

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menjawab pertanyaan penelitian yang pertama, yaitu bagaimana cara merancang dan mengembangkan media pembelajaran berbasis *augmented reality*, peneliti melakukan tahap-tahap penelitian dan pengembangan mulai dari studi pendahuluan, perancangan dan pengembangan, hingga uji coba terbatas. Hasil dari tiap tahapan tersebut diungkapkan sebagai berikut:

4.1. Hasil Studi Pendahuluan

a. Analisis Umum

Penelitian dimulai dari studi literatur mengenai media pembelajaran berbasis *augmented reality* dan teori-teori pendukungnya. Sebagian dari hasil studi literatur tersebut telah dibahas pada BAB II dan dijadikan acuan teknis pengembangan media.

Selain studi literatur, studi lapangan juga dilakukan untuk mengetahui gambaran keadaan sebenarnya dari tempat penelitian, dan melihat pandangan siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan media berbasis *augmented reality*. Studi lapangan dilakukan dengan teknik wawancara tidak terstruktur dan penyebaran angket survei terhadap siswa dan guru mata pelajaran yang bersangkutan. Sedangkan untuk melihat respon siswa terhadap media yang akan dikembangkan, peneliti menunjukkan video demo teknologi *augmented reality* yang diunduh dari situs www.hitlabnz.org. Video berisi

pengenalan teknologi *augmented reality* dan penerapannya dalam bidang simulasi. Dalam video tersebut terlihat anak-anak sedang mencoba aplikasi *augmented reality* dengan teknik *marker based*. Video diberikan bersamaan dengan pemberian angket survei. Berikut hasil wawancara yang telah dirangkum mengenai hambatan yang dialami dan dukungan dalam proses pembelajaran, khususnya dalam materi pengenalan pengenalan *hardware* komputer:

Tabel 4.1: Hasil Wawancara

Hambatan	Dukungan
<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya media dan bahan / sumber belajar contohnya alat peraga • Belum maksimalnya penggunaan media pembelajaran • Sekolah masih baru berdiri sehingga masih terus berbenah baik dari segi kurikulum maupun segi infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Semangat siswa untuk belajar tinggi • Guru-guru TIK sudah sesuai dengan kualifikasinya • Para tenaga pengajar sangat terbuka dengan ide-ide baru yang dapat membantu proses belajar mengajar

Sedangkan untuk hasil pengumpulan angket survei dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.2: Hasil angket survei

No	Pertanyaan	Pilihan	f	%
1	Selama ini metode apa yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran pada materi pengenalan <i>hardware</i> ?	Ceramah	5	100
		Diskusi dan presentasi kelompok	0	0
		Demonstrasi	0	0
		Simulasi menggunakan media pembelajaran	0	0
		Lainya	0	0
		Σ	5	100
2	Adakah hambatan yang dialami oleh anda dalam kegiatan pembelajaran pada materi pengenalan <i>hardware</i> ? Jika ya, apa saja hambatannya?	Kurangnya alat peraga	4	80
		Materi yang sulit	0	0
		Masalah motivasi	1	20
		Lainya	0	0
		Σ	5	100
3	Apakah anda mengetahui tentang teknologi <i>augmented reality</i> sebelumnya?	Ya	0	0
		Tidak	5	100
		Σ	5	100
4	Menurut anda apakah menarik jika dikembangkan media pembelajaran berbasis <i>augmented reality</i> untuk materi pengenalan <i>hardware</i> ?	Ya	5	100
		Tidak	0	0
		Σ	5	100

Dari tabel di atas dapat dianalisis hal-hal sebagai berikut:

- 1) Menanggapi pertanyaan nomor 1, ternyata metode ceramah merupakan metode pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam menerangkan materi pengenalan *hardware*.

- 2) Mengenai hambatan yang dialami oleh para siswa dan guru dalam kegiatan pembelajaran pada materi pengenalan *hardware*, sebagian besar siswa merasa terhambat oleh kurangnya alat peraga. Namun ada juga seorang responden yang menjawab karena masalah motivasi.
- 3) Dari kelima responden, semuanya mengaku tidak pernah mengetahui teknologi *augmented reality* sebelumnya. Hal ini bukan suatu masalah yang akan menghambat bagi pengembangan media yang akan dilakukan, tetapi justru menjadi peluang yang tepat bagi peneliti untuk mengenalkannya kepada siswa dalam proses pembelajaran.
- 4) Setelah diberikan video demo dan sedikit penjelasan mengenai *augmented reality*, seluruh responden tertarik dan memberikan respon yang antusias terhadap rencana pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality*.

Untuk pertanyaan poin 5, karena bentuknya sedikit berbeda maka dipisahkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.3: Hasil angket survei (poin 5)

No	Kriteria media pembelajaran	SP	P	TP	STP	Σ
		f	f	f	f	
1	Relevan dengan tujuan pembelajaran	3	2	0	0	5
2	Materi yang mudah dicerna	4	1	0	0	5
3	Dapat mengatasi kurangnya alat peraga	3	2	0	0	5
4	Membebaskan siswa untuk bereksplorasi	1	4	0	0	5
5	Tampilan yang menarik	4	1	0	0	5
6	Dapat meningkatkan motivasi belajar	4	1	0	0	5
7	Praktis / mudah dalam penggunaan	5	0	0	0	5

- 1) Mengenai relevansi dengan pembelajaran dan dapat mengatasi kurangnya alat peraga, 60% siswa menjawab *sangat penting* dan 40% siswa menjawab *penting*.
- 2) Hampir seluruh siswa menganggap bahwa materi yang mudah dicerna, tampilan yang menarik, dan dapat meningkatkan motivasi belajar, merupakan hal yang *sangat penting* dalam suatu media pembelajaran.
- 3) Pada indikator membebaskan siswa untuk bereksplorasi, hanya satu orang yang menjawab *sangat penting*, sedangkan mayoritas menjawab *penting*.
- 4) Praktis / kemudahan dalam penggunaan merupakan hal yang paling ditekankan oleh para siswa. Terlihat dari seluruh responden yang menjawab *sangat penting* pada indikator ini.

Dari penjelasan diatas terlihat jawaban responden pada semua kriteria berkisar antara SP (*sangat penting*) dan penting (P). Oleh karena itu ketujuh kriteria di atas akan menjadi pertimbangan utama dalam pengembangan media.

Mengacu pada hasil studi literatur, studi lapangan dan angket survei, maka peneliti merancang sebuah media pembelajaran dengan kriteria sebagai berikut:

- Media pembelajaran ini membahas tentang materi pengenalan komputer dan komponen-komponennya (*hardware* komputer).

- Untuk menyesuaikan dengan tempat penelitian, maka media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang akan dikembangkan dipilih yang berjenis *desktop application* dan menggunakan teknik *marker based*.
- Karena media ini menggunakan teknik *marker based*, maka membutuhkan dua bagian yaitu media yang dicetak dan aplikasi *Augmented reality*.
- Media cetak yang akan dibuat berbentuk buku dan peneliti beri nama ARbook (singkatan dari *Augmented Reality Book*).
- Diharapkan media ini dapat menunjang pembelajaran dengan mengatasi masalah kurangnya peralatan praktikum atau alat peraga (dalam hal ini *hardware-hardware* komputer).
- Kriteria-kriteria media yang diinginkan siswa (yang didapat dari hasil survei) menjadi pertimbangan utama dalam pengembangan media.

b. Analisis Pengguna

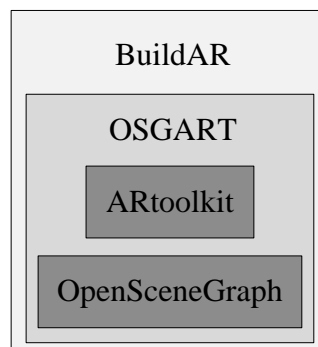
Sesuai dengan hasil studi lapangan, penggunaan media pembelajaran ini ditujukan kepada siswa kelas X Sekolah Menengah Kejuruan pada mata pelajaran Keterampilan Komputer dan Pengelolaan Informasi (KKPI). Namun mengingat materi pelajaran yang diangkat cukup umum (pengenalan *hardware* komputer), maka tidak tertutup kemungkinan media pembelajaran ini dapat digunakan oleh user lain disamping objek penelitian diatas.

c. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *augmented reality* ini, diperlukan setidaknya tiga jenis perangkat lunak. Yang pertama yaitu perangkat lunak untuk mengolah objek 3 dimensi, selanjutnya perangkat lunak pengolah gambar (untuk keperluan *layout* dan *texturing*), dan yang terakhir perangkat lunak pembangun aplikasi *augmented reality* itu sendiri. Setelah mempelajari dan mempertimbangkan beberapa hal maka dipilihlah perangkat lunak sebagai berikut:

1) BuildAR (versi 1.1)

BuildAR adalah perangkat lunak utama pada penelitian ini, berfungsi sebagai aplikasi pembangun *augmented reality*. BuildAR dikembangkan oleh HIT lab NZ (*The Human Interface Technology Laboratory New Zealand*) sejak tahun 2008. Program ini merupakan pengembangan dari OSGART. OSGART sebenarnya adalah pengembangan ARtoolkit yang dikolaborasikan dengan OpenSceneGraph. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bagan dibawah ini:



Gambar 4.1 : Struktur program BuildAR

Penjelasan mengenai istilah-istilah diatas adalah sebagai berikut:

- ARToolKit

ARToolKit adalah *library* utama untuk membangun aplikasi *augmented reality*. Diciptakan pertama kali oleh Dr. Hirokazu Kato dalam bahasa C++. Tujuan utama dari *library* ini adalah untuk melakukan pencitraan virtual ke dunia nyata secara *overlay*. Untuk melakukan ini, ARToolKit menggunakan pelacakan video, untuk menghitung posisi kamera yang nyata dan mengorientasikan pola pada kertas marker secara *realtime*. Setelah posisi kamera yang asli diketahui, maka *virtual camera* dapat diposisikan pada titik yang sama, dan objek virtual akan digambarkan diatas marker.

- OpenSceneGraph (OSG)

OpenSceneGraph merupakan *Toolkit* 3 dimensi dengan performa tinggi berbasis *open source*, yang digunakan oleh pengembang aplikasi di bidang-bidang seperti simulasi visual, game, *virtual reality*, visualisasi ilmiah dan pemodelan. Ditulis seluruhnya dalam bahasa C++, hasil akhirnya berbentuk *object oriented framework* dan dimasukkan *library* OpenGL (*rendering engine* seperti directX pada microsoft) yang bersifat *cross-platform* kedalamnya.

- OSGART

OSGART adalah *library* yang menyederhanakan pengembangan *augmented reality* atau aplikasi *mixed reality* dengan menggabungkan ARToolKit *library* dengan

OpenSceneGraph. Namun tidak sekedar menggabungkan keduanya, *library* OSGART juga menawarkan 3 fungsi tambahan yaitu tingkat integrasi tinggi pada input video (objek video, shader), *spatial registration* (marker-based, pelacak ganda), dan *photometric registration* (oklusi, bayangan).

Dari bagan dan penjelasan diatas terlihat struktur dari program BuildAR, yaitu *library* OSGART (yang berisi *library* ARToolKit dan *library* OpenSceneGraph), ditambahkan GUI (*graphical user interface*) di dalamnya. Dengan GUI tersebut menjadikan BuildAR program yang cukup mudah untuk membangun *augmented reality scene* secara cepat dan efisien. BuildAR juga mendukung bermacam-macam format File 3 dimensi, seperti OSG, IVE, 3ds, Obj, VBX, dan masih banyak lagi.

Berikut kelebihan serta kekurangan program BuildAR yang peneliti temukan:

Tabel 4.4: Kelebihan dan kekurangan BuildAR

Kelebihan	Kekurangan
Berbasis GUI sehingga memudahkan penggunaan	Pada OS 64 bit kadang aplikasi tidak dapat membaca kamera yang terpasang (<i>blank screen</i>).
Program ringan dan respon cepat	jika data dipindahkan ke <i>directory</i> lain atau komputer lain maka harus dilakukan pengeditan file AR data.XML, jika tidak <i>Scene</i> yang disimpan akan gagal di- <i>load</i> .
Berbasis <i>open source</i>	Muncul efek kerlip pada penggunaan VGA ATI.

2) 3DS MAX (versi 2010 32-bit)

3DS MAX merupakan program utama untuk membuat objek 3 dimensi pada penelitian ini. Sebagian besar proses mulai tahap *modeling*, *texturing*, *labeling* dan *animating* semuanya dilakukan dalam program ini.

3) OSGexp (versi 0.9.7)

OSGexp merupakan *plugin exporter* yang diinstallkan pada program 3DS MAX. Dengan *plugin* ini file MAX dapat di-*export* menjadi OSG atau IVE agar kemudian dapat dibaca oleh program buildAR. OSGexp menyediakan dua fitur utama, yang pertama yaitu *save option* yang memungkinkan kita untuk melakukan setting berbagai parameter file MAX sebelum file tersebut di-*export* dalam bentuk IVE. Yang kedua yaitu fitur OSG *helper* yang dapat membantu mengatasi beberapa masalah kompatibilitas pada proses konversi file MAX menjadi IVE, misalnya masalah kompatibilitas animasi.

4) Corel Draw (versi X5)

Corel Draw adalah perangkat lunak pengolah gambar berbasis *vector*. Pada penelitian ini, Corel Draw digunakan untuk membuat pola marker dan melayout ARbook.

5) Photoshop (versi CS5)

Photoshop adalah perangkat lunak pengolah gambar berbasis bitmap. Photoshop pada penelitian ini digunakan untuk membuat dan mengolah tekstur (yang dinamakan *baked material*) untuk diterapkan pada model 3 dimensi yang sebelumnya dibuat dalam program 3DS MAX.

d. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk menjalankan perangkat lunak di atas, tentunya dibutuhkan perangkat keras dengan spesifikasi yang cukup. Adapun spesifikasi minimum perangkat keras untuk menjalankan 5 perangkat lunak diatas adalah:

- 1) CPU 2.0 GHz
- 2) RAM 1 Gb
- 3) HDD 20 Gb
- 4) VGA 128 Mb
- 5) Monitor 1024 x 768 pixel
- 6) Webcam (1,3 Mega pixel)
- 7) Printer berwarna

Sedangkan spesifikasi *hardware* yang digunakan saat pengembangan:

- 1) CPU Quadcore
- 2) RAM 4 Gb DDRII
- 3) HDD 500 Gb x 2
- 4) VGA 512 Mb
- 5) Monitor 1600 x 900 pixel
- 6) Web cam (1,3 Mega pixel)
- 7) Printer berwarna

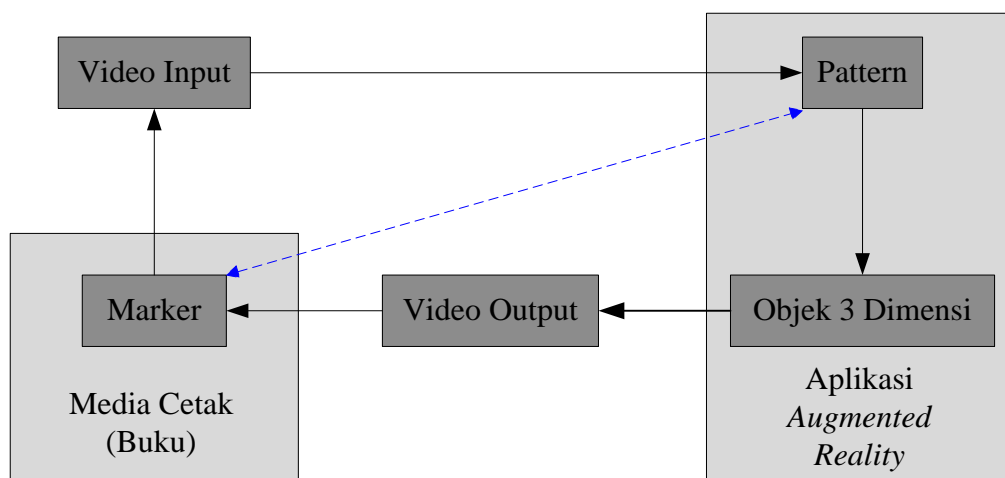
Spesifikasi diatas tidak bersifat mutlak dan menurut penulis sudah lebih dari cukup. Yang harus diperhatikan dalam penelitian ini adalah jenis *webcam* yang digunakan. Semakin besar resolusi kamera semakin baik output yang

dihasilkan. Untuk kemudahan juga maka dipilih *webcam* yang dilengkapi *stand*.

4.2. Perancangan dan Pengembangan Media

Mengacu pada tahap analisis yang telah dilakukan, peneliti melanjutkan ke tahap perancangan dan pengembangan. Tahap perancangan dimulai dengan pembuatan skema media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang akan dikembangkan.

Untuk lebih jelasnya, skema media yang telah dirancang dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 4.2 : Skema Media Pembelajaran berbasis *Augmented Reality*

Dari skema diatas terlihat struktur media yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu dalam bentuk fisik (media cetak berupa buku), dan aplikasi *Augmented Reality* dimana keduanya saling melengkapi. Dapat dilihat juga komponen

yang harus dibuat yaitu marker, *pattern*, dan objek 3 dimensi. Penjelasan tentang cara kerja media dilihat dari skema diatas yaitu:

- 1) Marker dalam ARbook dibaca oleh kamera sebagai video input
- 2) Video marker yang masuk akan dibaca oleh aplikasi dan diidentifikasi sebagai *pattern* dengan ID tertentu
- 3) aplikasi akan memanggil objek 3 dimensi sesuai dengan ID *pattern* yang terbaca
- 4) objek 3 dimensi tersebut kemudian ditampilkan diatas marker melalui video output.
- 5) Proses nomor 1 akan diulang terhadap marker-marker berikutnya, sehingga satu marker berkorespondensi dengan satu *pattern* dan satu *pattern* berkorespondensi dengan satu objek 3 dimensi.

Setelah perancangan dan kebutuhan perangkat selesai disiapkan, proses penelitian berlanjut ke tahap pengembangan. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan dan penjelasannya.

a. Pembuatan Naskah *ARbook*

Sebagaimana dikemukakan sebelumnya bahwa bentuk akhir dari media pembelajaran yang akan dibuat berbentuk buku, maka pembuatan naskah merupakan tahap yang krusial. Naskah pada proses pembuatan buku sama pentingnya dengan *story board* pada pembuatan multimedia interaktif. Naskah dibuat mengacu pada kurikulum, silabus, dan lebih spesifik lagi yaitu modul materi pada mata pelajaran KKPI kelas X semester 1 yang digunakan sekolah

tempat penelitian. Selain itu ditambahkan juga beberapa materi pendukung dari sumber-sumber lain seperti internet.

Dengan mengacu pada naskah yang telah dibuat, penulis kemudian menentukan berbagai macam model 3 dimensi yang akan dibuat. Agar model yang dibuat akurat dan mendekati bentuk objek yang sebenarnya, penulis menggunakan dua sumber referensi. Yang pertama yaitu sumber berupa gambar-gambar maupun video dari internet. Yang kedua referensi dari objek yang sebenarnya.

Karena setiap *peripheral* sangat bervariasi tergantung dari seri dan produsennya, maka penulis memilih *peripheral-peripheral* yang cukup mudah untuk dibuat namun tetap dapat mewakili konten materi. Berikut objek-objek yang akan dibuat model 3 dimensi beserta *properties*-nya.

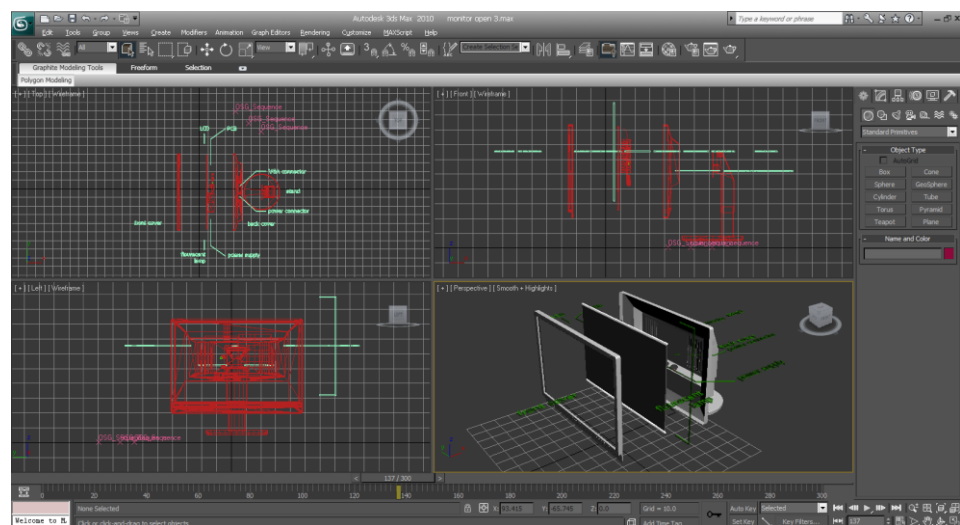
Tabel 4.5: Daftar perencanaan model 3 dimensi

No	Nama	Modeling	Texturing	Animating	Ket. part	Sumber model	Keterangan
1	cpu	ya	ya	tidak	ya	intel pentium 4	
2	heatsink	ya	tidak	tidak	ya	Heat Sink Fan	
3	motherboard	ya	ya	tidak	ya	P4SBA	
4	RAM	ya	ya	tidak	ya	DDR II	
5	HDD	ya	tidak	ya	ya	modifikasi penulis	
6	ODD	ya	ya	ya	ya	modifikasi penulis	
7	VGA card	ya	ya	tidak	ya	NVIDIA G-force 440	
8	sound card	ya	ya	tidak	ya		tidak dipakai
9	PSU	ya	ya	tidak	ya	ATX standar	
10	kabel-kabel	ya	ya	tidak	ya		tidak dipakai
11	monitor	ya	ya	ya	ya	LCD monitor	
12	casing	ya	ya	tidak	ya	cooler master	
13	mouse	ya	ya	ya	ya	optic PS/2	
14	keyboard	ya	ya	ya	ya	SVEN PS/2	
15	PC old	ya	ya	tidak	ya	modifikasi penulis	
16	PC new	ya	ya	tidak	ya	modifikasi penulis	
17	bagan peripheral	ya	ya	ya	ya	cooler master	
18	opening	ya	ya	ya	tidak	-	tambahan
19	daftar pustaka	ya	ya	tidak	tidak	-	tambahan

b. Pembuatan objek-objek tiga dimensi

1) Tahap *Modeling*

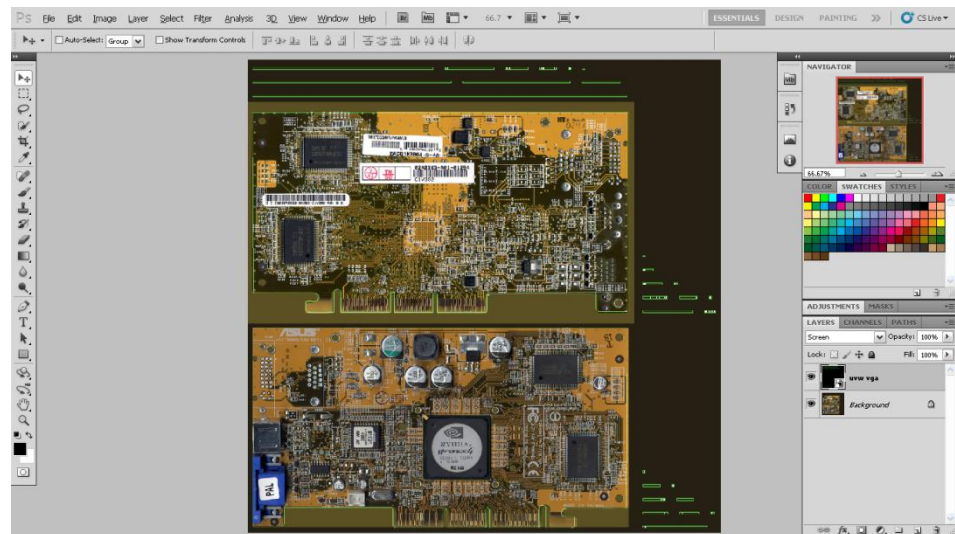
Penulis mulai melakukan *modeling* (pembuatan geometri 3 dimensi) objek satu-persatu dengan 3DS MAX, mengacu pada referensi yang telah dikumpulkan sebelumnya. Sebagian besar teknik *modeling* yang digunakan adalah *polygon modeling*.



Gambar 4.3 : Proses *modeling* dalam program 3DS MAX

2) Tahap *Texturing*

Setelah proses *modeling*, selanjutnya adalah proses *texturing*. Tujuan dari *texturing* tidak hanya membuat tampilan model menjadi lebih realistis, tetapi juga meringankan proses *modeling*. Sampel tekstur semuanya diambil dari internet, dibuat dengan teknik *UVW mapping* di 3DS MAX dan diolah di photoshop.



Gambar 4.4 : Proses *texturing* dalam program Photoshop

3) Tahap *Animating*

Hanya sedikit animasi yang dapat diterapkan, dikarenakan model-model yang dibuat pada dasarnya memang bersifat statis/diam. Animasi diterapkan untuk melihat bagian-bagian model (*exploded view*) atau untuk sekedar menggambarkan cara kerjanya secara sederhana saja.

4) Tahap *Exporting*

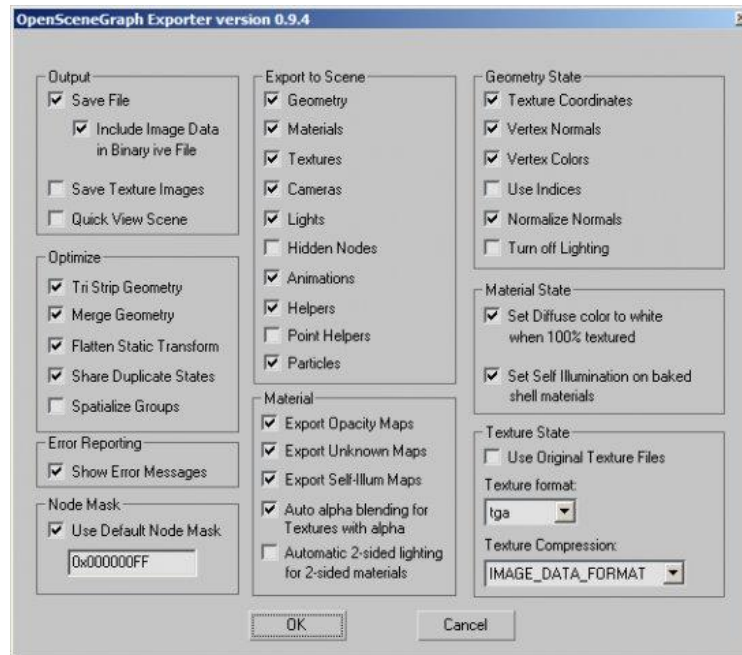
Mengingat model yang telah dibuat akan di-*export* dalam format IVE dan ditampilkan dalam program buildAR, pada setiap tahap mulai dari *modeling*, *texturing*, hingga *animating*, harus dilakukan pengecekan apakah keluaran model 3 dimensi sudah sesuai dengan keinginan. Ada dua cara untuk mengeceknya, yang pertama yaitu merender model menggunakan *scanline* rendering, dan yang kedua melalui jendela *preview* pada plugin OSGexp. Jika hasil keluaran belum sesuai keinginan, maka dicari penyebabnya dan tahapan-

tahapan diatas (modeling, texturing atau animating) diulangi lagi. Berikut berbagai masalah yang ditemukan pada tiap tahap dan usaha penulis untuk mengatasinya:

Tabel 4.6 : Masalah dan Penanganan pada tahap *modeling*,
texturing dan animating

Masalah	Penanganan
Tahap <i>Modeling</i>	
Model harus Low poly (polygon count<1000)	Compress/efisiensi modeling (konsekuensi Objek tidak bisa terlalu rumit)
Model tidak keluar pada preview OSGexp	Lakukan Reset x-form pada model
Tahap <i>texturing</i>	
Bentuk Polygon pada Model rumit	Gunakan Uvw mapping (baked material)
Reflected material tdk bekerja	-
Wireframe material tidak bekerja	-
Texture blur /tidak jelas	Tidak diketahui penyebabnya
Tahap <i>Animating</i>	
Objek yang di-group tidak bisa dianimasikan	Dipisahkan atau di merge
Objek editable Mesh tidak bisa dianimasikan	Convert ke editable poly
Animasi kompleks tidak bekerja	Gunakan sequence helper (konsekuensi File hasil export yaitu file IVE menjadi besar)
Animasi lambat atau malah lebih cepat dari seharusnya	Tidak diketahui
Rigging animation tidak bekerja	Belum tersedia solusinya dalam OSG

Setelah tidak terdapat lagi kesalahan maka model 3 dimensi di-*export* menggunakan OSGexp ke dalam format IVE, dengan parameter-parameter sebagai berikut:



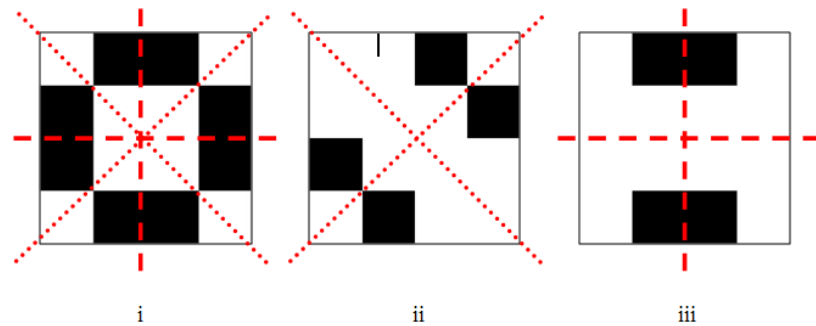
Gambar 4.5: *Export Setting* pada OSGexp

c. Pembuatan marker

Sesuai dengan namanya marker digunakan sebagai medium untuk membantu memunculkan objek 3 dimensi (yang telah dibuat sebelumnya) pada aplikasi *augmented reality*. Marker yang dibuat dalam program CorelDraw kemudian diubah kedalam format patt melalui *pattern generator* untuk selanjutnya diberi ID terhadap objek tertentu, artinya satu marker untuk satu objek 3 dimensi.

Pembuatan pola marker sebenarnya sangat mudah, namun setelah mengadakan berkali-kali tes terhadap marker yang dibuat, penulis menyimpulkan beberapa hal yang perlu diperhatikan:

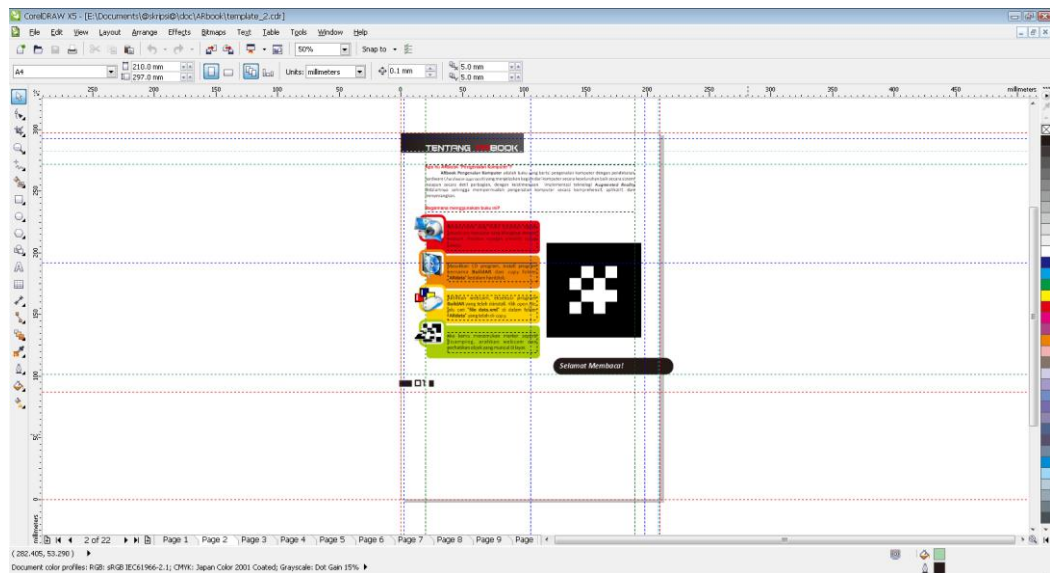
- Pola marker tidak boleh simetris, baik secara vertikal, horizontal, maupun diagonal. Pola marker yang seperti ini sebenarnya tidak akan mempengaruhi keberhasilan program dalam menampilkan objek 3 dimensi, hanya saja objek yang di-*load* akan me-*reset* posisinya terus menerus karena kesalahan program dalam mengidentifikasi marker saat diputar atau dimiringkan pada sudut tertentu terhadap *webcam*.
- Pola marker dibuat sesederhana mungkin agar proses identifikasi lebih cepat, namun harus tetap bersifat unik. Poin ini harus diperhatikan mengingat *hardware* pendeteksi marker yaitu *webcam* yang digunakan memiliki resolusi tidak terlalu besar (berkisar antara 0,3 sampai 1,3 mega pixel)
- Marker dicetak di kertas dope atau tidak mengkilat. Hal tersebut untuk menghindari pantulan cahaya berlebihan pada marker yang dapat mengganggu proses pembacaan marker karena tahap kalibrasi tidak dapat dilakukan.
- Ukuran optimal marker untuk media cetak berkisar antara 5-10 cm² dengan kamera 1,3 mega pixel.



Gambar 4.6: Contoh marker yang kurang baik i) simetris horizontal, vertikal, diagonal. ii) simetris diagonal. iii) simetris horizontal dan vertikal

d. Perancangan layout *ARBook*

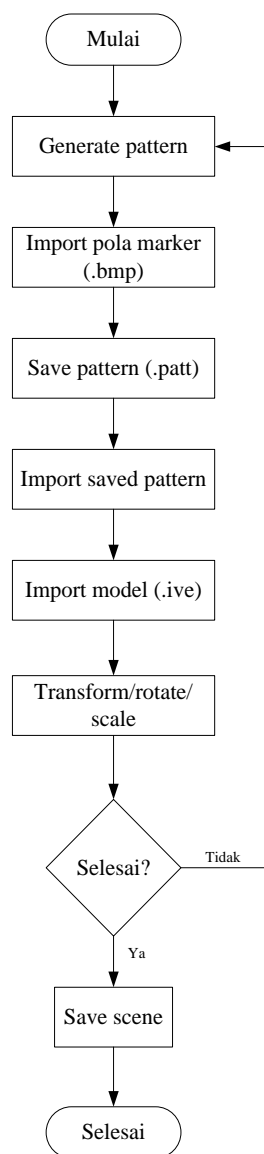
Pada tahap ini materi yang terdapat dalam naskah di-*layout* ke bentuk buku dengan program CorelDraw. Tidak lupa gambar-gambar marker juga dimasukkan ke dalam *layout* sesuai dengan bahasannya. Beberapa gambar pendukung juga dimasukkan untuk menambah estetika *layout*.



Gambar 4.7: Proses *layout* dalam program CorelDraw

e. Packaging dan uji coba prototype

Ketiga komponen di atas yaitu model 3 dimensi, marker, dan terakhir *layout* buku telah dibuat. Selanjutnya adalah menggabungkan ketiga komponen tersebut dan mengujinya dalam program BuildAR. Sebelumnya *layout* buku dicetak terlebih dahulu. Untuk melakukan uji coba dalam program BuildAR dilakukan prosedur sebagai berikut:



Gambar 4.8: *Flowchart* Penggunaan Program BuildAR

Scene yang di-*save* selanjutnya dapat dibuka untuk ditampilkan saja atau diedit kembali. Pada tahap ini media pembelajaran telah selesai dan siap dipakai. Berikut tabel ujicoba dan hasil keluarannya:

Tabel 4.7: Test model 3 dimensi

No	Test case	Model	Material	Animasi	Posisi	Ukuran	Rotasi
1	Load cpu.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	Load heatsink.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	Load motherboard.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	Load RAM.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	Load HDD.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	Load ODD.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	Load VGA card.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	Load PSU.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	Load monitor.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	Load casing.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	Load mouse.IVE	OK	error	OK	OK	OK	OK
12	Load keyboard.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	Load PC new.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	Load bagan peripheral.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	Load opening.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	Load daftar pustaka.IVE	OK	OK	OK	OK	OK	OK

4.3. Validasi Produk oleh pakar dan Pengguna

Validasi diperlukan untuk mengetahui apakah produk sudah layak untuk diujikan secara terbatas atau belum. Langkah ini juga dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang kedua, yaitu bagaimana kelayakan media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang dikembangkan untuk diujicobakan secara terbatas. Proses validasi produk ini dibagi menjadi dua yaitu validasi oleh pakar (disebut *expert judgement*), yang kedua validasi oleh pengguna. Validasi pakar atau ahli dibagi lagi menjadi dua yaitu oleh ahli media dan ahli materi.

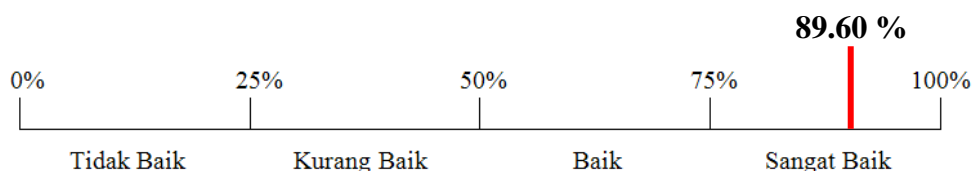
a. Validasi Oleh Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh dosen yang kompeten di bidang pendidikan, dan juga guru yang mengampu mata pelajaran KPPI di sekolah yang dijadikan tempat penelitian. Aspek yang dinilai ahli materi adalah aspek umum, aspek pembelajaran, aspek substansi materi, dan aspek komunikasi visual. Berikut hasil validasi ahli materi:

Tabel 4.8: Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Jumlah soal	Skor Kriteria	Jumlah Penguji	Perolehan Skor	Persentase
1	Umum	5	20	2	37	92.50 %
2	Pembelajaran	11	44	2	79	89.77 %
3	Substansi Materi	4	16	2	28	87.50 %
4	Komunikasi Visual	11	44	2	78	88.64 %
Rata-rata						89.60 %

Dari tabel diatas terlihat hasil *judgement* dari para ahli materi, mulai dari aspek umum hingga aspek komunikasi visual dengan rata-rata 89.60 % atau dikategorikan Sangat Baik. Dalam bentuk bagan *rating scale* bisa dilihat dibawah ini:



Bisa dilihat bahwa aspek yang mendapat penilaian paling besar adalah aspek umum sebesar 92.50 %, sedangkan aspek dengan nilai terendah

adalah aspek substansi materi sebesar 87.50 %. Untuk komentar, saran dan rekomendasi diungkapkan secara verbal oleh para ahli materi untuk keperluan revisi, yang akan dibahas pada poin selanjutnya.

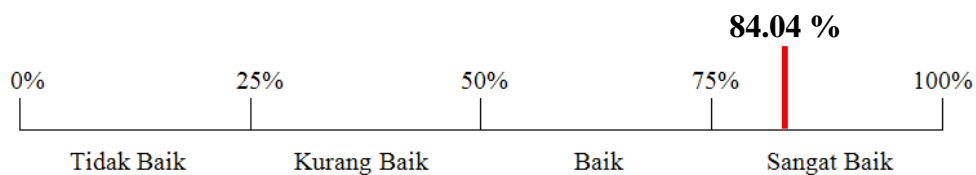
b. Validasi Oleh Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh dosen yang kompeten di bidang rekayasa perangkat lunak dan pengembangan media pembelajaran. Adapun aspek yang dinilai yaitu aspek umum, aspek media, dan aspek komunikasi visual. Hasil validasi oleh ahli media yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.9: Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Jumlah soal	Skor Kriteria	Jumlah Penguji	Perolehan Skor	Persentase
1	Umum	5	20	2	36	90.00 %
2	Media	9	36	2	57	79.17 %
3	Komunikasi Visual	11	44	2	73	82.95 %
Rata-rata						84.04 %

Untuk *judgement* yang dilakukan oleh ahli media, rata-rata yang didapatkan dari ketiga aspek adalah 84.04 %. Aspek umum masih menempati nilai tertinggi dengan 90.00% dan untuk nilai terendah didapat oleh aspek media yaitu sebesar 79.17 %. Secara keseluruhan dapat disimpulkan media yang dikembangkan mendapat penilaian Sangat Baik.



Selain itu, terdapat komentar, saran dan masukan dari ahli media yang akan dibahas dalam poin 4.4. yaitu revisi produk.

c. Validasi Oleh Pengguna

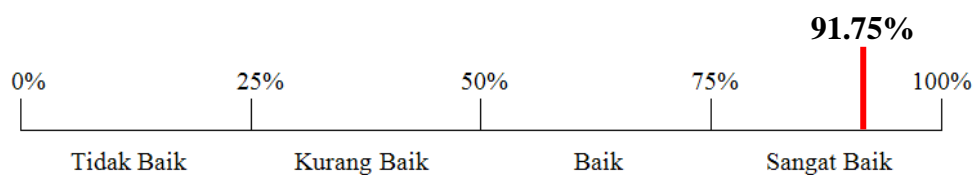
Selain validasi ahli dilakukan juga validasi oleh pengguna sebelum produk diujicobakan di lapangan. Karakteristik penguji dicari yang sama atau diusahakan mirip dengan karakteristik siswa yang dijadikan objek penelitian. Aspek penilaian yang dipakai juga sama dengan aspek yang dipakai untuk uji coba terbatas. Hasil dari validasi pengguna dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.10: Hasil Validasi Pengguna

No	SS	S	TS	STS	Perolehan Skor	Persentase
	f	f	f	f		
1	5	0	0	0	20	100
2	4	1	0	0	19	95
3	5	0	0	0	20	100
4	1	4	0	0	16	80
5	0	0	3	2	17	85
6	2	3	0	0	17	85
7	5	0	0	0	20	100
8	0	0	3	2	17	85
9	0	0	0	5	20	100
10	3	2	0	0	18	90
11	4	1	0	0	19	95
12	0	0	0	5	20	100
13	0	5	0	0	15	75
14	0	0	2	3	18	90

15	0	0	4	1	16	80
16	5	0	0	0	20	100
17	0	0	2	3	18	90
18	0	0	1	4	19	95
19	0	0	2	3	18	90
20	0	0	0	5	20	100
Total Skor					367	91.75

Dari tabel diatas didapatkan total skor 367. Dengan 4 adalah skor tertinggi, 5 adalah jumlah responden, dan 20 adalah jumlah soal, maka skor kriteriumnya adalah $4 \times 5 \times 20 = 400$. Sehingga perolehan persentasenya sebesar $(367/400) \times 100\% = 91.75\%$, atau dapat dikategorikan sangat baik.



Untuk bagian pendapat (kelebihan, kekurangan, kritik dan saran) dari validasi pengguna, akan dijadikan acuan revisi digabung dengan pendapat dari ahli media dan ahli materi.

4.4. Revisi Produk

Dari ketiga hasil validasi, didapat berbagai masukan dan saran untuk keperluan perbaikan sebagai berikut:

- Sebisa mungkin media berbasis *augmented reality* yang dikembangkan ini dikondisikan mudah untuk diperbaharui oleh *end user* sekalipun. Untuk mengatasi hal ini penulis membuat *user guide* yang setidaknya dapat

membantu pengguna kedepannya jika terdapat pembaharuan yang dilakukan penulis terhadap media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang telah dikembangkan ini.

- Warna teks keterangan kurang terlihat. Hal ini terjadi saat objek 3 dimensi yang dimunculkan dilihat dari sudut tertentu dan bertumpuk dengan warna lingkungan sekitarnya yang gelap. Untuk memperbaikinya maka beberapa ukuran teks keterangan diperbesar dan diubah warnanya.
- Beberapa objek 3 dimensi ukurannya lebih diperbesar lagi agar terlihat lebih jelas.
- Warna *font* pada ARbook di halaman kedua kurang terlihat, sehingga warnanya diganti dan dilakukan pencetakan ulang.

4.5. Uji Coba terbatas

a. Hasil Uji Coba

Untuk mengetahui penilaian dan tanggapan siswa terhadap media berbasis *augmented reality* yang dikembangkan (pertanyaan penelitian ke tiga), dilakukan ujicoba terbatas dan penyebaran angket penilaian media. Uji coba secara terbatas dilakukan kepada siswa kelas X SMK budhi Cendekia Bandung. Proses ujicoba diawali dengan demonstrasi media pembelajaran secara singkat dan penjelasan mengenai cara kerja program. Selanjutnya dilakukan simulasi pembelajaran dimana siswa diberi kebebasan untuk membaca dan mencoba sendiri media pembelajaran tersebut. Setelah semua siswa mencoba, kemudian diberikan angket penilaian dan masing-

masing siswa memberikan pendapatnya. Data hasil pengumpulan angket dijabarkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4.11: Rekapitulasi Hasil Angket

No.	SS	S	TS	STS	Perolehan Skor	Skor Kriteria	Persentase
	f	f	f	f			
1	13	7	0	0	73	80	91.25
2	4	16	0	0	64	80	80
3	15	5	0	0	75	80	93.75
4	6	13	1	0	65	80	81.25
5	0	1	12	7	66	80	82.5
6	8	12	0	0	68	80	85
7	11	7	2	0	69	80	86.25
8	0	0	11	9	69	80	86.25
9	0	0	11	9	69	80	86.25
10	4	14	2	0	62	80	77.5
11	9	11	0	0	69	80	86.25
12	0	0	9	11	71	80	88.75
13	10	10	0	0	70	80	87.5
14	0	0	11	9	69	80	86.25
15	0	3	13	4	61	80	76.25
16	14	6	0	0	74	80	92.5
17	0	4	13	3	59	80	73.75
18	0	1	14	5	64	80	80
19	0	3	11	6	63	80	78.75
20	0	0	6	14	74	80	92.5
Total					1354	1600	84.625

Untuk memudahkan analisis dari tabel diatas, data dikelompokan lagi berdasarkan indikator-indikator berikut:

Tabel 4.12 : Rekapitulasi Hasil Angket Berdasarkan Indikator

No	Indikator	Nomor Soal	Perolehan Skor	Persentase
1	Relevansi dengan tujuan pembelajaran	4,17	124	77.5
2	Efisiensi penggunaan produk ditinjau dari segi waktu	6,18	132	82.5
3	Efektifitas untuk mengatasi keterbatasan alat peraga	11,19	132	82.5
4	Fleksibilitas penggunaan media	10,8	131	81.875
5	Tampilan media	2,9	133	83.125
6	Tampilan model 3 dimensi	7,15	130	81.25
7	Meningkatkan motivasi siswa dalam pembelajaran	3,20	149	93.125
8	Kemampuan mendorong siswa untuk belajar lebih jauh	13,14	139	86.875
9	Tingkat user friendly	1,12	144	90
10	Prospek pengembangan media lain yang sejenis	16,5	140	87.5

Dari tabel sebelumnya, dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Terhadap relevansi dengan tujuan pembelajaran (mengetahui macam-macam *hardware* yang dibutuhkan untuk merakit komputer), para responden memberikan skor sebesar 124 atau persentase sebesar 77,5%. Dengan kata lain, dari segi relevansi dengan tujuan pembelajaran media yang dikembangkan ini dapat dikategorikan sangat baik. Meskipun begitu, jika dibandingkan dengan indikator lain memang indikator ini mendapat penilaian paling rendah.
- 2) Hampir seluruh responden berpendapat bahwa dengan menggunakan ARbook materi menjadi lebih cepat dicerna. Hal tersebut terlihat dari perolehan skor sebesar 132 atau tingkat persentase sebesar 82.5% pada

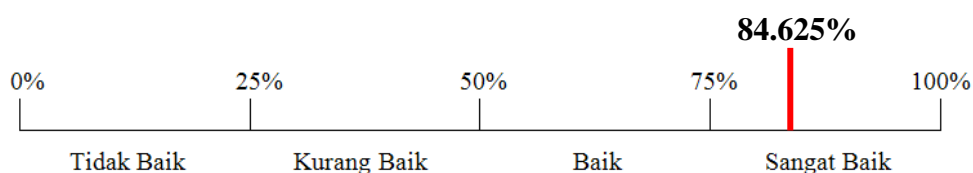
indikator yang kedua, yaitu indikator efisiensi penggunaan produk ditinjau dari segi waktu.

- 3) Melihat efektifitas media dalam mengatasi keterbatasan alat peraga, responden memberikan penilaian sebesar 132 atau tingkat persentase sebesar 82.5%. Telah dikemukakan bahwa mengatasi keterbatasan alat peraga merupakan tujuan utama dari pengembangan media ini. Melihat dari hasil penilaian diatas dapat disimpulkan tujuan tersebut telah cukup terpenuhi.
- 4) Dari segi fleksibilitas penggunaan media, indikator ini mendapat skor sebesar 131 atau persentase sebesar 81.875%.
- 5) Untuk tampilan media, para responden memberikan skor sebesar 133 atau dalam bentuk persentase sebesar 83.125%. Sebagian besar responden merasa nyaman belajar dengan *layout* ARbook yang minimalis tersebut.
- 6) Mengenai kejelasan tampilan objek 3 dimensi dalam ARbook, penilaian dari responden mencapai 130 atau sebesar 81.25%. Dengan kata lain hampir seluruh responden setuju bahwa objek 3 dimensi yang muncul dalam ARbook mudah diidentifikasi dan dipelajari.
- 7) Dapat meningkatkan motivasi siswa merupakan hal yang penting dalam sebuah media pembelajaran, dan indikator ini diluar dugaan peneliti mendapat penilaian paling besar yaitu 149 atau tingkat persentase sebesar 93.125%. Melihat hasil yang menarik ini sepertinya

perlu diadakan penelitian lebih lanjut dan lebih mendalam, sebab hasil tersebut masih dilihat dari motivasi secara umum saja.

- 8) Masih berhubungan dengan aspek motivasi, indikator dalam kemampuan mendorong siswa untuk belajar lebih jauh mendapat skor sebesar 139 atau 86.875%. dengan kata lain dikategorikan sangat baik.
- 9) Tingkat kemudahan penggunaan merupakan hal yang sangat peneliti perhatikan dalam pengembangan media ini. Oleh karena itu perolehan skor sebesar 144 atau persentase sebesar 90% pada indikator ini sudah sesuai harapan peneliti.
- 10) Indikator terakhir yaitu prospek pengembangan media lain yang sejenis, mendapat penilaian sebesar 140 atau persentase 87.5%. Dari skor tersebut peneliti dapat menyimpulkan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* kedepannya memiliki prospek yang baik.

Dari hasil analisis tiap indikator di atas jika dijumlahkan secara keseluruhan, tujuan media berbasis *augmented reality* dalam menunjang pembelajaran ini mendapat penilaian sangat baik, dengan skor total sebesar 1354 untuk skor kriterium 1600, sehingga didapat persentase sebesar 84.625%.



Meskipun telah dikategorikan sangat baik, namun peneliti sendiri menyadari masih banyak kekurangan dalam media yang dikembangkan ini. Catatan mengenai hal tersebut akan dibahas di poin selanjutnya.

b. Kelebihan, Kekurangan, Hambatan dan Rekomendasi

Berikut beberapa kelebihan, kekurangan, hambatan dan rekomendasi terhadap media berbasis *augmented reality* yang penulis dapatkan mulai dari proses pengembangan sampai proses ujicoba terbatas, baik ungkapan dari responden, para pakar, maupun dari peneliti sendiri:

1) Kelebihan

- Media pembelajaran mendapat penilaian kreatif, unik, dan inovatif
- Memberikan pengalaman baru bagi siswa dalam pembelajaran
- Praktis dan efisien dalam penggunaannya
- Mudah digunakan layaknya buku biasa
- Aman dengan risiko kerugian akibat kesalahan penggunaan relatif kecil.

2) Kekurangan

- Tingkat interaktifitas masih kurang
- Tidak bisa melihat bagian bawah model 3 dimensi
- Animasi pada objek masih kurang
- Tidak dilengkapi audio.

3) Hambatan

- Belum banyaknya bahan referensi terhadap penelitian sejenis di Indonesia
- Biaya awal untuk pengembangan media pembelajaran ini cukup besar
- Biaya produksi *prototype* ARbook yang cukup mahal sehingga peneliti hanya mencetak dua buah saja untuk kepentingan penelitian.
- Banyaknya dependensi program untuk pengembangan OSGART versi *source code* dan masih sedikitnya literatur yang membahasnya. Karena keterbatasan waktu dan pengetahuan peneliti maka pengembangan ARbook dari versi *source code* belum dapat terselesaikan.

4) Rekomendasi

- Materi lebih diperbanyak dan diperdalam lagi
- Dibuat juga ARbook dengan materi lanjutannya yaitu simulasi merakit komputer
- Lebih dipublikasikan lagi di sekolah-sekolah
- Interaktifitas pada media lebih ditingkatkan lagi
- Dikembangkan juga ARbook dengan materi diluar TIK melihat prospeknya yang luas.