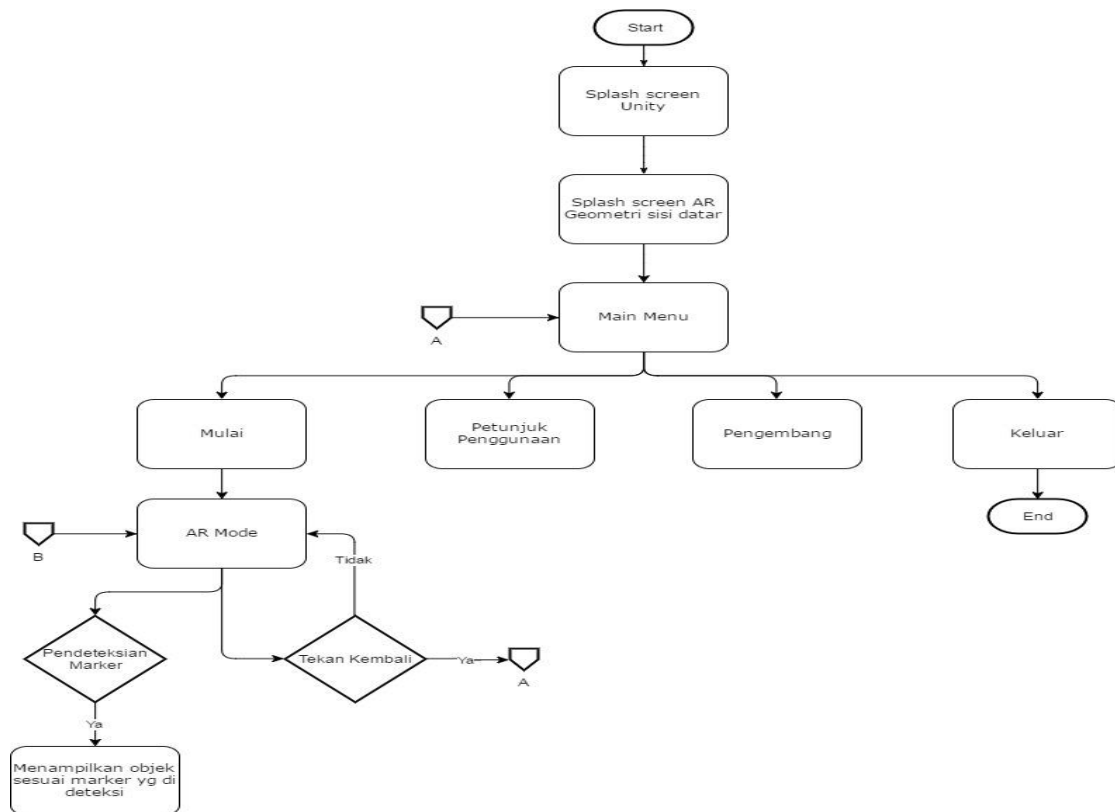
Prosesor	Pentium IV
RAM	1 GB
Hardisk	1 GB
Resolusi Monitor	102400

2. Tahap Desain

a. *Flowchart*

Flowchart merupakan sajian sistematis tentang proses dan logika dari kegiatan penanganan informasi atau penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur suatu program. Penulisan *flowchart* dalam penelitian ini menggunakan simbol-simbol standar.

Pada flowchart ini aplikasi diawali dengan tampilan utama media AR. Dengan pilihan menu mulai, petunjuk, dan tentang. Setelah itu pengguna dapat langsung mengarahkan kamera laptop atau HP ke marker yang ingin ditunjukkan. Proses ini bisa diurut sesuai dengan urutan materi, bisa juga diacak sesuai dengan kebutuhan siswa untuk mempelajari suatu materi tertentu.



Gambar 5.1 Flowchart Media Ar

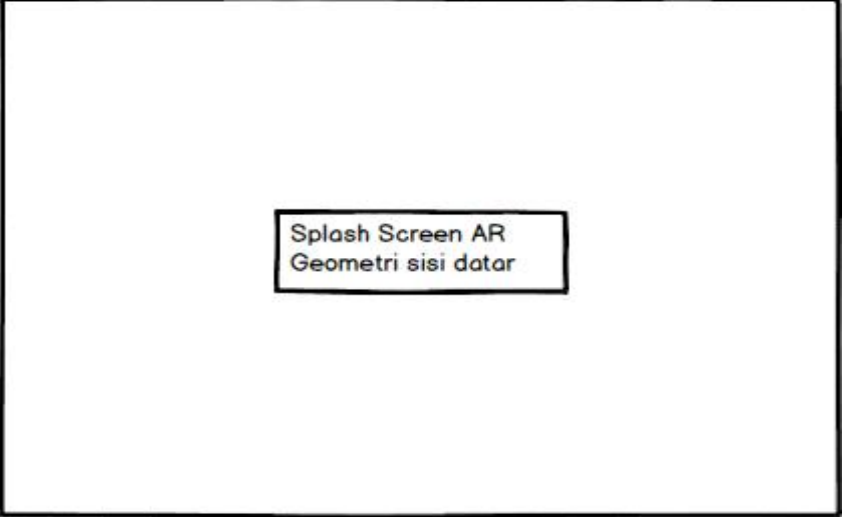
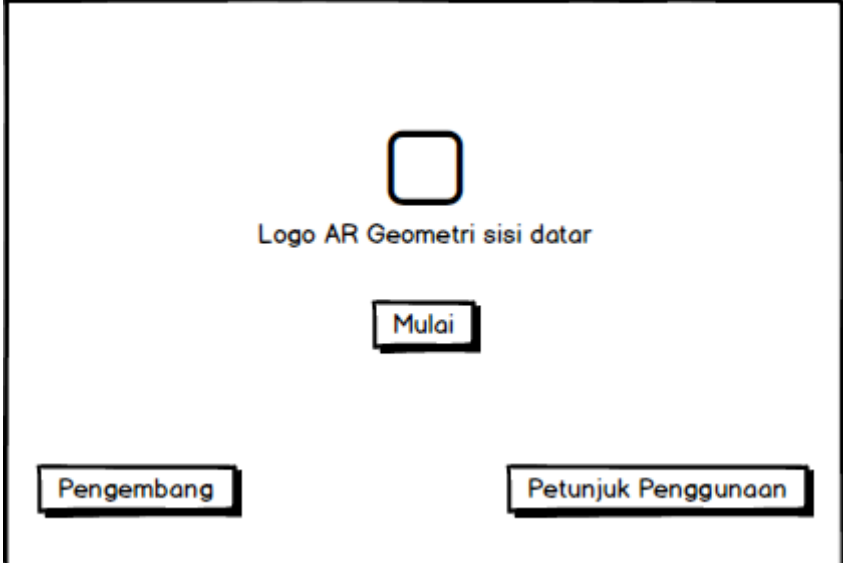

b. Storyboard

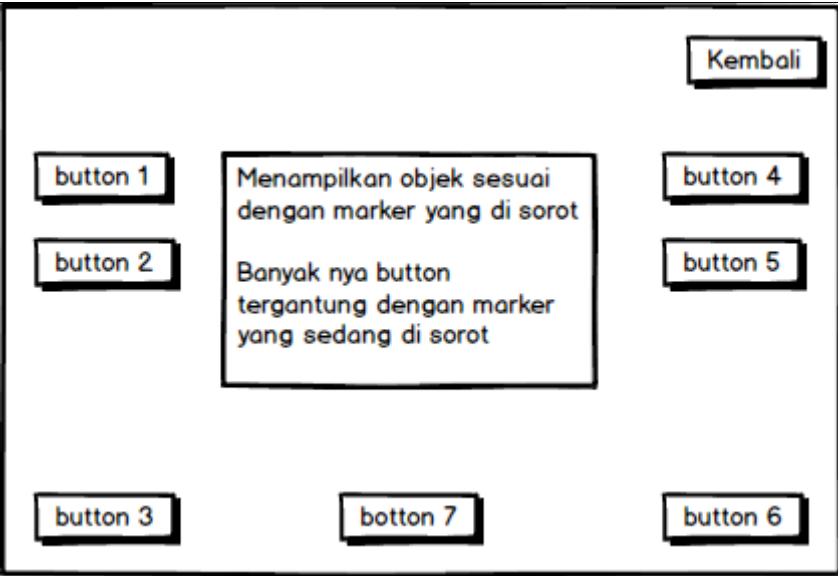
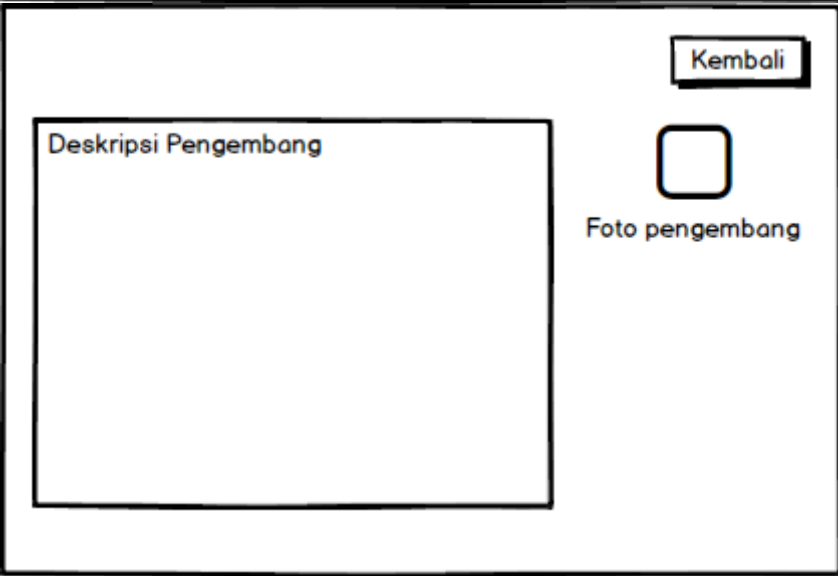
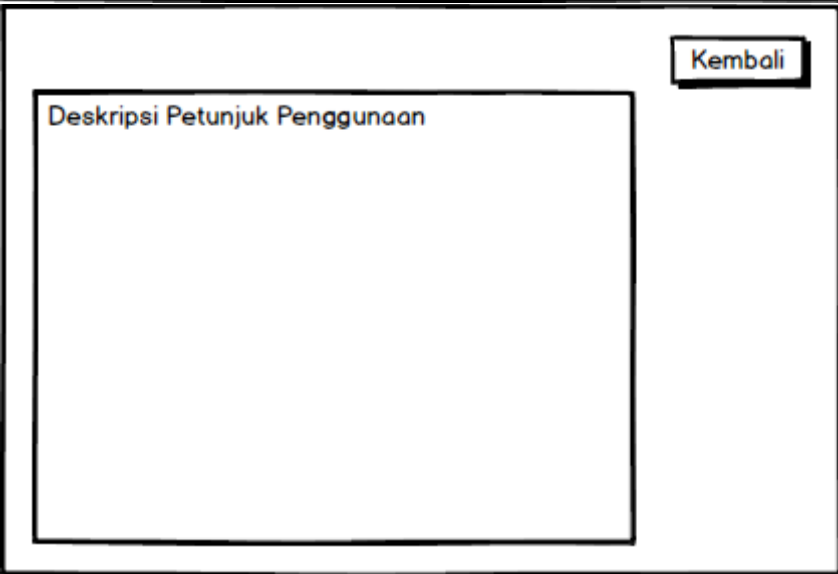
Suatu multimedia pembelajaran harus direncanakan dengan baik. *Storyboard* merupakan salah satu langkah dalam perencanaan multimedia. *Storyboard* media *augmented reality* pembelajaran membaca permulaan ini dapat dilihat di lampiran.

Berikut adalah contoh story yang sudah dikembangkan

Tabel 5.2 Storyboard

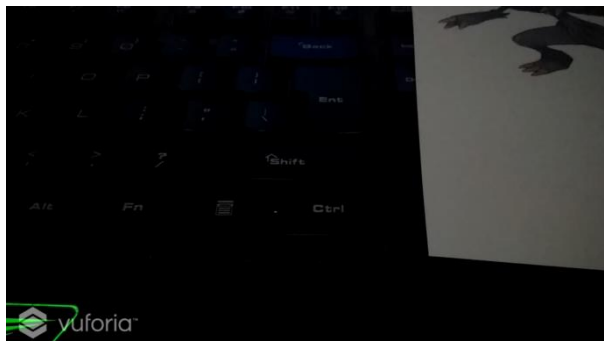
1	Halaman Intro Unity	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Splash Screen Unity </div>
---	---------------------	--

2	Halaman Intro AR Geometri sisi datar	
3	Halaman Menu Utama	
4	Halaman Mulai saat belum meyorot marker	

5	Halaman Mulai saat meyorot marker	
6	Halaman Pengembang	
7	Halaman Petunjuk Penggunaan	

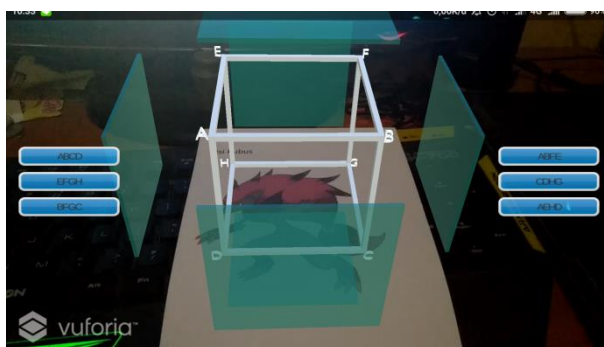
c. Rancangan Antarmuka

Antarmuka media *augmented reality* ini dibuat sederhana sehingga memudahkan pengguna dalam navigasi antar menu. Antar muka pada tampilan-tampilan diawali dengan tampilan awal yang berisi menu utama yang bisa dilanjutkan ke menu berikutnya.



Gambar 5.2 Rancangan Antarmuka Halaman Awal

3. Tahap Pengembangan

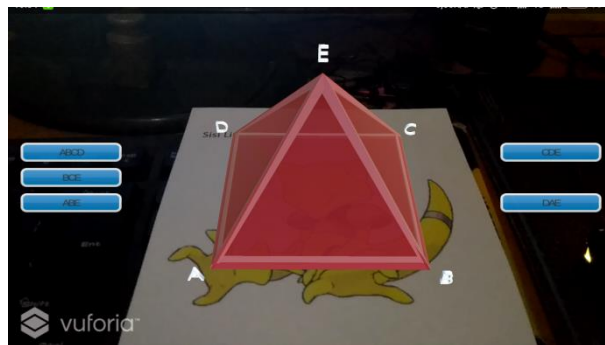


Gambar 5.3 Tampilan antarmuka bidang kubus

Halaman awal merupakan halaman yang tampil setelah halaman pembuka. Pada halaman ini terdapat enam tombol navigasi, yaitu: tombol ke home, keluar, tombol menu materi penjumlahan dan pengurangan, menu perkalian dan pembagian, menu games, dan menu evaluasi.



Gambar 5.4 Tampilan mulai



Gambar 5.5 Tampilan limas



Gambar 5.6 Tampilan kubus



Gambar 5.7 Tampilan kubus tampak depan



Gambar 5.8 Tampilan prisma



Gambar 5.9 Gambar kubus tampak atas

4. Implementasi

Tahap implementasi meluas akan dilakukan media dikembangkan dalam platform android maupun desktop dan setelah dilakukan pengujian. Sementara implementasi terbatas sudah dilakukan baru untuk mengetahui respon siswa terhadap media AR ini. Implementasi meluas semoga bisa dilaksanakan pada saat pembelajaran di SMP dimulai pada akhir bulan Juli 2018.

5. Tahap Penilaian

Pada tahap ini dilakukan penilaian oleh ahli media. Penilaian media yang dikembangkan baru dilakukan untuk media yang dengan platform Android. Rencana akhir tahap penilaian akan dilakukan juga untuk media dengan platform desktop.

a. Pengujian dengan *black box*

Tabel 5.3 Pengujian Blackbox

No	Deskripsi Pengujian	Tahapan Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil nyata
1	Antarmuka Menu utama	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menekan tombol mulai 2. Menekan tombol pembuat 3. Menekan tombol petunjuk 4. Menekan tombol escape pada smartphone 5. Menekan tombol (x) pada Pop-up 6. Menekan tombol (√) pada Pop-up 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menampilkan dan menghilangkan antarmuka AR_Mode 2. Menampilkan dan menghilangkan antrmuka Pembuat 3. Menampilkan dan menghilangkan antarmuka Petunjuk 4. Menampilkan dan menghilangkan Pop-up untuk konfirmasi keluar aplikasi 5. Pop-up untuk konfirmasi keluar aplikasi hilang. 6. Aplikasi keluar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menampilkan dan menghilangkan antarmuka AR_Mode 2. Menampilkan dan menghilangkan antrmuka Pembuat 3. Menampilkan dan menghilangkan antarmuka Petunjuk 4. Menampilkan dan menghilangkan Pop-up untuk konfirmasi keluar aplikasi 5. Pop-up untuk konfirmasi keluar aplikasi hilang.

				6. Aplikasi keluar
2	Antarmuka Pembuat	1. Menekan tombol escape pada smartphone	1. Kembali ke antarmuka Menu utama	1. Kembali ke antarmuka Menu utama
3	Antarmuka Pembuat	1. Menekan tombol escape pada smartphone	1. Kembali ke antarmuka Menu utama	1. Kembali ke antarmuka Menu utama
4	Antarmuka AR_Mode	1. Menyorot Marker no 1	1. Tampil objek tiga dimensi kubus beserta tombol untuk pengoperasiannya	1. Tampil objek tiga dimensi kubus beserta tombol untuk pengoperasiannya

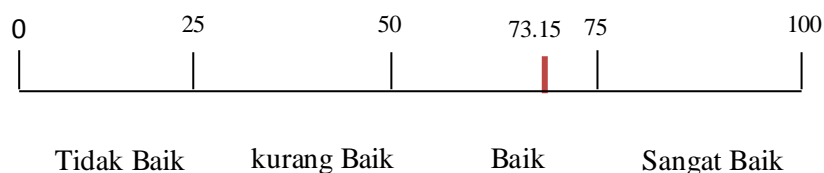
b. Pengujian ahli media

Tabel 5.4 Hasil Pengujian kelayakanmedia dari ahli media

No	Aspek	Jumlah Penguji	Jumlah butir	Skor Kriteriaum	Perolehan Skor	Presentase
1	Kualitas Konten	1	4	20	16	80.00
2	Penyesuaian Tujuan Pembelajaran	1	4	20	15	75.00
3	Feedback and adaptation	1	1	5	4	80.00
4	Motivasi	1	1	5	4	80.00
5	Desain Antarmuka	1	2	10	7	70.00
6	Usabilitas Interaksi	1	3	15	11	73.33
7	Aksesibilitas	1	2	10	8	80.00
8	Reusabilitas	1	1	5	3	60.00
9	Standars Compliance	1	1	5	3	60.00
Rata- rata						73.15
Kategori						Baik

Dari Tabel 5.4 tersebut, bisa dilihat bahwa validasi untuk mengetahui kelayakan multimedia dari aspek kualitas konten dengan kelayakan 80.00 %, penyesuaian tujuan pembelajaran dengan kelayakan 75.00 %, feedback and adaptation dengan kelayakan 80.00%, motivasi dengan kelayakan 80.00%, desain multimedia dengan kelayakan

80.00%, usability interaksi dengan kelayakan 73.33%, aksesibilitas dengan kelayakan 80.00%, reusabilitas dengan kelayakan 60.00%, dan standar compliance dengan kelayakan 60.00%. Rata-rata aspek penilaian multimedia oleh ahli media sebesar 73.15%. Adapun dalam skala dapat terlihat seperti skala dibawah ini :



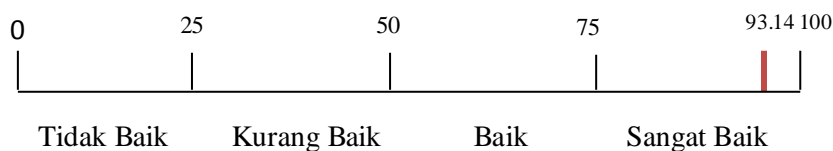
c. Pengujian kelayakan oleh ahli materi

Tabel 5.5 Hasil pengujian kelayakan dari ahli materi

No	Aspek	Jumlah Penguji	Jumlah butir	Skor Kriteria	Perolehan Skor	Presentase
1	Kualitas Konten	1	4	20	20	100.00
2	Penyesuaian Tujuan Pembelajaran	1	4	20	19	95.00
3	Feedback and adaptation	1	1	5	5	100.00
4	Motivasi	1	1	5	5	100.00
5	Desain Antarmuka	1	2	10	9	90.00
6	Usabilitas Interaksi	1	3	15	14	93.33
7	Aksesibilitas	1	2	10	10	100.00
8	Reusabilitas	1	1	5	4	80.00
9	Standars Compliance	1	1	5	4	80.00
Rata- rata						93.14
Kategori						Baik Sekali

Pada Tabel 5.5 bisa dilihat bahwa validasi untuk mengetahui kelayakan multimedia dari aspek kualitas konten dengan kelayakan 100.00 % , penyesuaian tujuan pembelajaran dengan kelayakan 95.00 % , feedback and adaptation dengan kelayakan 100.00%, motivasi dengan kelayakan 100.00%, desain multimedia dengan kelayakan 90.00%, usability interaksi dengan kelayakan 93.33%, aksesibilitas dengan kelayakan 100.00%, reusabilitas

dengan kelayakan 80.00%, dan standar compliance dengan kelayakan 80.00%. Rata-rata aspek penilaian multimedia oleh ahli media sebesar 93.14%. Adapun dalam skala dapat terlihat seperti skala dibawah ini :



d. Respon siswa terhadap penggunaan media AR

Setelah dilakukan implementasi terbatas media AR geometri kepada beberapa orang siswa SMP, diperoleh gambaran respon siswa terhadap penggunaan media AR tersebut sebagai berikut:

Table 5.6. Respon siswa terhadap penggunaan media AR geometri

Indicators	1st phase	2nd phase	3rd phase
<i>Learning Goal Alignment</i>	63%	73%	75%
<i>Feedback and Adaptation</i>	68%	72%	78%
<i>Motivation</i>	65%	74%	80%
<i>Presentation Design</i>	70%	70%	78%
<i>Interaction Usability</i>	69%	69%	77%
<i>Accessibility</i>	68%	72%	80%
Average	67,1%	71,7%	78,0%

Berdasarkan hasil Tabel 5.6 dapat dijelaskan bahwa terdapat peningkatan respon siswa terhadap penggunaan media AR. aspek learning goal alignment, meningkat dari 63% ke 75%, persentase feedback and adaptation meningkat dari 68% ke 78%, persentase motivation menaik dari 65% ke 80%, persentase presentation design menaik dari 70% ke 78%, persentase interaction design usability menaik dari 69% ke 77% dan persentase aspek accessibility menaik dari 68% ke 80%. Secara rata-rata respon siswa terhadap penggunaan media AR geometri menaik dari 67,1% ke 78,0%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media ini secara umum dapat diterima oleh siswa untuk digunakan dan memperoleh respon yang baik dari siswa sebagai alat bantu dalam mempelajari geometri.

BAB 6

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

A. Rencana Penelitian Selanjutnya

Rencana penelitian selanjutnya yang akan dilakukan adalah:

6. Memperbaiki kekurangan-kekurangan yang terdapat pada media AR dengan platform Android yang dikembangkan pada tahun pertama.
7. Merancang dan mengembangkan media AR dengan platform desktop pada tahun kedua.
8. Implementasi media AR dengan platform Android dan desktop di beberapa sekolah menengah pertama.
9. Melakukan pengujian hasil implementasi media AR untuk mengetahui dampaknya terhadap peningkatan kemampuan tilikan ruang siswa SMP.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan sementara yang bisa diambil adalah:

1. Multimedia yang dikembangkan saat ini masih ada beberapa hal yang perlu dilakukan perbaikan terutama untuk pengembangan media dalam platform desktop. Walaupun berdasarkan hasil pengujian baik pengujian balckbox, pengujian dari ahli materi, ahli media menunjukkan bahwa media AR geometri ber platform Android dipandang sudah baik.
2. Berdasarkan hasil uji coba terbatas diperoleh bahwa respon siswa tergolong baik dan berkisar di antara 61 sd 78. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memandang bahwa penggunaan media AR geometri ini dapat diterima untuk dipakai dalam pembelajaran geometri.
3. Berdasarkan hasil penelitian maka akan dikembangkan media AR berplatform desktop terutama untuk mengantisipasi ketersediaan fasilitas pendukung yang adapada siswa SMP, yang mana belum semua siswa memiliki HP yang bersistem operasi Android.

B. Saran


1. Perlu dikembangkan media AR geomtri dengan platform lain, selain desktop mungkin MAC.
2. Media yang dikembangkan belum melibatkan narasi, sehingga belum selengkap yang diinginkan. Oleh karena itu perlu dikembangkan dan dilengkapi dengan narasi, agar lebih menarik lagi minat siswa untuk belajar geometri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir. (2009). Pembelajaran Matematika dengan Problem Posing. Tersedia <http://abdussakir.wordpress.com/2009/02/13pembelajaran-matematika-dengan-problem-posing/>. [1 januari 2013]
- Becker, K, (2001). *Teaching with games – The minesweeper and Asteroids experience*, The Journal of Coputing in Small Colleges,22-23.
- Billingham, Mark, et. al. (2008), *Tangible Augmented Reality*. International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. ACM SIGGRAPH ASIA, Singapore.
- Diocese of Toledo Mathematics Course of Study. (2010). Geometry and Spatial Sense Standard. [Online]. Tersedia: <http://www.cyss.org/Schools/CofS/MathPilotByStandards/PilotMathGeometrySpatialSense.pdf>. [17 Maret 2011] 23
- Fadilah (2010) dalam penelitiannya Penerapan Pembelajaran Kooperatif Model *Team Games Tournament* (TGT) untuk Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi belajar Biologi Siswa Kelas VII SMP Negeri 8 Malang pada Pokok Bahasan Ciri-ciri Makhluk Hidup. Bandung: Skripsi tidak dipublikasikan.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T. & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007* (hlm. 4089-4097). Chesapeake, VA: AACE.
- Kariadinata, R. (2010). “Kemampuan Visualisasi Geometri Spasial Siswa Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Kelas X melalui Software Pembelajaran Mandiri”. *Jurnal EDUMAT*. 1 (2)
- Kharunnisa (2011) dalam penelitian *Computer Based Instruction* dengan Menggunakan Multimedia Interaktif Model Instructional *Games* untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran TIK. Bandung: Skripsi tidak dipublikasika.
- Muabuai, Y. (2010) Pembelajaran Geometri melalui Model Kooperatif Tipe STAD Berbasis Program Cabri Geometri II Plus dalam Upaya Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP. Tesis Magister pada Sps UPI: Tidak diterbitkan
- Munir. (2008). *Kurikulum Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung: Alfabeta.
- Munir. (2009). *Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung: Alfabeta.

- Munir. 2010. *Media dalam Pembelajaran* [online]. Tersedia: (http://gudangmakalah.blogspot.com/2010/09/tesis-pengaruh-model-embelajaran_29.html). [12 September 2011].
- National Academy of Science. (2006). *Learning to Think Spatially*. Washington DC: The National Academics Press.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Nemeth, B. (2007) Measurement Of The Development of Spatial Ability by Mental Cutting Test. *Anales Mathematicae et Informaticae* 34 pp. 123-128 tersedia: <http://www.ektf.hu/tanszek/matematika/ami>. Diakses 27 March 20013.
- Nur'aeni, E. (2010) *Pengembangan Kemampuan Pemahaman dan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar melalui Pembelajaran Geometri Berbasis Teori Van Hiele*. Disertasi Sps Upi Bandung: Tidak diterbitkan.
- Olkun, S. (2003). *Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities*. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*. April 2003
- Pitalis, Mousoulides, dan Christou. (2006) *Developing the 3D Math Dinamic Geometry Software: Theoretical Perspectives on Design*, In *International Journal for Technology in Mathematics Education*. Volume. 13 No.4
- Saragih, S. (2000). *Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD dengan Menggunakan Laboratorium Mini untuk Meningkatkan Kemampuan Keruangan*. Tesis Universitas Negeri Surabaya. Tidak dipublikasikan
- Sriyanto. (2004). *Momok itu Bernama Matematika*. BASIS Edisi ke-53 Juli-Agustus.
- Susilawase, Meisa. (2006). *Penggunaan Program Pembelajaran Interaktif Model Games dalam Pembelajaran Pengetahuan Sosial di Sekolah Dasar*. Skripsi Kurikulum dan Teknologi Pendidikan FIP UPI : tidak diterbitkan 24
- Wai, J. Lubinski, D. & Benbow, C.P. (2009). "Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance". *Journal of Educational Psychology*, Vol. 101, No. 4, 817-835.
- Warsita, Bambang. (2008). *Teknologi Pembelajaran Landasan dan Aplikasinya*. Jakarta: Rineka Cipta.

LAMPIRAN**A. Bukti luaran yang sudah dilakukan****1. Status submission**



ICIEVE 2017

The 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education
Hotel Arya Duta Manado, October 25-26, 2017
Website: <http://icieve.conference.upi.edu/2017>
Email: icieve@upi.edu

Manado, September 10, 2017

Letter of Acceptance

Dear Authors: Dedi Rohendi; Sandi Septian

We are pleased to inform you that your abstract (ABS-172, Oral Presentation), entitled:


"The use of augmented reality-based geometry learning media for junior high school students"

has been reviewed and accepted to be presented at ICIEVE 2017 conference to be held on October 25-26, 2017 in Manado, Indonesia.

Please submit your full paper and make the payment for registration fee before the deadlines, visit our website for more information.

Thank You.

Best regards,



Dr. Kamin Sumardi
ICIEVE 2017 Chairperson



ICIEVE 2017

The 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education

Hotel Arya Duta Manado, October 25-26, 2017

Website: <http://icieve.conference.upi.edu/2017>

Email: icieve@upi.edu

Manado, September 10, 2017

Letter of Invitation

Dear Authors: Dedi Rohendi; Sandi Septian

We are pleased to inform you that your abstract (ABS-172, Oral Presentation), entitled:

"The use of augmented reality-based geometry learning media for junior high school students"

has been reviewed and accepted to be presented at ICIEVE 2017 conference to be held on October 25-26, 2017 in Manado, Indonesia.

We cordially invite you to attend our conference and present your research described in the abstract.

Please submit your full paper and make the payment for registration fee before the deadlines, visit our website for more information.

Thank You.

Best regards,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Kamin Sumardi", written over a horizontal line.

Dr. Kamin Sumardi
ICIEVE 2017 Chairperson

2. Artikel Ilmiah yang dikirim ke ICIEVE 2017 Manado

The use of geometry learning media based on augmented reality for junior high school students

Dedi Rohendi¹; Sandi Septian²

¹ Computer Science Education of UPI
email address: dedir@upi.edu;

² Computer Science Education of UPI
email address: sandi_s@student.upi.edu

Abstract. Understanding the geometry of three-dimensional space is still considered difficult by some students. Therefore, a learning innovation is required to overcome students' difficulties in learning geometry. In this research, geometry learning media based on augmented reality is implemented in learning three-dimensional objects for junior high school students. This geometry learning media is based on android. The results showed that the use of geometry learning media based on augmented reality is able to gain positive responses from the students in learning geometry concepts especially three-dimensional objects.

Key words: geometry of three-dimensional space, augmented reality, junior high school students, learning media.

1. Introduction

Geometry is an area of mathematics which is essential to be learned at schools. By learning geometry, students may be able to identify shapes and space around them. Geometry can also help them to represent their surroundings. The comprehension of geometry models and their properties may give students a new perspective [1]. Thus, they are able to analyze and communicate geometry-related things in their daily lives. The geometry comprehension relates to spatial ability.

Basically, geometry lesson has been taught to students since they are enrolled in elementary schools. This competence is one of the fundamental aspects which is important to be acquired by students to understand further lessons regarding geometry. The material for geometry lesson at elementary school itself is designed to introduce students with simple geometric shapes by adjusting it with children's level of thinking.

To achieve the required geometry competence, the geometry material is included in the mathematics curriculum, starting from elementary school to university. Every student shall try to develop their spatial ability and sense which is very useful in solving problems in mathematics and everyday life [2]. The importance of spatial ability which is required in engineering sciences and mathematics, especially geometry [3]. It is in line with [4] opinion which argues that spatial ability has a significant role in developing science, technology, engineering and mathematics skills.

The process of learning geometry is not always running well; moreover, there is an assumption that mathematics is one of the most difficult subject and is not preferred by most learners. Many of them complain that mathematics makes them get headaches and stress. Additionally, those who teach mathematics are often scary, bad-tempered, monotonous, reproachful, giving punishment a lot and delivering the materials too fast [5]. In learning geometry particularly, many students are facing difficulties. [6] points out that many geometrical problems require certain visualization in problem solving and students generally find it difficult to construct three-dimensional spaces.

Currently, the process of learning geometry at schools has not optimized the requisites of the applied curriculum, both the School-Based Curriculum (KTSP) and 2013 Curriculum. In these curricula, it is emphasized that the learning process in all subjects should apply a certain method which involves students more (student center) and optimizes the use of innovative learning media. However, what actually happen in the current situation is that the requisites have not been properly implemented.

The learning method used is still dominated by teachers and the utilization of innovative learning media is still limited. This particular learning process is not appropriate, because children's memory is limited and they only remember visible things. Learning mathematics with applying rote learning method will only burden the brain memory and make students reluctant to learn mathematics, decrease their motivation and mathematical ability.

To anticipate these problems, a multimedia is tried to be applied to improve student learning outcomes, such as Graphical User Interface (GUI) based applications such as Augmented Reality (AR) application. AR-based multimedia is able to display both two-dimensional and three-dimensional objects by showing every part of the objects in detail. By having this capability, we are able to explain geometric concepts to improve students' spatial ability. However, to date, the use of multimedia learning using AR technology is still very limited, whereas AR technology is very promising and has advantages when it is applied in learning processes.

Therefore, this study is conducted to facilitate the process of learning geometry and attract students' interests, as well as provide them with new experiences in interacting through learning media. The formulation of the research problem is: 1) How is the spatial ability of junior high school students when they are using augmented reality-based geometry learning media? 2) How are the responses and learning activities of junior high school students when they are using augmented reality-based geometry learning media?

2. Literature Review

2.1 Multimedia

The use of Augmented Reality (AR)-based multimedia is still very limited, especially for learning geometry. Several studies which are related to games, motivation and learning achievement have been conducted, for example, [7] study reveals that there are significant differences in the cognitive area in terms of students' social science learning outcomes by using interactive games model than the usual learning model. Similarly, [8] says that games are more effective and motivational than traditional learning. The implementation of Team Games Tournament (TGT) cooperative learning model is able to improve student activities and learning outcomes [9]. In addition, [10] point out that the result that Computer Based Instructional (CBI) with interactive multimedia can improve student learning outcomes.

2.2 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) is the combination of two concepts which are *Virtual Reality (VR)* and *world reality*. Therefore, two-dimensional or three-dimensional virtual objects are seemingly real and compromise within the real world. The AR is a new technology which is capable in presenting possibilities that are difficult for other technologies to offer and meet. In this research paper, we will give a brief description of what is Augmented Reality and how it will change the way we see the world. Augmented reality (abbreviated as AR) is a new technology that blurs the line between what's real and what is computer generated by enhancing what we see, smell, hear and feel. It is said to change the way we see the world around us. It basically adds a layer of graphics and other sensory enhancements on the natural world as it exists in real time [11].

Augmented Reality (AR) allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world. However, the users cannot see the real world that surrounds them. In AR technology, users can see the real world around them by adding virtual objects which are

generated by computer [12]. To make the AR 3D objects appear directly on the media, a special device called Head Mounted Display (HMD) is required [13].



Figure 1. The example of the use of AR.

Appropriate calculation is very important in AR technology to place 3D objects that is produced by the computer so that the users feel that their points of views are still in the real world. ARToolKit is one of the software libraries based on C and C++ which uses computer vision tracking method to calculate camera position and its relative orientation towards marker. ARToolKit is widely used to develop AR applications. Marker on ARToolkit is an image consisting of border outlines and pattern image as shown in Figure 2.



Figure 2. The example of *marker*

In general, the work principle of ARToolkit is as follows.

6. The camera captures images from the real world in real time and sends them to the computer.
7. The software in the computer will search for markers on each video frame.
8. If the marker has been found, the computer will mathematically proceed the relative position of the camera to the black box contained in the marker.
9. If the camera position is known, then the model will be depicted in the same position.
10. The 3D object model will be displayed on the marker as if the virtual object is added into the real world.

The illustration of the coordinate system in ARToolKit is shown in Figure 3.

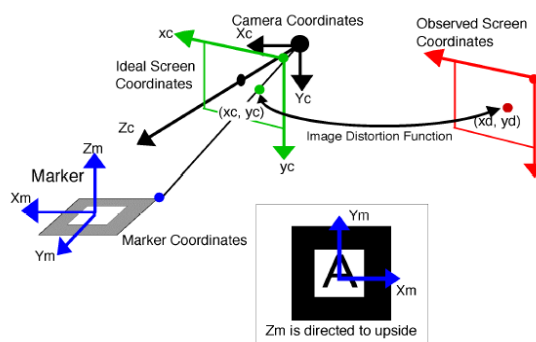


Figure 3. The coordinate system in ARToolKit.

ARToolKitPlus is a library which is a development of ARToolKit and is intended for AR applications on handheld. ARToolKitPlus has more advantages compared to ARToolKit which are: more efficient memory usage; using more than one tracker in a single process; and using digital encoding method. ARToolKitPlus implements the use of threshold (pixel color boundary between black and white) automatically so that the lighting effect can be dimmed. ARToolKitPlus implements the Robust Planar Pose (RPP) algorithm which results in a more stable tracking than the pose estimation algorithm which is used by ARToolKit. Tangible User Interface (TUI) is a concept of user interface where users interact with digital information through objects that physically are the representation and control for digital information processing. If the conventional method of digital information is manipulated by using a keyboard and mouse that is used to manipulate the display on the output device (monitor), TUI deletes the input-output gap. TUI focuses on the idea of representation and control, the manifestation of information in a form that is directly acceptable for human senses.

2.3 Spatial Ability

Spatial ability is children's high level of understanding skill towards three-dimensional objects, what they can see from the objects, and what the objects' names. Spatial ability or the development of geometry ideas can be stated according to these purposes: (a) Include various characteristics or properties of the objects in categorizing and building activities; (b) Use a suitable language to describe geometry (correspond with students level of thinking); (c) Show the evidence of geometrical thinking in solving puzzles, exploring shapes, designing, and analyzing shapes; (d) Recognize shapes in environment; and (e) Solve problems regarding spatial ability

Spatial ability is an essential competence; thus, NTCM explains required geometry abilities which are important to be understood by students [14], which are:

5. Able to analyze the geometry characteristics and properties of both two-dimensional and three-dimensional.
6. Able to construct mathematics arguments concerning geometric relationships and so on.
7. Able to decide the position of a more specific point and spatial relationships by using coordinate geometry and connect it with other systems.
8. Apply the transformation and use it systematically in analyzing mathematics situation.
9. Use visualization, spatial thinking, and geometry model in solving problems.

The standard of geometry and spatial ability is when students are able to identify, classify, compare and analyze the characteristics of properties and relationships on areas and one, two and three-dimensional geometry objects [15]. Students apply spatial reasoning, the properties of geometry objects and transformations into mathematical situation analysis and problem solving. The general indicator of spatial ability in geometry are: (1) Identify and draw geometric shapes; for example, circles, squares, rectangles, and triangles; (2) Identify solid objects; for example, cylinders, cones, spheres, quadrilateral prisms; (3) Build three-dimensional objects using blocks; (4) Compare and group two-dimensional shapes according to their attributes, then explain the reasons for their grouping and comparison; (5) Able to describe, and show the relative position of the object, for instance: its upper view, lower view, inside view, outside view, side view, and between view; and (6) Investigate and predict the results of two-dimensional shapes which are placed together and taken separately.

Several experts state the definition of spatial visualization in [16]: 1) Spatial visualization as the mental skills concerned with understanding, manipulating, reorganizing, and interpreting relationship visually 2) Spatial visualization is the process of representing, transforming, generating, and recalling symbolic, non-linguistic information.

The spatial visualization skill is a thinking process and activity that can be applied through verbal, analytical or visual descriptions in the problem solving context. Furthermore, Gree's in [17] states that spatial capability covers: 1) Spatial visualization (Vz), which involves the ability to mentally manipulate, rotate, twist or invert a pictorially presented stimulus object; 2) Spatial orientation (SR-O) which is the comprehension of the arrangement of the element within visual stimulus pattern and aptitude to remain unconfused by the changing orientations in which a spatial configurations may be

presented. Some experts in [18] also argue that, two major components of spatial visualization have been identified: spatial relations and spatial visualization. In standardized spatial ability tests, spatial relations tasks involve 2D and 3D rotations and cube comparisons. Spatial visualization is described as the ability to imagine rotations of objects or their parts in 3-D space.

3. Research Methodology

This study employs descriptive qualitative method to investigate the implemented media capability in improving students' understanding of three-dimensional space and their responses towards the use of geometry learning media based on augmented reality. The process of data collection is comprised of two steps: First, conducting an explorative study to gain brief illustration of students' competences on geometry after implementing the media. Second, examining students' responses towards the implementation of geometry learning media based on augmented reality.

4. Results

4.2 AR-based Geometry Learning Media

The learning media that is used in this study is the geometry learning media based on augmented reality for three-dimensional objects lesson. The marker that is used is in the form of a figure which is deliberately made to display three-dimensional objects. The three-dimensional objects which are covered in the lesson include: cubes, prisms, beams, pyramids, and cones. In this lesson, it is discussed how to determine the face diagonal, the space diagonal, the height or altitude, and the slant height on three-dimensional objects.

The AR media illustration used is shown below.



Figure 4. The main display of AR geometry media

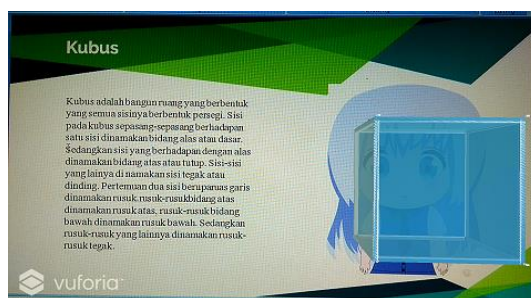


Figure 5. The display when camera is highlighting the marker

Based on the implementation of AR-based geometry media, it can be seen that junior high school students, who learn three-dimensional objects, find the media helpful and can quickly understand the concept of space which is discussed. They can see three-dimensional objects from various perspectives: front, side, back, top and bottom part of the objects. All this time, students have difficulty if they are asked to determine the location of the diagonal in a three-dimensional object, especially if the diagonal is located beside or behind the objects. They find it difficult to imagine how the form of the diagonal is. However, by using AR-based geometry media, they can rotate the three-dimensional objects freely, by merely moving the highlighted marker, rotating it, until they can find the part that they want to see.

4.2 Questionnaire Results for Student Response

After AR-based geometry learning media is implemented, students give their responses towards the use of media. Students' responses are collected gradually from the first phase to the third phase. The following results are obtained.

Table 1. Students' responses towards the use of geometry learning media based on AR

Indicators	1st phase	2nd phase	3rd phase
<i>Learning Goal Alignment</i>	63%	73%	75%
<i>Feedback and Adaptation</i>	68%	72%	78%
<i>Motivation</i>	65%	74%	80%
<i>Presentation Design</i>	70%	70%	78%
<i>Interaction Usability</i>	69%	69%	77%
<i>Accessibility</i>	68%	72%	80%
Average	67,1%	71,7%	78,0%

Based on Table 1, there is an increase in all indicators. In the aspect of learning goal alignment, the increase is from 63% to 75%, the percentage of feedback and adaptation increases from 68% to 78%, the percentage of motivation goes up from 65% to 80%, the percentage of presentation design increases from 70% to 78%, the percentage of interaction design usability increases from 69% to 77% and the percentage of accessibility aspects increases from 68% to 80%. Averagely, students' responses towards the use of geometry learning media based on AR increase along the phases from 67,1% to 78,0%.

5. Conclusions

Based on the results, the conclusions are obtained as follows:

1. AR-based geometry media facilitate students in understanding the concept of three-dimensional geometry objects. They can rotate the three-dimensional objects freely, making them easier to see the three-dimensional objects from various perspectives.
2. AR-based geometry media gets positive responses from students. Hence, this media is suitable to be applied in the process of learning geometry in junior high schools.

References

- [1] Muabuai, Y. (2010) Pembelajaran Geometri melalui Model Kooperatif Tipe STAD Berbasis Program Cabri Geometri II Plus dalam Upaya Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP. Tesis Magister pada Sps UPI: Tidak diterbitkan
- [2] National Academy of Sciences. (2006). *Learning to Think Spatially*. Washington DC: The National Academics Press.
- [3] Nemeth, B. (2007) Measurement Of The Development of Spatial Ability by Mental Cutting Test. *Anales Mathematicae et Informaticae* 34 pp. 123-128 tersedia: <http://www.ektf.hu/tanszek/matematika/ami>. Diakses 27 March 2013.
- [4] Wai, J. Lubinski, D. & Benbow, C.P. (2009). "Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance". *Journal of Educational Psychology*, Vol. 101, No. 4, 817-835.
- [5] Sriyanto. (2004). *Momok itu Bernama Matematika*. BASIS Edisi ke-53 Juli-Agustus.
- [6] Kariadinata, R. (2010). "Kemampuan Visualisasi Geometri Spasial Siswa Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Kelas X melalui Software Pembelajaran Mandiri". *Jurnal EDUMAT*. 1 (2)
- [7] Susilawase, Meisa. (2006). *Penggunaan Program Pembelajaran Interaktif Model Games dalam Pembelajaran Pengetahuan Sosial di Sekolah Dasar*. Skripsi Kurikulum dan Teknologi Pendidikan FIP UPI : tidak diterbitkan 24
- [8] Becker, K. (2001). *Teaching with fames – The minesweeper and Asteroids experience*, *The Journal of Coputing in Small Colleges*, 22-23.

- [9] Fadilah (2010) dalam penelitiannya Penerapan Pembelajaran Kooperatif Model *Team Games Tournament* (TGT) untuk Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi belajar Biologi Siswa Kelas VII SMP Negeri 8 Malang pada Pokok Bahasan Ciri-ciri MakhluK Hidup. Bandung: Skripsi tidak dipublikasikan.
- [10] Rohendi, D and Kharunnisa (2011) dalam penelitian *Computer Based Instruction* dengan Menggunakan Multimedia Interaktif Model Instructional *Games* untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran TIK. Bandung: Skripsi tidak dipublikasika.
- [11] Angrawal, M., Kulkarni, A., Joshi, S., Tiku, N (2015). Augmented Reality. International Journal of advance Research in Computer Science and Management Studies: India
- [12] Azuma () A Survey of Augmented Reality. In Presence: Teleoperators and Virtual Environtments 6, 4 August 1997. Pp. 355-385
- [13] Billinghurst, Mark, et. al. (2008), *Tangible Augmented Reality*. International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. ACM SIGGRAPH ASIA, Singapore.
- [14] NCTM (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: NCTM.
- [15] Diocese of Toledo Mathematics Course of Study. (2010). Geometry and Spatial Sense Standard. [Online]. Tersedia: <http://www.cyss.org/Schools/CofS/MathPilotByStandards/PilotMathGeometrySpatialSense.pdf>. [17 Maret 2011] 23
- [16] Pitalis, Mousoulides, dan Christou. (2006) Developing the 3D Math Dinamic Geometry Software: Theoretical Perspectives on Design, In International Journal for Technology in Mathematics Education. Volume. 13 No.4
- [17] Saragih, S. (2000). Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD dengan Menggunakan Laboratorium Mini untuk Meningkatkan Kemampuan Keruangan. Tesis Universitas Negeri Surabaya. Tidak dipublikasikan
- [18] Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities. International Journal of Mathematics Teaching and Learning. April 2003

Lampiran B. Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugasnya

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Dr. Dedi Rohendi, MT.	Ketua	Pendidikan Matematika dan Ilmu Komputer	UPI	80	Koordinator keseluruhan kegiatan penelitian
2	Drs.H.Heri Sutarno, MT.	Anggota 1	Pendidikan Matematika dan Ilmu Komputer	UPI	80	Pembuatan media pembelajaran geometri AR
3	Drs.Maman Kusman, ST, M.Pd.	Anggota 2	Produksi dan perancangan	UPI	80	Pengimplementasi pembelajaran geometri

Lampiran C. Biodata Ketua dan Anggota Tim Peneliti

Ketua Pelaksana:

BIO DATA

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Dedi Rohendi, MT.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas Lainnya	19670524 199302 1001
5	NIDN	0024056704
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 24 Mei 1967
7	E-mail	dedir@bdg.centrin.net.id
8	Nomor Telepon/HP	022.82026037/ 0812 234 4094
9	Alamat Kantor	Jl. Dr. Setiabudhi No. 207 Bandung 40154
10	Nomor Telepon/Faks	022. 2011576
11	Mata Kuliah yang Diampu	Matematika Dasar (D3 dan S1) Matematika Teknik dan Terapan (D3 dan S1) Media Pembelajaran Inovatif (S1) Metode Penelitian Pendidikan (S1) Statistika Terapan (S1 dan S2 M2B) Pengembangan Sistem Informasi Pendidikan (S2 PTK) Belajar dan Pembelajaran (S1) Evaluasi Pembelajaran (S1)

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Bandung	UGM Jiogyakarta	UPI Bandung
Bidang ilmu	Pend.Matematika	Sistem Komputer Inforatika Teknik Elektro	Pend. Matematika
Tahun Lulus	1991	1999	2009

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2011	Pembuatan <i>Software</i> Laju Korosi untuk Memprediksi Umur Pakai Pipa baja karbon dalam Lingkungan Minyak dan gas mentah. Haipan Salam, Dedi Rohendi , Ega Taqwali B	Hibah Bersaing Dikti	50
2	2011	Rancang Bangun Multimedia Animasi Mekanisme Komponen Pneumatik untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Pneumatic Control System (Tahun kedua). Purnawan, Dedi Rohendi , Haryadi	Hibah Bersaing Dikti	37,5
3	2013	Pengembangan Model Sistem	Unggulan PT	100

		Perwalian dan Kontrak Kuliah Online di Universitas Pendidikan Indonesia . Asep Wayudin, Munir, Dedi Rohendi .		
4	2014	DESAIN DAN PENGEMBANGAN COURSE WARE PNEUMATIC CONTROL SYSTEM TERINTEGRASI BERBANTUAN KOMPUTER . Purnawan, Dedi Rohendi , Ariyano	Hibah Bersaing	50
5	2014	Pembuatan E-Book Multimedia Animasi untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Bidang Geser Atom Penentu Sifat Mekanik Material . Mumu Komaro, Dedi Rohendi , Ariyano.	Hibah Bersaing	50
6	2014	Pengembangan Dan Implementasi Media <i>Classroom Blogging</i> Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Teknik Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI. Dedi Rohendi , Purnawan	Hibah Bersaing	40
7	2015	Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Permainan (Games) untuk Meningkatkan Kemampuan Berhitung dengan Cara Horizontal Pada Siswa Sekolah Dasar. Dedi Rohendi , Heri Sutarno	Hibah Bersaing	50
8	2015	Identifikasi Pola Persebaran Penduduk Berdasarkan Citra Satelit Menggunakan Fuzzy Cluster-Means Untuk Penentuan Arah Pembangunan Ekonomi Wilayah. Harsiti, Tb Ai, Aip Komarudin, Ade Gafar Abdullah, Dedi Rohendi	Pekerti	86
9	2016	Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Permainan (Games) untuk Meningkatkan Kemampuan Berhitung dengan Cara Horizontal Pada Siswa Sekolah Dasar. (Lanjutan) Dedi Rohendi , Nana Sumarna	Hibah Bersaing	57

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaa	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1	2011	Penyuluhan tentang Pentingnya	Mandiri	5

		Pendidikan Bagi Masyarakat Desa Buninagara Kecamatan Kutawaringin Kabupaten Bandung		
2	2012	Pelatihan Penggunaan Microsoft office bagi Pengurus DKM sebagai Upaya Peningkatan Pelayanan pada Masyarakat di Kompleks Galih Pawarti Baleendah Kabupaten Bandung	Mandiri	5
3	2012	Pemanfaatan Teknologi Multimedia untuk Pendidikan Berkebutuhan Khusus Tunagrahita dalam Pembelajaran	Hibah PKM Bidang Ilmu UPI	75
4	2013	IbM Guru SMK Mengembangkan Media Pembelajaran Inovatif	Hibah PPM IbM Dikti	50
5	2013	Pelatihan Keterampilan Paktis Servis Sepeda Motor, Pengelasan, dan Sablon badi Pemuda Putus Sekolah Di Desa Gajah Mekar Kab Bandung	Kab Bandung	50
6	2013	IbM Guru SMK dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Inovatif	Kota Bandung	50
7	2013-2014	PENGEMBANGAN MANAJEMEN RUMAH PINTAR BERBASIS INFORMATION TECHNOLOGY (IT)(Peningkatan Kompetensi Program dan Media Komputer di Rumah Pintar Al Barokah Desa Cibeureum Wetan Kecamatan Cimalaka Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat)	Sumedang	100
8	2015	Pelatihan Kewirausahaan Bidang Percetakan dan Sablon bagi Warga Masyarakat Cibadak adang Sari Kelurahan Andir Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung	Baleendah	5

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Dedi Rohendi , Lies Puji Lestari, Heri Sutarno. Penerapan Model Pembelajaran Auditory Intellectually Repetition (AIR) dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Aplikasi Siswa pada Mata Pelajaran TIK	Jurnal PTIK	Volume 4, Nomor 1, Juni 2011
2	Heri Sutarno, Gigin Gantini, Dedi Rohendi , Heri Sutarno. Pengaruh Kompetensi Guru Mata Pelajaran TIK terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa	Jurnal PTIK	Volume 4, Nomor 1, Juni 2011
3	Nisa Nurhayati, Dedi Rohendi . Penerapan Strategi Pembelajaran Peningkatan Kemampuan Bepikir	Jurnal PTIK	Volume, 5, Nomor 1, Juni 2012

	(SPPKB) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Algoritma Pemrograman,		
4	Munir, Dedi Rohendi. Development Model for Knowledge Management System (KMS) to Improve University's Performance (Case Studies in Indonesia University of Education	IJCSI International Journal of Computer Science Issues	Vol. 9, Issue 1, No 1, January 2012, ISSN (Online): 1694-0814 www.IJCSI.org
5	Dedi Rohendi, Developing E-Learning Based on Animation Content for Improving Mathematical Connection Abilities in High School Students)	Jurnal Internasional: International Journal of Computer Science Issues(IJCSI)	Volume 9, Issue 4 No. 1, July 2012 ISSN (Online): 1694-0814
6	Dedi Rohendi, Jojon Dulpaja. Connected Mathematics Project (CMP) Model Based on Presentation Media to the Mathematical Connection Ability of Junior High School Students	Jurnal Internasional: Journal of Education and Practice (JEP) IISTE	Volume 3, Issue 1 No. 1, Februari 2013, ISSN 2222-1735 (Paper) ISSN 2222-288X (Online)
7	Pengembangan Media Classrom Blogging untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep TIK Siswa	TEKNODIK	Volume, 17, No. 2, Juni 2013, ISSN: 2088-3978

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Seminar Eksistensi LPTK PTK dalam Menghasilkan Guru Profesional FPTK Expo UPI 2011:	Penggunaan Model Quantum Learning Tipe Kinesthetic untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMK TI (sebagai penulis utama 1 anggota)	Auditorium FPTK UPI, Maret 2011
2	Seminar internasional 1st ICWED 2011 Malaysia	Mathematical Problem Solving Ability: Experiment on High School Students Through E-Learning and Blended Learning Based on Animation Multimedia	University of Malaya, 3-5 Desember 2011
3	The 2015 International Conference	Developing MESE to	Yogyakarta, 27-28

	on Science in Information Technology (ICSTech) and IEEE	Improve Reading Skills for Mental Retardationn Children	Okt 2015
4	International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education	Teaching Engineering Mathematics to Enhance Students Comprehension Using Cassroom Blog	Bandung, 14 Nov 2015

G. Perolehan HAKI dalam 5-10 Tahun Terakhir

No	HAKI	Tahun	Tempat Penerapan
1	Multimedia in Education for Special Education (MESE) Prof..Dr. Munir, MIT., Dr. Dedi Rohendi, MT.	2015	Bandung
2	Sistem Perwalian dan Kontak Kuliah Online. (Prof. Dr. Munir, MIT., Asep Wahyudin, MT., Dr. Dedi Rohendi, MT., Dheni Purnama, A.Md.)	2105	Bandung

H. Pengalaman Kegiatan di Kementrian dan Swasta

No	Nama Kegiatan	Posisi	Tahun
1	Reviuwer buku ajar TIK SMA/MA dan TKJ SMK	reviueur	2010-2014
2	Service Provider Penataan dan Pemerataan Guru USAID dan Kabupaten/Kota Mitra	SP	2010-2013
3	Nara Sumber Penyusunan NSPK (Regulasi) Kompetensi Tenaga Laboratorium Kemendikbud DirJen Dikdas Direktorat P2TK DikDas	Nara sumber	2015
4	Nara Sumber Workshop Bantuan Alat TIK Kemendikbud Direktorat Dik Das	Nara sumber	2013-2014

I. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, Asosiasi, atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Penilaian Buku Teks Pelajaran SD/MI, SMP/MTS, SMA/MA	BNSP dan Puskurbuk	2012
2	Dosen Berprestasi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI	JPTM	2013
3	Dosen Berprestasi FPTK UPI	FPTK	2014
4	Peringkat 2 Dosen Berprestasi Tingkat Universitas	UPI	2014

Bandung, september 2017

Dr. Dedi Rohendi, MT.

Anggota Pelaksana-1

BIO DATA

I. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap	Drs. H. Heri Sutarno, MT.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala / IV-c
4	NIP	195607141984031002
5	NIDN	0014075603
6	Tempat/Tgl Lahir	Tasikmalaya, 14 Juli 1956
7	E-mail	heriupi@yahoo.co.id
8	No Telepon/HP	(022)6038553 / 081320713004
9	Alamat Kantor	Prodi Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA UPI Jl. Setiabudhi 229 Bandung
10	Nomor Telepon/Faks	(022)2007031
11	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S-1 : Lebih dari 500 mahasiswa
12	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalkulus 2. Logika Informatika 3. Matematika Diskrit 4. Metode Numerik 5. Aljabar Linear & Matriks 6. Teori Bahasa Otomata
13	Alamat Rumah	Jl. Dieng II no. 81 Cibeureum Raya Cimahi Selatan - 40534

II. RIWAYAT PENDIDIKAN FORMAL

NO	TINGKAT IJAZAH	JURUSAN	TEMPAT	LULUS TAHUN
1	Sarjana Muda	Pendidikan Matematika	IKIP Bandung	1978
2	S1	Pendidikan Matematika	IKIP Bandung	1981
3	S2	Teknik Informatika ITB	ITB	2000

III. PENGALAMAN PENELITIAN DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

Tahun	Judul Penelitian	Jabatan	Sumber Dana
2007	Model Pengembangan Media <i>augmented reality</i> untuk meningkatkan Kualitas Pembelajaran pada Program Studi Ilmu Komputer FPMIPA UPI	Anggota Peneliti	Hibah Kompetitif UPI

2007	Pengembangan Sistem E-Learning Berbasis Open Source untuk Sekolah Menengah	Ketua Peneliti	Hibah Bersaing Perguruan Tinggi
2008	Sistem Informasi Kehadiran dan Penggajian Karyawan	Anggota Peneliti	Hibah Pembinaan UPI
2008	Pengembangan Model <i>Computer Based E-Learning</i> untuk Meningkatkan Kemampuan <i>High-Order Mathematical Thinking</i> Siswa SMA	Anggota Peneliti	Hibah Bersaing Perguruan Tinggi
2009	WorkShop Open Source dalam Pengembangan Kualitas Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer UPI dengan Program Kemitraan dengan Sun MicroSystem Indonesia (SMI)	Penanggungjawab Penelitian	Hibah Unggulan Prodi UPI
2009	Sistem Informasi Nilai Mahasiswa Berbasis SMS GATEWAY di Prodi Ilmu Komputer FPMIPA UPI	Ketua Peneliti	Hibah Unggulan Prodi UPI
2009	Pengembangan Model <i>Computer-Based e-Learning</i> untuk Meningkatkan Kemampuan <i>High-Order Mathematical Thinking</i> Siswa SMA	Anggota Peneliti	Hibah Bersaing Perguruan Tinggi
2010	Pembangunan Sistem Penjadwalan Kuliah di Program Studi Ilmu Komputer dengan <i>Graph Colouring</i>	Ketua Peneliti	Hibah Kompetitif Internal UPI
2010	Program Sertifikasi Teknologi Open Source sebagai Tindak Lanjut Program Kemitraan dengan Sun MicroSystem Indonesia (SMI)	Penanggungjawab penelitian	Hibah Unggulan Prodi UPI
2010	Implementasi <i>Cyber Learning System</i> Berbasis Open Source di Sekolah Menengah untuk Mendorong Terciptanya <i>Sharing Knowledge Community</i>	Anggota Peneliti	Penelitian Strategis Nasional

IV. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

Tahun	Judul Penelitian	Jabatan	Sumber Dana
2010	Pengabdian Pada Masyarakat Prodi Ilmu Komputer di Kecamatan Cikalong Tasikmalaya, "Optimalisasi Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan", Februari 2010.	Ketua	RKAT Prodi

2010	Pengabdian Pada Masyarakat Prodi Ilmu Komputer di SMA 24 Bandung, Maret 2010.	Ketua	RKAT Prodi
2010	Tim Pengawas Independen Ujian Nasional (UN) 2009/2010 di SMA/MA Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat, untuk Kabupaten Cianjur, 22 sd 26 Maret 2010.	Anggota	LPMP Jabar
2010	Dosen pendamping Lesson Study Berbasis Sekolah, 26 Agustus – 11 November 2010 di Kabupaten Subang.	Anggota	Hibah UPI
2011	Pengabdian Pada Masyarakat Prodi Ilmu Komputer, Pemanfaatan Multimedia dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar, untuk Guru-guru SD di Wilayah Dinas Pendidikan Kecamatan Cimahi, 08 Januari 2011.	Anggota	RKAT Prodi
2011	Pengabdian Pada Masyarakat Prodi Ilmu Komputer untuk Guru-guru SD di Wilayah Dinas Pendidikan Kecamatan Pasirkaliki Bandung, 14 – 15 Maret 2011.	Anggota	RKAT Prodi
2011	Melakukan Pengabdian Kepada Masyarakat Prodi Ilmu Komputer, Pelatihan Macromedia Flash untuk Pembuatan Media Pembelajaran Bagi Guru-guru SMK di Subang, 21 Desember 2011.	Anggota	RKAT Prodi
2012	Melakukan Pengabdian Kepada Masyarakat Prodi Ilmu Komputer, tentang penggunaan <i>Microsoft Office</i> untuk Guru-guru Sekolah Dasar Desa Nyalindung, Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi, 24 Februari 2012.	Anggota	RKAT Prodi
2012	Petugas Monitoring dan Evaluasi (ME) Kinerja Program BERMUTU di Kabupaten Aceh Tamiang Provinsi Aceh, 03 – 05 Agustus 2012.	Anggota Pelaksana	RKAT Prodi
2012	Petugas Monitoring dan Evaluasi	Anggota	RKAT Prodi

	(ME) Dana Bantuan Langsung (DBL) Program BERMUTU di Kabupaten Dharmasraya Provinsi Sumatera Barat, 07 – 09 Agustus 2012.	Pelaksana	
2012	Menjadi Tutor Matematika pada Diklat Pasca UKA Guru SD di Jawa Barat, penyelenggaranya Lembaga Penjamin Mutu Pendidikan (LPMP) Jawa Barat, di Lembang, 16-25 September 2012.	Tutor	LPMP Jabar
2012	Instruktur Pengabdian Kepada Masyarakat Prodi Pendidikan Ilmu Komputer, tentang Peningkatan Profesionalitas Guru Melalui Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah, bagi Guru SMAN 1 Warungkondang Cianjur Jawa Barat, 18 November 2012.	Anggota	RKAT Prodi
2013	Pemateri dalam acara Seminar Nasional dan Workshop 'Pengembangan Profesionalisme Guru Melalui Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi', pada Pengabdian pada Masyarakat di desa Nyalindung, Kecamatan Nyalindung, kabupaten Sukabumi, 31 Januari 2013.	Anggota	RKAT Prodi

V. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

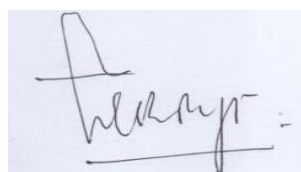
NO.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Tahun
1	Pengujian Validasi Model Beda Hingga dari Difusi Panas dalam Media yang Memuat Crack	Educare, Jurnal Pendidikan dan Budaya, FKIP UNLA	ISSN 1412-579X, Agustus 2006, Vol. 4 no. 1.
2	Enkripsi Data Sistem Kriptografi Kunci Publik Menggunakan Algoritma Diophantine	Jurnal Pengajaran MIPA, FPMIPA UPI	ISSN 1412-0917, Desember 2007, Vol. 9 no. 2.
3	Pengembangan Sistem E-Learning Berbasis Open Source untuk Sekolah Menengah	Jurnal Penelitian Pendidikan, Lembaga Penelitian UPI	ISSN 1412-565X, April 2008, Vol. 8 no. 1.
4	Pengembangan Sistem Penilaian	Mimbar	No. 4, Vol.

	Pembelajaran Elektronik (<i>E-Learning</i>) Berbasis WEB	Pendidikan, Jurnal Kependidikan, UPI,	XXXII, Tahun 2008, ISSN 0126-2025.
5	Model Sistem Informasi Kehadiran dan Penggajian	Jurnal PTIK Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi, UPI	ISSN : 1979 - 9462, Desember 2008, Vol. 1 no. 2.
6	Heri Sutarno, Enjang Ali Nurdin, dan Indikhiro Awalani, Penerapan Model Pembelajaran <i>Cooperative Integrated Reading and Composition</i> (CIRC) Berbasis Komputer untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran TIK	Jurnal PTIK	Juni 2010, Vol. 3 nomor 1.
7	Dedi Rohendi, Heri Sutarno, dan Ismaya Melaningsih, Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Murder Dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa	Jurnal PTIK	Desember 2010 Vol. 3 nomor 2.
8	Dedi Rohendi, Heri Sutarno, Lies Puji Lestari, Penerapan Model Pembelajaran <i>Auditory Intellectually Repetition</i> (AIR) dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Aplikasi Siswa pada Mata Pelajaran TIK	Jurnal PTIK	Juni 2011, Volume 4 nomor 1.
9	Heri Sutarno, Dedi Rohendi, Gigin Gantini Putri, Pengaruh Kompetensi Guru Mata Pelajaran TIK terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa	Jurnal Pengajaran MIPA	Oktober 2011, Volume 16 nomor 2.
10	Jarnawi Afgani Dahlan, Yaya Sukjaya Kusumah, Heri Sutarno, Pengembangan Model <i>Computer-Based E-Learning</i> untuk Meningkatkan Kemampuan <i>High Order Mathematical Thinking</i> Siswa SMA	Jurnal Pengajaran MIPA	Oktober 2011, Volume 16 nomor 2.
11	Diena Rauda Ramdania, Heri Sutarno, Waslaluddin, Penggunaan Media Flash Flip Book dalam Pembelajaran	Jurnal PTIK	Desember 2011 volume 4 nomor 2,

	Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa		halaman 25-29.
12	Ririn Apridola, Harsa Wara Prabawa, Heri Sutarno, Analisis Penggunaan Sistem Ujian Online Terintegrasi yang Teroptimalisasi oleh Remote Desktop dengan Menggunakan <i>Technology Accepted Model (TAM)</i>	Jurnal PTIK	Desember 2011 volume 4 nomor 2, halaman 30-41.
13	Annisa Nurhayati, Dedi Rohendi, Heri Sutarno, Penerapan Strategi Pembelajaran Peningkatan Kemampuan Berpikir (SPPKB) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Algoritma Pemrograman	Jurnal PTIK	Juni 2012, volume 5 nomor 1, halaman 5 – 8.
14	Lusy Kusuma Ninggalih, Heri Sutarno, Harsa Wara Prabawa, Penerapan Metode Pembelajaran <i>Picture and Picture</i> Berbantuan Multimedia untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ranah Kognitif Siswa pada Mata Pelajaran TIK	Jurnal PTIK	Juni 2012, volume 5 nomor 1, halaman 25 – 31.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah.

Bandung, september 2017



Drs. Heri Sutarno, M.T.
NIP. 195607141984031002

Anggota Pelaksana-2

BIO DATA

1. Nama : Maman Kusman Drs. ST., M.Pd.
2. NIP : 19531210 1984031002
3. Unit Kerja : Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI
4. Tempat, Tgl. Lahir : Bandung, 10 – 12 - 1953
5. Pangkat/Golongan : Pembina/IV a
6. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

RIWYAT PENDIDIKAN

NO	JENJANG	BIDANG STUDI	PERGURUAN TINGGI	LULUS
1	S.2	Administrasi Pendidikan	UPI	2005
2	S.1	Jurusan Pendidikan Teknik Mesin	IKIP Bandung	1981
3	S.1	Teknik Mesin	UNTAG	2002

ARTIKEL YANG DITERBITKAN DALAM JURNAL ILMIAH

NO	JUDUL ARTIKEL	JURNAL	TAHUN
1	Pengaruh Perlakuan Pengelasan TIG Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Makro Aluminium Paduan AL-MN JIS 3003	Jurnal Teknik Mesin TORSI	2007
2	Perpektif Pengelolaan Pendidikan di FPTK-UPI	Jurnl Invotec	2009

KEGIATAN PENELITIAN

NO	JUDUL PENELITIAN	SUMBER	TAHUN
	Managemen Pembelajaran di Workshop Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FPTK-UPI	Mandiri	1997

PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

NO.	NAMA KEGIATAN/TEMPAT	PERAN/JABATAN	TAHUN
1	Keterampilan Las untuk Para Tsantri YPI		

SEMINAR

NO.	TEMA	TEMPAT	TAHUN
1	Seminar dan Lokakarya Nasional "Standar Pendidik Bidang Pendidikan Teknologi dan Kujuruan Munurut PP.No 19/200 (Kualifikasi, Kopetensi dan Sertifikasi)	UPI-SMK	2007
2	Implementasi Kurikulum SMK 2004. dan Harapan Dunia Industri		
3	Managemen Riset di Perguruan Tinggi		

Bandung, September 2017

Yang bersangkutan



Drs. Maman Kusman, ST., M.Pd.

NIP. 19531210 198403 1 002