

**PENGEMBANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN
TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY
PADA MATERI ASAM BASA
FASE F SMA/MA**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar sarjana pendidikan*



Oleh :

**SRI RAHMADANI
NIM.19035054/2019**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Sri Rahmadani
NIM : 19035054
Program Studi : Pendidikan Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Terintegrasi *Augmented Reality* Pada Materi Asam Basa Fase F SMA/MA

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 29 Februari 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Guspatni, S.Pd., M.A	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Yerimadesi, S.Pd., M.Si	2. 
3	Anggota	Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D	3. 

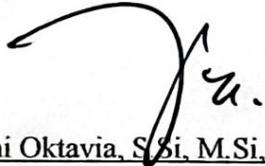
PERSETUJUAN SKRIPSI

Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Terintegrasi *Augmented Reality* Pada Materi Asam Basa Fase F SMA/MA

Nama : Sri Rahmadani
NIM : 19035054
Program Studi : Pendidikan Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 29 Februari 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



Guspatni, S.Pd., M.A
NIP. 19850831 200812 2 002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Sri Rahmadani
NIM : 19035054
Tempat/Tanggal Lahir : Ujung Batu, 11 Desember 1999
Program Studi : Pendidikan Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Terintegrasi
Augmented Reality Pada Materi Asam Basa Fase F
SMA/MA**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 29 Februari 2024
Yang Menyatakan



Sri Rahmadani
NIM:19035054

ABSTRAK

Sri Rahmadani: Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Terintegrasi

***Augmented Reality* pada Materi Asam Basa Fase F SMA/MA**

Augmented reality merupakan salah satu teknologi baru yang dapat mensimulasikan objek 2D dan 3D pada level makroskopis, mikroskopis dan simbolis serta teknologi yang dapat menampilkan visualisasi konsep kimia secara real-time dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa.

Jenis penelitian ini adalah *Educational Design Research* (EDR) dengan model Plomp. Subjek penelitian ini yaitu lima orang dosen kimia UNP, dua guru kimia SMA, dan dua belas peserta didik Fase F tahun ajaran 2023/2024. Instrumen dalam penelitian ini yaitu angket penelitian awal, lembar *checklist self evaluation*, angket validasi, lembar wawancara *one to one evaluation* dan angket praktikalitas.

Berdasarkan hasil *expert review* yang melibatkan tujuh ahli yang memberi respon kepada item-item angket dengan tujuh skala pilihan, data menunjukkan bahwa validasi konten, konstruk, dan kualitas teknik secara keseluruhan masuk dalam kategori “valid”. Hasil *one to one evaluation* yang dilakukan dengan tiga peserta didik menunjukkan bahwa aplikasi pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* memuat instruksi yang jelas dan tampilan yang menarik. Selanjutnya, evaluasi kepraktisan oleh peserta didik dan guru kimia data menunjukkan bahwa kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, dan manfaat secara keseluruhan masuk dalam kategori “praktis”. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa fase F SMA/MA valid dan praktis.

Kata Kunci: Aplikasi Pembelajaran, *Augmented Reality*, Asam Basa, Model Plomp

ABSTRAK

Sri Rahmadani: Development of Augmented Reality Integrated Learning Applications on SMA/MA Phase F Acid Base Material

Augmented reality is a new technology that can simulate 2D and 3D objects at macroscopic, microscopic and symbolic levels as well as technology that can display real-time and interactive visualizations of chemical concepts. This research aims to develop integrated Augmented Reality learning media on acid-base material..

This type of research is Educational Design Research (EDR) with the Plomp model. The subjects of this research were five UNP chemistry lecturers, two high school chemistry teachers, and twelve Phase F students for the 2023/2024 academic year. The instruments in this research are initial research questionnaire, self-evaluation checklist sheet, validation questionnaire, one to one evaluation interview sheet and practicality questionnaire..

Based on the results of an expert review involving seven experts who responded to questionnaire items with seven choice scales, the data shows that the overall validation of content, constructs and technical quality is in the "valid" category. The results of the one to one evaluation carried out with three students showed that the Augmented Reality integrated learning application contained clear instructions and an attractive appearance. Furthermore, practicality evaluation by students and chemistry teachers data shows that ease of use, time efficiency, and overall benefits fall into the "practical" category. Therefore, it can be concluded that the Augmented Reality integrated learning application on SMA/MA F phase acid-base material is valid and practical.

Kata Kunci: Learning Application, *Augmented Reality*, Acid Base, Plomp Model.

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Terintegrasi *Augmented Reality* pada Materi Sifat Asam Basa Fase F SMA/MA”**. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi rahmat bagi semesta alam dan suri tauladan umat manusia, sebab melalui baginda Nabi tersampainya ajaran Islam dengan sempurna sehingga manusia bisa keluar dari zaman jahiliyah.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, saran, masukan, dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Guspatni, S.Pd., M.A selaku dosen pembimbing skripsi dan dosen penasihat akademik.
2. Ibu Prof. Dr. Yerimadesi, S.Pd., M.Si dan Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembahas dan validator.
3. Ibu bali Yana Fitri, S.Pd., M.Pd, Ibu Dwi Finna Syolendra, M.Pd, Ibu Eka Yusmaita, M.Pd, Ibu Zulvadiyanti, S.Pd, dan Ibu Laksminawati Yunaz selaku validator.
4. Muhammad Nabil, Fauzi Arman Nauval dan Equilibrilio adilia selaku narasumber *one to one evaluation*.
5. Ibu Dr. Desy Kumiawati, M.Si selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

6. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
7. Orang tua, saudara, dan teman-teman penulis yang telah memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Skripsi ini ditulis dengan berpedoman kepada buku Panduan Skripsi Program S1 Kependidikan FMIPA Universitas Negeri Padang 2019. Sebagai langkah penyempurnaan, penulis mengharapkan bantuan, kritik, dan saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak. Semoga bantuan, kritik, serta saran tersebut dapat menjadi nilai ibadah disisi Allah SWT.

Padang, 25 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	6
D. Perumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJUAN PUSTAKA	8
A. Kajian Teori	8
1. Aplikasi Pembelajaran	8
2. <i>Argumented Reality</i> (AR)	10
3. Karakteristik Materi	17
B. Penelitian Relevan	21
C. Kerangka Berfikir	25
BAB III METODE PENELITIAN	28
A. Jenis Penelitian	28
B. Tempat dan Waktu Penelitian	29
C. Subjek Penelitian	30
1. Subjek uji validasi	30
2. Subjek uji praktikalitas	30
D. Objek Penelitian	30
E. Prosedur Penelitian	30
1. Tahap Investigasi Awal (<i>Preliminary Research</i>)	31

2.	Tahap Pembentukan Prototipe (<i>Prototyping Stage</i>).....	33
3.	Tahap Penilaian (<i>Assessment Stage</i>).....	36
F.	Jenis Data	38
G.	Instrumen Penelitian.....	38
1.	Angket Penelitian Awal.....	38
2.	Angket Uji Validitas.....	38
3.	Lembar Wawancara One To One Evaluation.....	39
4.	Angket Uji Praktikalitas	39
H.	Teknik Analisis Data.....	39
1.	Teknik Analisis Validasi	39
2.	Teknik Analisis Praktikalitas.....	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		42
A.	Hasil Penelitian	42
1.	Tahap Penelitian Awal (<i>Preliminary Research Phase</i>).....	42
2.	Tahap Pembentukan Prototipe (<i>Prototyping Phase</i>).....	45
B.	Pembahasan.....	59
BAB V PENUTUP.....		70
A.	Kesimpulan	70
B.	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN.....		78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Contoh Marker	12
2. Aplikasi Dengan Metode Markerless	12
3. Skema Kerangka Berfikir.....	27
4. Siklus Sistematis Educational Design Research	29
5. Kerangka Konseptual	33
6. Lapisan Evaluasi Formatif menurut Plomp (2013).....	34
7. Prosedur Penelitian Adopsi dan Modifikasi Plomp (2013).....	37
8. Kerangka Konseptual	44
9. Halaman Menu Utama	62
10. Halaman Pilihan Materi	62
11. Halaman Materi.....	63
12. Halaman Kuis.....	63
13. Halaman <i>Augmented Reality</i>	63
14. Halaman Soal Evaluasi	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. CP, TP, dan ATP.....	18
2. Contoh Produk Sains Materi Asam Basa	19
3. Skor Lembar Validasi	40
4. Hasil Validasi Konten	46
5. Hasil Validasi Konstruk	47
6. Hasil Validasi Technical Quality	48
7. Hasil Penilaian Ahli dan Revisi Validasi	48
8. Hasil Wawancara <i>One To One Evaluation</i>	51
9. Hasil Revisi <i>One To One Evaluation</i>	53
10. Hasil Kemudahan Penggunaan Oleh Guru	55
11. Efisiensi Waktu Pembelajaran Oleh Guru	56
12. Manfaat Aplikasi Oleh Guru	56
13. Kemudahan Penggunaan Oleh Peserta Didik	57
14. Efisiensi Waktu Pembelajaran Oleh Peserta Didik	58
15. Manfaat Aplikasi Oleh Peserta Didik	58
16. Daftar Nama Validator	130

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Rekapitulasi Jawaban Angket Guru	78
2. Salah Satu Bukti Jawaban Angket Guru	84
3. Rekapitulasi Jawaban Angket Peserta Didik.....	86
4. Flowchart Aplikasi	90
5. Storyboard Aplikasi	91
6. Angket Evaluasi Diri (Self-Evaluation)	94
7. Lembar Validasi	95
8. Lembar Praktikalitas	100
9. Instrumen One To One Evaluation	105
10. Tabel Koefisien Validitas Oleh Aiken'S (1985).....	108
11. Tinjauan Literatur.....	109
12. Surat Izin Penelitian Awal	120
13. Hasil Self-Evaluation	122
14. Manual Book Aplikasi	125
15. Daftar Nama Validator.....	130
16. Bukti Lembar Angket Validasi	131
17. Bukti Angket One to One Evolution.....	138
18. Bukti Angket Praktikalitas Guru.....	141
19. Bukti Praktikalitas Small Group	143
20. Surat Izin Penelitian	152
21. Bukti Dokumentasi Validasi Dengan Guru	153
22. Bukti Dokumentasi Praktikalitas.....	154
23. Surat Selesai Penelitian	155

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan media pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi saat ini semakin berkembang dan menjadi kebutuhan yang harus dikuasai oleh pendidik maupun peserta didik (Zahwa & Syafi'i, 2022). Sehingga Teknologi memiliki peran yang sangat penting, dalam bidang Pendidikan seperti kemunculan media digital yang dijadikan media pembelajaran dalam proses pembelajaran yang dapat dilakukan melalui internet (Indarta dkk, 2021).

Teknologi informasi dan komunikasi dalam dunia pendidikan dapat dimanfaatkan oleh pendidik untuk menciptakan media pembelajaran yang efektif, kreatif dan edukatif (Abdul Majir, 2019). Pendidik harus bisa mengembangkan kreativitasnya membuat sebuah media pembelajaran. Abad-21 menuntut para pendidik untuk dapat mengembangkan berbagai media pembelajaran berbasis teknologi. Salah satu hasil dari pengembangan teknologi yang banyak digunakan di abad-21 ini yaitu *Smartphone* dengan sistem operasi android (Abdul Majir, 2019).

Menurut data yang di lansir dari *Goodstats.id*, kementerian komunikasi dan informatika (kemenkominfo) menyatakan, bahwa penggunaan ponsel pintar sudah mencapai 167 juta jiwa dengan presentase 89% dari total penduduk Indonesia. Fenomena banyaknya pengguna *Samrtphone* menawarkan peluang besar untuk pengembangan teknologi yang bermanfaat di bidang Pendidikan (Burhanudin dkk, 2017). Menurut *Azhar* (2015:19) Menyatakan bahwa pemanfaatan media

pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat baru, menimbulkan motivasi dan merangsang kegiatan belajar bahkan memberikan efek psikologis bagi siswa (Burhanudin dkk, 2017).

Berdasarkan wawancara guru yang disebar di tiga sekolah yaitu di SMAN 3 Padang, SMAN 7 Padang dan SMA Pembangunan UNP. Guru di tiga sekolah tersebut menggunakan dua jenis media pembelajaran yaitu modul cetak dan *Power Point* (PPT). Media pembelajaran dengan menggunakan aplikasi berbasis android belum ada digunakan. Sedangkan *Smartphone* dengan sistem operasi android menjadi salah satu hasil perkembangan teknologi yang banyak digunakan saat ini (Khairini & Yogica, 2021).

Menggunakan *Android* sebagai sarana media pembelajaran dapat menghadirkan suasana baru dalam proses belajar. Selain itu, penggunaan media pembelajaran berbasis *Android* juga dapat meningkatkan semangat siswa untuk mempelajari materi yang ada dalam proses yang cepat, karena membawa beberapa keuntungan yaitu tampilan desain yang menarik baik dari segi tulisan, warna, animasi, dan gambar, serta dapat menggunakannya secara mandiri di sekolah maupun di luar sekolah (Khairini & Yogica, 2021).

Menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, kimia dikelompokkan kedalam ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah mengembangkan kompetensi yang menuntut peserta didik untuk memiliki pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam pembelajaran pengetahuan alam (Putri & Muhtadi, 2018). Menurut *Bowen & Bunce*, kemampuan

peserta didik dalam merepresentasikan masalah kimia dan menerjemahkannya ke dalam representasi makroskopis, submikroskopik, dan simbolik diperlukan untuk memahami konsep pembelajaran kimia. Materi pembelajaran dengan tiga tingkat representasi dan tingkat kesulitan konseptual yang tinggi yaitu asam basa. Hal ini karena pemahaman konsep asam basa membutuhkan integrasi dengan konsep lainnya, baik yang sudah diajarkan maupun yang akan diajarkan nantinya (Azizah dkk, 2022).

Berdasarkan angket yang sudah disebarakan kepada peseta didik di tiga sekolah tersebut diperoleh hasil 79,6 % peserta didik kesulitan memahami beberapa konsep pada materi asam basa kimia, sehingga sebagian besar peserta didik menghafal materi kimia dari pada secara aktif mencoba mengembangkan pemahaman konseptual. Berdasarkan penelitian Atika & Latisma (2022) tingkat kesulitan belajar peserta didik dengan persentase 77,2% pada indikator ke-1 yaitu analisis sifat larutan berdasarkan teori asam basa menurut *Arrhenius*, *Bronsted-Lowry* dan *Lewis*, termasuk pada kategori kesulitan belajar tinggi (Atika & Latisma, 2022). Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan oleh Azizah dkk (2022), kesulitan belajar terjadi pada semua konsep asam basa.

Salah satu cara untuk membantu peserta didik tersebut dengan memanfaatkan teknologi perangkat yang sudah banyak dimiliki. Jika melihat jumlah peserta didik yang menggunakan *Smartphone* setiap hari, kedua hal ini bisa digabungkan. Sehingga peserta didik tidak hanya dapat menggunakan *Smartphone* sebagai alat komunikasi, media sosial dan alat permainan saja, tetapi juga

mentransformasikannya menjadi sebuah inovasi pendidikan yang positif untuk mendukung sistem pembelajaran yang interaktif (Gunawan & Amaludin, 2021).

Dari permasalahan tersebut maka peneliti mengembangkan aplikasi *Mobile* terintegrasi *augmented reality*, dimana sistem operasi yang digunakan yaitu *android*. *Augmented reality* merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dan tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut ke dalam dunia nyata (Mufida & Harun, 2018). *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran dapat membantu peserta didik melihat permodelan materi pada tingkat partikel submikroskopik hal ini memungkinkan siswa mengamati visualisasi konsep abstrak yang hadir pada lingkungan nyata (Wulandari dkk, 2021).

Augmented Reality dapat memberikan derajat kebebasan sudut pandang, dikarenakan peserta didik dapat mengamati animasi baik dari sisi kanan, kiri, depan maupun belakang. Media pembelajaran yang terintegrasi *Augmented Reality* memungkinkan terciptanya suatu pembelajaran yang tidak terikat waktu dan tempat. Peserta didik dapat belajar kapan saja dan dimana saja melalui *smartphone* sebagai sarana *Augmented Reality* (Affandi dkk, 2014). Teknologi *Augmented Reality* dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi peserta didik sehingga membuat pembelajaran lebih menyenangkan dan efektif (Sarkar dkk, 2020). Teknologi *Augmented Reality* memberikan pengalaman belajar yang lebih dipersonalisasi, sehingga memungkinkan peserta didik untuk belajar dengan kecepatan mereka sendiri dan lebih fokus (Kose & Guner-Yildiz, 2021).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka peneliti memilih untuk mengembangkan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa untuk dapat menunjang proses pembelajaran di sekolah maupun pembelajaran mandiri di luar sekolah yang berpusat pada peserta didik. Serta membantu peserta didik memahami materi asam basa melalui metode yang berbeda yaitu representasi objek tiga dimensi dengan animasi yang membantu peserta didik untuk tertarik secara visual (Wisnu, 2020). Aplikasi ini dibuat agar peserta didik mempelajari materi asam basa dengan tampilan, materi dan fungsi yang menarik (Aulawi dkk, 2019). Adapun judul dari penelitian ini adalah “Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Terintegrasi *Augmented Reality* pada Materi Asam Basa Fase F SMA/MA”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut ini:

1. Sebagian besar peserta didik sulit memahami konsep pada materi asam basa.
2. Teknologi *Smartphone* di sekolah belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang dapat menuntun peserta didik menemukan konsep.
3. Belum digunakan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa.

C. Pembatasan Masalah

Dari beberapa masalah yang telah diidentifikasi, agar penelitian ini menjadi lebih terarah maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada pengembangan aplikasi pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa untuk fase F SMA/MA dan kelayakan media pembelajaran sampai penentuan validitas dan praktikalitas.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana aplikasi pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa dapat dikembangkan?
2. Apakah aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada materi asam basa fase F SMA/MA yang dikembangkan valid dan praktis?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan aplikasi pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa fase F SMA/MA.
2. Menentukan validitas dan praktikalitas dari aplikasi pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* pada materi asam basa fase F SMA/MA.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti, menambah pengetahuan dan kreatifitas dalam membuat media pembelajaran terbaru serta penyelesaian tugas akhir.
2. Bagi peniliti lainnya, sebagai referensi dalam melakukan penelitian, gambaran untuk peneliti selanjutnya, dan basis untuk penelitian lanjutan sehingga dihasilkan media yang efektif.