

BAB IV PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk ME_Science

Produk yang dihasilkan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah aplikasi multimedia *mobile learning* berbasis *Android* yang dilengkapi dengan fitur *virtual reality* (ME_Science) pada mata pelajaran fisika inti kelas XII IPA. Aplikasi ini dapat dijalankan pada smartphone berjenis *Android* dengan minimum sistem *Android 5.0 Lollipop*. Tampilan antarmuka (*interface*) aplikasi ME_Science dapat dilihat pada lampiran 5.

Pengembangan multimedia *mobile learning* ME_Science dihasilkan melalui pengembangan dengan menggunakan model *Alessi & Trollip* melalui beberapa tahapan. Tahapan utama dari model tersebut yakni, (1) perencanaan (*planning*), (2) perancangan (*designing*), dan (3) pengembangan (*developing*). Adapun penjelasan mengenai tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

3. Hasil Perancangan (*Planning*)

a. Analisis masalah

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan pada sekolah SMAN 1 Pelaihari kelas XII IPA, diperoleh hasil bahwa siswa mengalami masalah belajar pada mata pelajaran Fisika Inti kelas XII IPA pada semester genap. Masalah belajar yang dimaksud adalah masih cukup banyak nilai siswa yang belum memenuhi KKM pada materi Fisika Inti. Hal ini dapat dianalisis dengan melihat jenis materi yang bersangkutan, materi Fisika Inti adalah materi yang bersifat abstrak dimana banyak membahas hal-hal mikroskopis yang tidak bisa ditemui

oleh siswa secara langsung. Materi Fisika Inti terdiri dari empat sub bahasan, yaitu: inti atom, radioaktivitas, reaksi inti, dan reaktor nuklir. Materi fisika inti diajarkan pada semester genap, dimana pada semester genap waktu yang dapat digunakan untuk melakukan pembelajaran sangatlah kurang, hal ini mengingat siswa harus mempersiapkan diri menyiapkan UN yang akan dilaksanakan. Lebih lanjut lagi, karena waktu yang begitu singkat, siswa akan dituntut untuk lebih banyak belajar secara mandiri. Belajar secara mandiri memerlukan suatu sumber belajar yang baik sehingga materi Fisika Inti dapat dipelajari dengan lebih mudah. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka diperlukan suatu media sebagai sumber belajar siswa yang dapat dipergunakan oleh siswa secara mandiri guna meningkat hasil belajar siswa pada materi Fisika Inti. Analisis masalah yang telah dilakukan telah tercantum dalam identifikasi dan rumusan masalah pada bahasan BAB 1 sebelumnya.

b. Menentukan Tujuan Pengembangan

Mengacu pada hasil analisis masalah, maka pada penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk pembelajaran pada materi Fisika Inti untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Produk yang akan dikembangkan adalah berupa multimedia pembelajaran yang dapat dipergunakan oleh siswa untuk belajar secara mandiri. Lebih lanjut lagi, multimedia yang dikembangkan akan menggunakan platform teknologi yang sudah familiar dengan siswa, sehingga siswa lebih mudah dalam menyesuaikan dan menggunakan multimedia yang telah dikembangkan untuk belajar.

c. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan langkah yang dilakukan setelah tujuan pengembangan ditentukan. Berdasarkan analisis masalah dan tujuan tersebut maka diidentifikasi langkah apa saja yang akan ditempuh untuk menyelesaikan masalah yang ada. Fisika Inti merupakan materi yang telah dipilih pada penelitian ini, terdiri dari empat sub pokok bahasan yang meliputi: (1) inti atom, (2) radioaktivitas, (3) reaksi inti, dan (4) reaktor nuklir. Materi Fisika Inti merupakan materi yang membahas hal bersifat abstrak yang memerlukan pengilustrasian dalam bentuk video maupun animasi, sehingga diperlukan media yang tepat untuk menyajikan materi dengan kemampuan tersebut. Jenis media yang dapat dipergunakan dengan penggabungan berbagai jenis komponen yaitu jenis multimedia pembelajar.

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi berbagai fasilitas yang dimiliki sekolah maupun yang dimiliki oleh siswa untuk menentukan bentuk pengembangan multimedia yang dilakukan. Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan, diperoleh data bahwa seluruh siswa memiliki perangkat *smartphone* berbasis Android, kemudian diketahui bahwa sekolah SMAN 1 Pelaihari juga memiliki fasilitas internet yang memadai. Mengacu pada pertimbangan tersebut, maka peneliti memutuskan untuk melakukan pengembangan multimedia *mobile-learning* berbasis Android pada materi Fisika Inti untuk kelas XII IPA.

Analisis kebutuhan selanjutnya adalah mengenai jenis konten-konten yang akan disajikan. Penyajian konten multimedia yang dikembangkan mengacu pada teori pembelajaran sibernetik yang lebih mementingkan bagaimana suatu

informasi disajikan. Penyajian materi pada multimedia ini lebih memperhatikan bentuk pengkodean yang selaras dengan prinsip multimedia pembelajaran yaitu prinsip *signaling*. Prinsip *signaling* mempermudah siswa dalam memperhatikan istilah-istilah penting dan konsep inti dari materi yang akan disajikan karena dikonseptkan dengan sederhana dan fokus pada inti materi-materi kunci. Lebih lanjut lagi, dalam menyajikan konten materi diperlukan suatu konsep materi yang dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Musfiquon (2012) berpendapat bahwa penggunaan multimedia pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. Bentuk penyajian konten materi tambahan yang dipilih oleh peneliti adalah bentuk *virtual reality*. Hal ini berdasarkan pertimbangan bahwa teknologi *virtual* merupakan teknologi yang dapat diaplikasikan pada perangkat Android, selain itu teknologi *virtual* merupakan teknologi yang bisa mengimplementasikan animasi dan lingkungan *virtual* untuk mendapatkan pengalaman belajar yang lebih baik.

d. Memproduksi dokumen perencanaan

Pada tahapan ini diproduksi dokumen-dokumen perencanaan mengenai pengembangan ME_Science dari awal pengembangan hingga tahap akhir. Adapun dokumen yang dibuat meliputi jadwal pelaksanaan pengembangan multimedia ME_Science, jadwal melakukan validasi serta jadwal uji coba produk penelitian, kemudian mendaftar berbagai macam kebutuhan yang diperlukan selama proses pengembangan.

e. Deskripsi Ide Produk Pengembangan

Berdasarkan pada hasil kajian sebelumnya yang meliputi analisis masalah, penentuan tujuan penelitian, dan analisis kebutuhan, maka diperoleh kesimpulan jenis produk penelitian yang akan dikembangkan yaitu berupa multimedia *mobile learning* berbasis Android *virtual reality* pada materi Fisika Inti untuk kelas XII IPA. Multimedia yang dikembangkan ini dapat dijalankan pada perangkat Android versi 5.0 keatas, melalui perangkat tambahan berupa *virtual box* maka fitur *virtual reality* dapat dipergunakan untuk proses pembelajaran. Multimedia yang dikembangkan diberi nama ME_Science. ME_Science bertujuan untuk memfasilitasi siswa agar dapat belajar secara mandiri sebagai sumber belajar agar dapat meningkatkan hasil belajar siswa. ME_Science juga dapat digunakan dalam proses pembelajaran di kelas dimana guru menjadi fasilitator proses pembelajaran dengan mengarahkan siswa untuk membentuk kelompok dan dengan menggunakan metode diskusi selama pembelajaran.

4. Hasil Perencanaan (*Design*)

a. Mengumpulkan Materi

Pada tahap ini peneliti menentukan sumber daya pendukung untuk mengembangkan aplikasi multimedia ME_Science yang meliputi sumber bahan ajar, software-software yang dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi, dan sarana prasarana pendukung saat proses pengembangan hingga pengujian produk. Proses identifikasi yang dilakukan dimulai dengan melihat kompetensi inti dan kompetensi dasar dari materi ajar yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian setelah melalui proses identifikasi tersebut, langkah selanjutnya adalah

melakukan pembatasan terhadap kompetensi inti dan kompetensi dasar untuk menentukan tujuan pembelajaran serta indikator yang akan dipergunakan pada aplikasi ME_Science.

Langkah identifikasi berikutnya yaitu menentukan sumber bahan ajar . langkah identifikasi ini berkaitan dengan proses yang telah dilakukan sebelumnya yaitu mengenai penentuan tujuan belajar serta indikator belajar. Selanjutnya peneliti mulai mengumpulkan sumber-sumber baik dari buku cetak, *e-book*, maupun dari website pembelajaran yang dapat memenuhi penyajian konten materi sesuai dengan tujuan belajar. Materi yang telah diperoleh kemudian didesain sedemikian hingga dapat disajikan dalam bentuk teks, video, dan *virtual reality*.

Langkah identifikasi berikutnya adalah berkenaan dengan sarana dan prasarana yang tersedia di sekolah tempat akan dilakukannya uji coba produk pengembangan ME_Science. Berdasarkan hasil survey diketahui setiap anak kelas XI IPA 3 sebagai subjek uji coba telah memiliki *smartphone* dengan presentasi *smartphone* berbasis *Android* 90..% dan sisanya menggunakan *iOS*. Identifikasi sarana dan prasara lainnya adalah mengenai ijin dari sekolah berkenaan dengan penggunaan *smartphone* dalam proses pembelajaran. Hal ini mengingat di sekolah SMAN 1 Pelaihari, siswa dilarang menggunakan *smartphone* selama berada di sekolah. Oleh sebab itu, diperlukan ijin dari pihak sekolah agar siswa kelas XI IPA 3 yang bersangkutan diperbolehkan membawa dan menggunakan *smartphone* selama proses pembelajaran menggunakan aplikasi ME_Science.

Langkah identifikasi yang lain yaitu berkaitan dengan *software-software* yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi ME_Science

yang berbasis pada *smartphone* berbasis *Android*. *Software-software* tersebut didata untuk dianalisis kelebihan dan kekurangannya, kemudian didiskusikan kepada pembimbing serta para ahli dalam bidang pengembangan aplikasi berbasis *Android*.

b. Melakukan Analisis Konsep Tugas

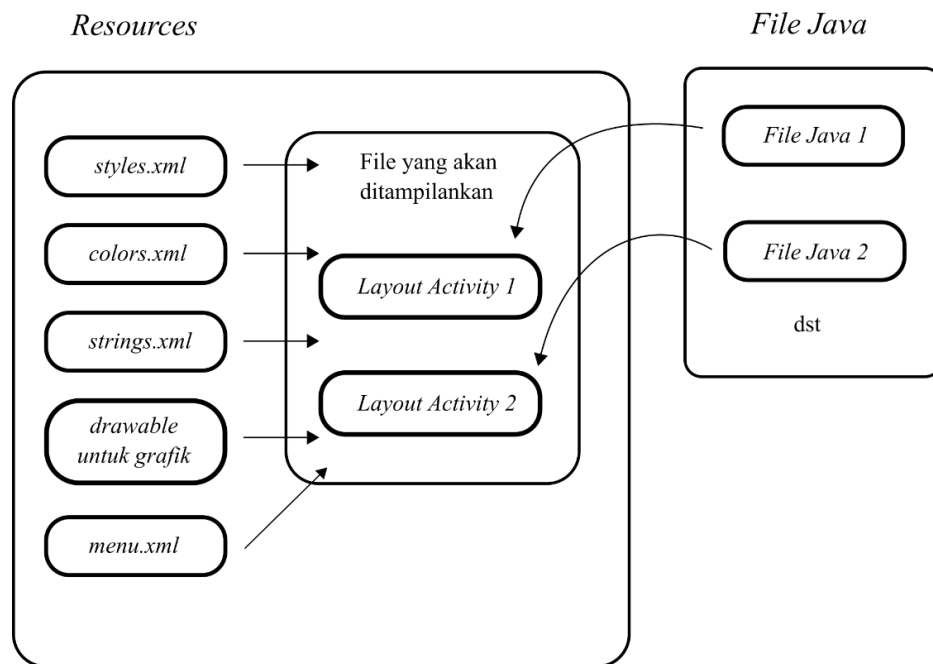
Pada tahap ini dilakukan proses analisis terhadap konten materi yang akan dikembangkan. Hal ini dimulai dengan menganalisis tujuan-tujuan pembelajaran beserta indikatornya untuk menentukan bentuk konten materi yang akan disajikan. Selain itu pada tahap ini juga melakukan perancangan terhadap bentuk tugas tugas yang dapat digunakan untuk mendukung aplikasi ME_Science. Kemudian hasil dari analisis tersebut dituangkan kedalam bentuk desain perancangan penyusunan konten materi.

c. Menentukan Komponen Produk

Pada tahap ini pengembang menentukan komponen-komponen produk yang digunakan untuk mengembangkan ME_Science. Komponen-komponen tersebut ditentukan berdasarkan desain program dan jenis software yang akan digunakan untuk mengembangkan program ME_Science. Adapun komponen produk yang akan digunakan dalam pengembangan ME_Science dibagi kedalam dua jenis, yang pertama untuk aplikasi android berbasis 2D dan yang kedua aplikasi android berbasis *Virtual reality*.

Pada aplikasi ME_Science android berbasis 2D, komponen utama produk yang digunakan terdiri dari dua yaitu file *resources*, dan file Java. Pertama yaitu File *resource*, terdiri dari beberapa komponen yang meliputi file XML, dan file

grafik bitmap maupun grafik *vector*. Sedangkan untuk file XML masih dibagi kedalam beberapa bentuk lagi yang meliputi, *layout activity*, menu (desain layout menu), *string* (kumpulan teks), *colors* (kumpulan warna) dan file *styling*. File *resources* ini berfungsi sebagai tempat meletakkan sumber-sumber dan



menampilkan konten seperti teks, gambar, video, dan lainnya. Komponen utama kedua adalah file java yang berfungsi sebagai tempat melakukan *coding* suatu program untuk mengintegrasikan atau memfungsikan setiap komponen pada file *resources*. Adapun skema komponen dapat dilihat pada gambar berikut.

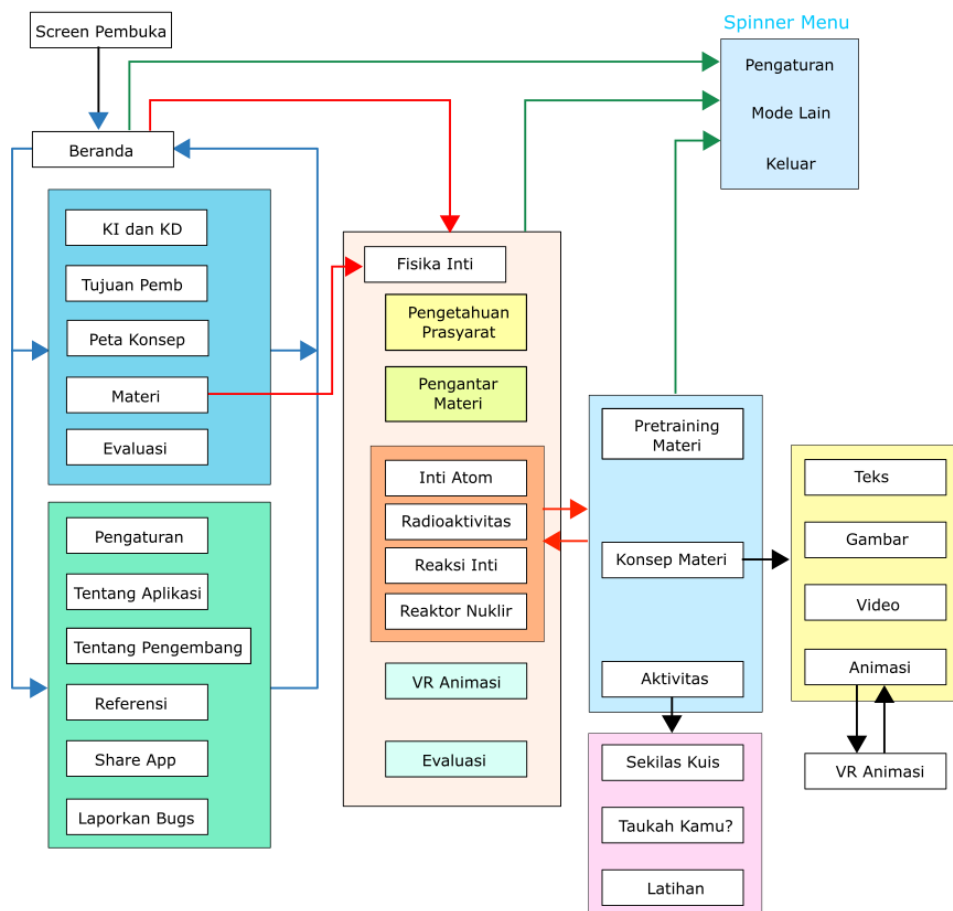
Gambar 7. Skema mekanisme kerja aplikasi yang dibangun melalui *authoring tools* Android studio

Pada aplikasi ME_Science android berbasis *virtual reality*, komponen produk yang digunakan dibagi dua yaitu kanvas kerja dan *resources*. Komponen kanvas kerja digunakan untuk membuat lingkungan 3D dengan berbagai *resource* yang sudah dipersiapkan. Komponen *resource* merupakan tempat untuk manajemen sumber-sumber yang digunakan seperti teks, grafik 2D dan grafik

model 3D, serta file-file berisi *coding* program. Komponen-komponen tersebut diintegrasikan satu dengan lainnya agar menjadi program yang dapat dijalankan.

d. Mengembangkan Flowchart

Flowchart merupakan diagram alur yang menunjukkan skema proses urutan berjalannya program yang akan dikembangkan. Melalui flowchart dapat diketahui garis besar isi atau peta isi dari aplikasi tersebut. Flowchart dibuat dengan tujuan agar memudahkan dalam proses pengembangan produk ME_Science yang berbasis *android virtual realiy*. Adapun flowchart program multimedia



ME_Science yang telah dikembangkan dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 8. *Flowchart* Program Multimedia ME_Science

d. Menentukan Software yang digunakan

Berdasarkan jenis multimedia yang akan dikembangkan, peneliti menentukan jenis software yang digunakan untuk mengembangkan multimedia *mobile learning* berbasis *android virtual reality* yang akan dibuat. Software-software yang memungkinkan untuk membangun multimedia tersebut diseleksi dengan pertimbangan penggunaan yang lebih mudah dan dukungan *Library* yang lebih luas sehingga fitur-fitur yang diharapkan dapat diimplementasikan dengan baik.

Software yang akan digunakan untuk mengembangkan ME_Science terdiri dari dua jenis *software* utama, yaitu software pengolah program interface utama dengan layout 2D dan *software* pengolah interface *virtual reality* dengan layout *environment* 3D. Adapun software yang digunakan untuk membuat program utama dengan layout 2D yaitu berupa *authoring tool* IDE (*Integrated Development Environment*) *Android Studio* yang dikembangkan oleh *IntelliJ® Platform*. Sedangkan untuk membuat aplikasi berbasis *Android virtual reality* menggunakan *authoring tool* *Unity3D* yang dikembangkan oleh *Unity Technology*.

Software pendukung dalam pengembangan multimedia ME_Science adalah software-software yang digunakan untuk mendesain dan membuat komponen sumber-sumber penyusun program ME_Science yang meliputi gambar bitmap maupun vektor, komponen video, dan komponen 3D model. Software pengolah

gambar bitmap maupun vektor yang digunakan adalah software *Inkscape* dan *Gimp*. Kemudian software untuk pengolah komponen video menggunakan *Adobe After Effect* dan *Adobe Premiere*. Sedangkan software untuk pengolah objek 3D model menggunakan software *Blender*.

3. Hasil Pengembangan (*Development*)

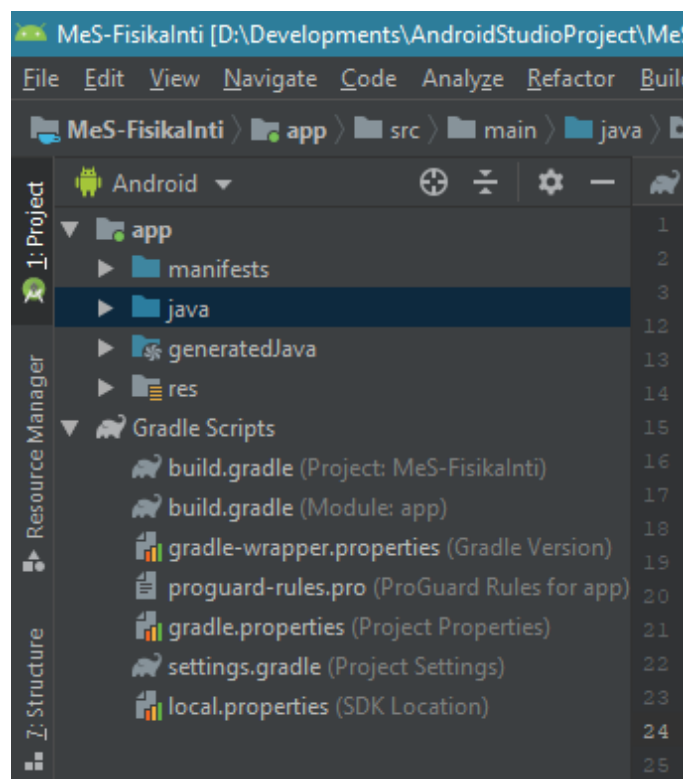
Setelah tahap desain selesai, maka langkah selanjutnya adalah memproduksi produk multimedia ME_Science. Proses pengembangan dilakukan berdasarkan perancangan desain sebelumnya yaitu berdasarkan *flowchart*, dan *screen design*. Langkah-langkah pengembangan ME_Science meliputi:

a. Mengembangkan Multimedia ME_Science

Pengembangan produk ME_Science dibagi menjadi dua bagian yaitu pengembangan aplikasi android untuk *interface* utama yang berbasis dua dimensi dan pengembangan aplikasi android berbasis *virtual reality*. Pada program utama pengembangan dilakukan dengan menggunakan *authoring tool* berupa *Android Studio* sebagaimana yang telah ditentukan sebelumnya, dan untuk *virtual reality* menggunakan software *Unity3D*. Pada kedua software tersebut terlebih dahulu melakukan perancangan desain struktur proyek yang akan dikembangkan agar lebih tersusun dengan sistematis dan lebih mudah dalam memprogramnya.

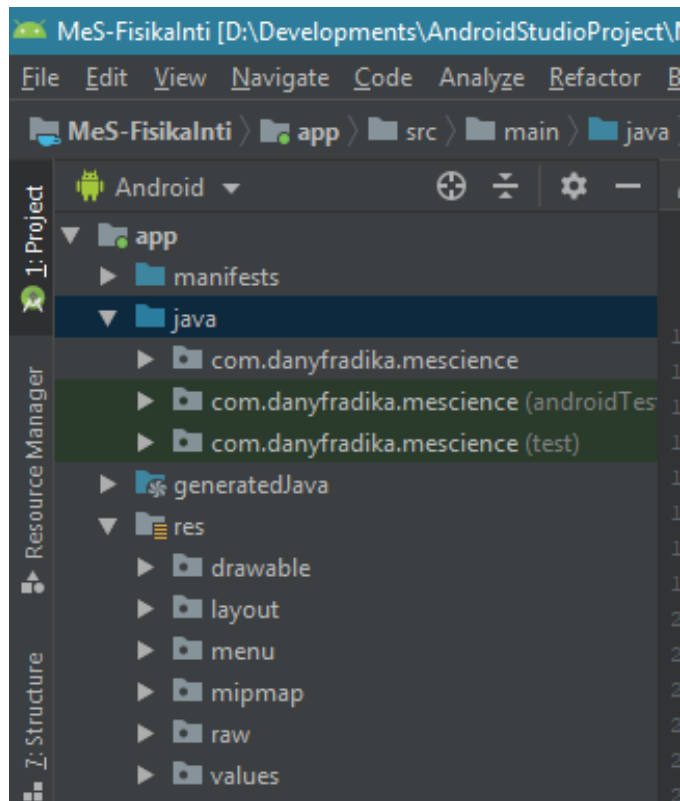
Pada *software authoring Android Studio* langkah pertama adalah mempersiapkan segala kebutuhan software untuk membuat program ME_Science. Persiapan tersebut meliputi pembuatan *project* baru, kemudian menentukan nama program yang akan dikembangkan yaitu bernama ME_Science (*Mobile Education for Science*). Selanjutnya menentukan nama *package* program yang menjadi

identitas aplikasi saat diinstall pada perangkat *Android* maupun saat publikasi di *Play Store*. Setelah project baru dibuat, tahap persiapan selanjutnya adalah mengimport *library* yang dibutuhkan untuk memprogram ME_Science. Kemudian mensinkronisasi *project* secara online untuk mendapatkan *library* yang telah ditambahkan.



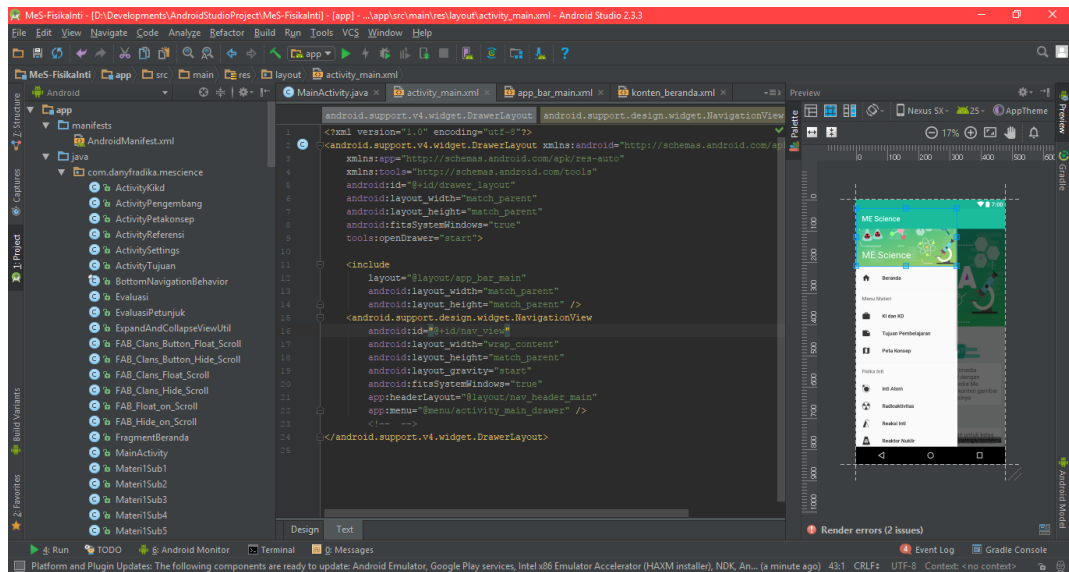
Gambar 9. Susunan proyek dalam *authoring tool* Android studio

Setelah tahap persiapan selesai, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan layout tampilan ME_Science yang berdasarkan pada *flowchart*, dan *screen design*. Pada *Android Studio* agar suatu *layout* dapat ditampilkan pada layar *Android* setidaknya ada dua komponen utama yang harus dibuat. Komponen tersebut adalah *layout* dan *Java activity*. Komponen *java activity* merupakan program inti yang mengatur bagaimana segala sesuatu dalam *layout* ditampilkan dan bekerja.



Gambar 10. Komponen *java activity* dan *resources* pada Android Studio

Bahasa pemrograman yang digunakan pada pengembangan aplikasi dengan menggunakan *authoring tools Android Studio* ada dua yaitu Bahasa pemrograman *xml* dan *java*. Bahasa pemrograman *xml* digunakan untuk membangun *resources* seperti *layout*, *styling*, mendesain *menu*, mengatur warna, menyimpan teks, dan lain sebagainya. Sedangkan Bahasa pemrograman *java* merupakan bahasa inti yang digunakan untuk membangun *java activity*. Bahasa pemrograman *java* mengatur bagaimana mekanisme aplikasi dapat berjalan. Kedua bahasa pemrograman ini saling terhubung dan terintegrasi agar menjadi kesatuan aplikasi yang dapat berjalan secara utuh.



Gambar 11. Pengembangan ME_Science dengan menggunakan Android Studio

```

1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2  <android.support.design.widget.CoordinatorLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
3      xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
4      xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
5      android:layout_width="match_parent"
6      android:layout_height="match_parent"
7      android:fitsSystemWindows="true"
8      app:theme="@style/TealAppTheme"
9      tools:context="com.danyfradika.mescience.MateriActivity">
10
11      <include layout="@layout/content_materi"
12          android:id="@+id/include" />
13
14      <android.support.design.widget.AppBarLayout
15          android:layout_width="match_parent"
16          android:layout_height="wrap_content"
17          android:theme="@style/AppTheme.AppBarOverlay">
18
19          <android.support.v7.widget.Toolbar
20              android:id="@+id/toolbar_materi"
21              android:layout_width="match_parent"
22              android:layout_height="?attr/actionBarSize"
23              android:background="?attr/colorPrimary"
24              app:popupTheme="@style/AppTheme.PopupOverlay" />
25
26      </android.support.design.widget.AppBarLayout>
27
28  </android.support.design.widget.CoordinatorLayout>

```

Gambar 12. Contoh penggunaan bahasa *xml* pada pengembangan aplikasi ME_Science

```

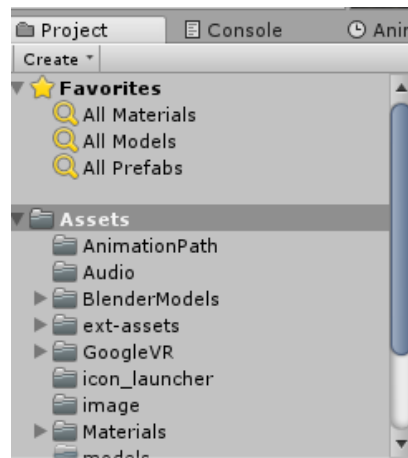
1 package com.danyfradika.mescience;
2
3 import android.content.DialogInterface;
4 import android.content.Intent;
5 import android.os.Build;
6 import android.os.Bundle;
7 import android.support.v7.app.AlertDialog;
8 import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
9 import android.view.Menu;
10 import android.view.MenuItem;
11 import android.view.WindowManager;
12
13 /**
14  * Created by Dany Fradika on 2/8/2017.
15  */
16 public class ActivityTujuan extends AppCompatActivity {
17     @Override
18     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
19         super.onCreate(savedInstanceState);
20         setContentView(R.layout.activity_tujuan);
21         if (Build.VERSION.SDK_INT >= 21) {
22             getWindow().setFlags(WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN, WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN);
23         }
24     }
25
26     //SECTION DIALOG UNTUK EXIT
27     public void ExitDialog() {
28         AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder( context: this);
29         builder.setCancelable(false);
30         //JUDUL DIALOG TIDAK DIKATIFKAN
31         //builder.setTitle(R.string.judul_keluar);
32         builder.setMessage("Apakah kamu yakin ingin keluar dari ME Science?");
33         builder.setPositiveButton("YA", (dialog, id) -> {
34             finishAffinity();
35             System.exit( 0);
36         });
37     }
38 }

```

Gambar 13. Contoh penggunaan bahasa *java* pada pengembangan aplikasi ME_Science

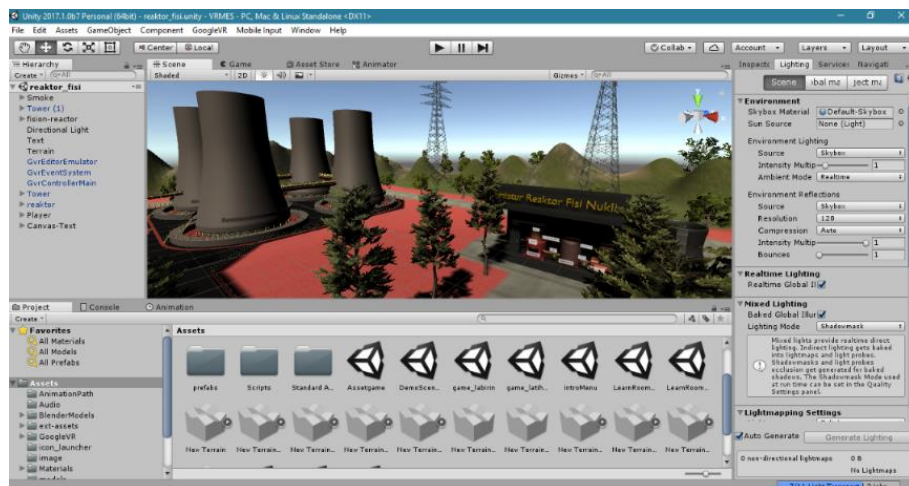
Pengembangan selanjutnya yaitu membangun multimedia berbasis *virtual reality* dengan menggunakan Unity3D. Adapun pada Unity3D langkah pengembangannya diawali dengan membuat *project* baru dan memberi nama project. Langkah selanjutnya adalah membuat *environment 3D* sebagai tempat untuk meletakkan objek-objek materi dan animasi. Adapun objek 3D yang digunakan dapat dibuat dalam Unity3D atau diimport melalui program lain maupun yang diperoleh dari *website*. Salah satu program yang digunakan untuk membuat 3D objek pada pengembangan ini adalah *software* Blender.

Langkah selanjutnya adalah menyusun tempat *resources* yang digunakan ke dalam bagian yang disebut *assets*. Pada bagian *assets* ini terkumpul berbagai komponen yang dibutuhkan untuk membangun lingkungan *virtual* yang meliputi komponen objek 3D, warna, suara, *script program*, tekstur objek, dan lain sebagainya. Penysusunan ini bertujuan untuk mempermudah dalam mengorganisasikan komponen saat membuat program *virtual reality*.



Gambar 14. Mengumpulkan komponen media dalam *Assets* pada Unity3D

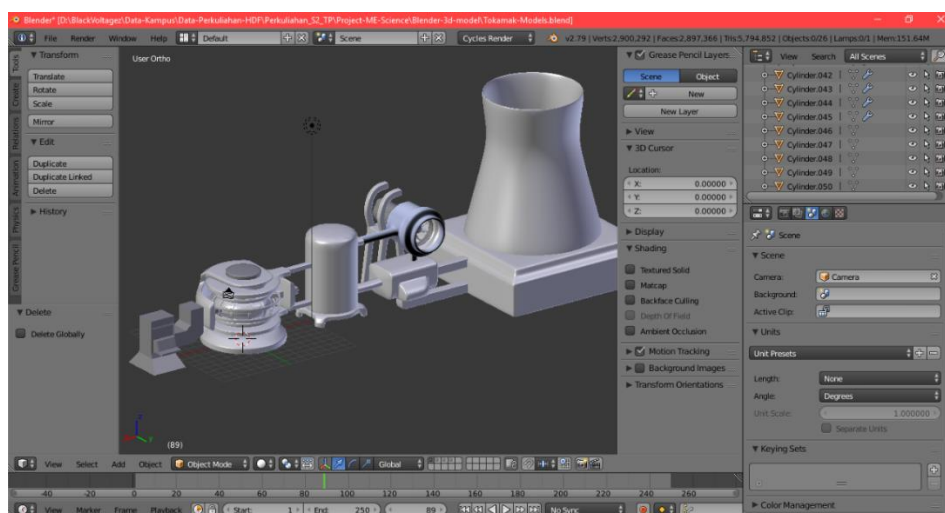
Tahap selanjutnya setelah mengumpulkan komponen-komponen dalam *assets* adalah membuat lingkungan tiga dimensi sebagai lingkungan *virtual*. Proses ini dikerjakan pada bagian lembar kerja Unity3D yang fleksibel sehingga memudahkan proses pengembangan. Adapun kendala yang terjadi selama proses pengembangan lingkungan *virtual reality* adalah keterbatasan *hardware* yang dimiliki oleh peneliti sehingga membutuhkan waktu untuk proses *rendering* atau saat berpindah lokasi ketika sedang mengatur objek-objek didalam lingkungan tiga dimensi.



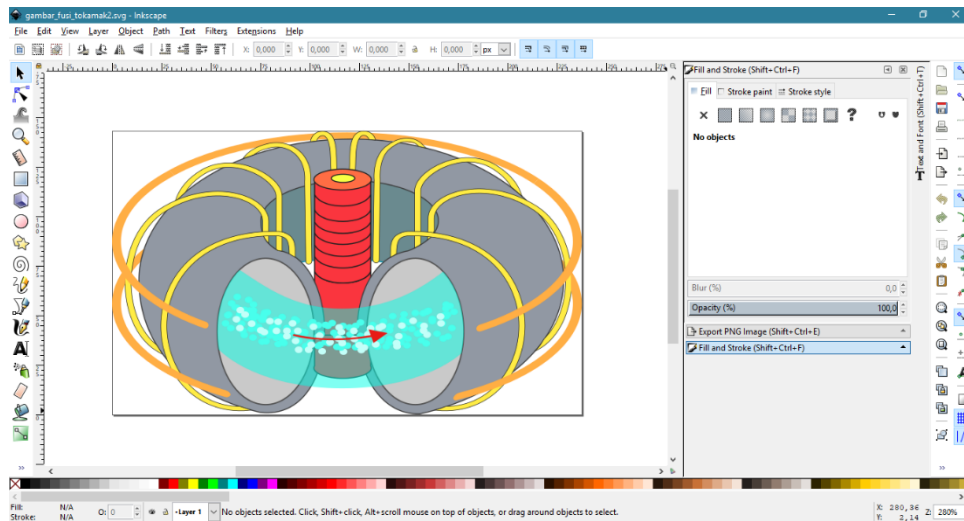
Gambar 15. Pembuatan lingkungan *virtual reality* dengan menggunakan Unity3D

Setelah pengembangan selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan *export project* agar dihasilkan aplikasi dengan format *.apk*. Proses *export* memerlukan ekstensi tambahan pada *authoring tools* Unity3D agar dapat dijalankan pada perangkat Android serta dapat menjalankan pada mode *virtual reality*. Pengaturan *export* juga dilakukan agar program yang dikembangkan dapat berjalan dengan lancar pada perangkat Android.

Penggunaan *software* tambahan untuk membangun *resources* pada pengembangan ME_Science meliputi *software Inkscape, Gimp, Blender, Adobe After Effect*, dan *Adobe Premiere*. *Software Inkscape* dan *Gimp* digunakan untuk membuat dan mengolah *resources* gambar. *Software Blender* untuk membuat dan mengolah objek tiga dimensi. Sedangkan *Software Adobe After Effect* dan *Adobe Premiere* untuk membuat dan mengolah video. *Resources* yang dihasilkan dari penggunaan *software* tersebut digunakan baik pada pengembangan ME_Science melalui *authoring tools Android Studio* maupun Unity3D.



Gambar 16. Pembuatan 3D objek reaktor fusi dengan menggunakan *software* Blender



Gambar 17. Pembuatan gambar tokamak dengan menggunakan *software* Inkscape

b. Mengembangkan Konten

Tahap selanjutnya adalah mengembangkan konten dari program pembelajaran ME_Science yang telah didesain. Pengembangan konten yang dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip multimedia pembelajaran oleh Richard Mayer. Konten-konten materi terlebih dahulu didesain dalam sebuah skrip materi, sehingga pada tahap ini seluruh isi skrip dipindahkan kedalam tempat aplikasi yang sudah dibangun sebelumnya. Bentuk konten tersebut berupa teks, gambar, video, dan lingkungan *virtual reality*.

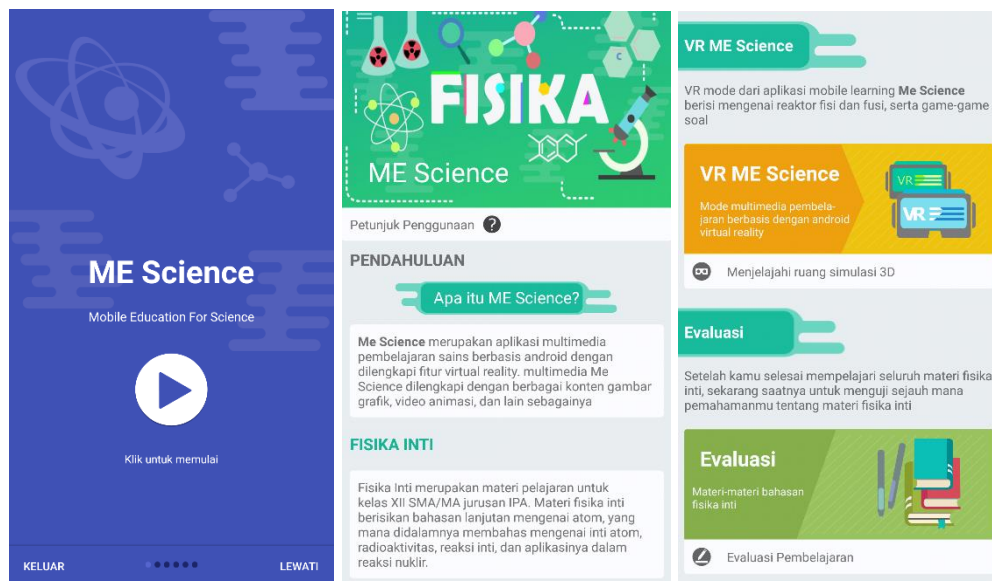
Konten-konten yang akan didesain diolah dengan beberapa aplikasi seperti halnya Microsoft Word, Inkscape, Gimp, Adobe After Effect, dan Adobe Premiere. Konten teks materi dan soal diolah dan disimpan kedalam bentuk word. berupa gambar terlebih dahulu diolah menggunakan aplikasi Inkscape dan Gimp. Kemudian untuk konten video diolah dengan menggunakan Adobe After Effect dan Adobe Premiere. Komponen komponen tersebut dikumpulkan kedalam

tempat penyimpanan data dan disusun agar memudahkan proses pemindahan isi konten kedalam multimedia yang akan dikembangkan.

c. Menggabungkan Komponen-Komponen

Tahap pengembangan selanjutnya adalah penggabungan semua elemen-elemen penyusun multimedia ME_Science. Penggabungan elemen-elemen tersebut dilakukan pada software *authoring tool Android Studio* agar menjadi program pembelajaran yang saling terintegrasi dari satu fungsi ke fungsi yang lainnya. Setelah tahap penggabungan elemen-elemen selesai maka tahap selanjutnya adalah mengekspor produk untuk diuji coba. Adapun file yang telah diekspor merupakan file dengan format *.apk* yang siap untuk dipasangkan pada perangkat Android maupun dipublikasikan pada *Play Store*.

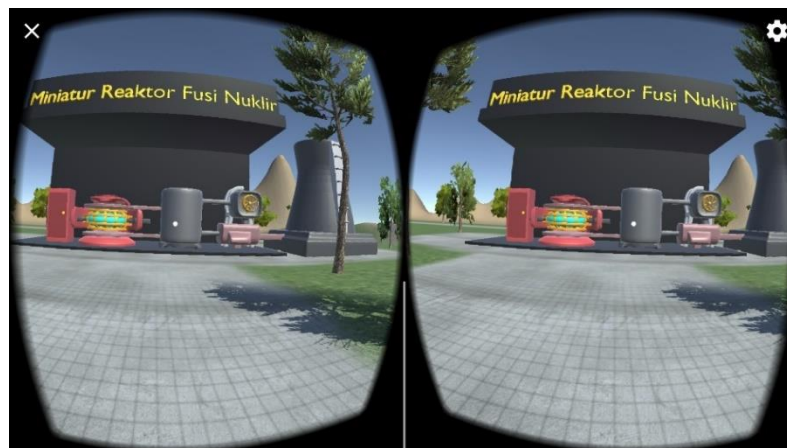
Berikut ini adalah hasil tampilan dari multimedia ME_Science yang telah dikembangkan:



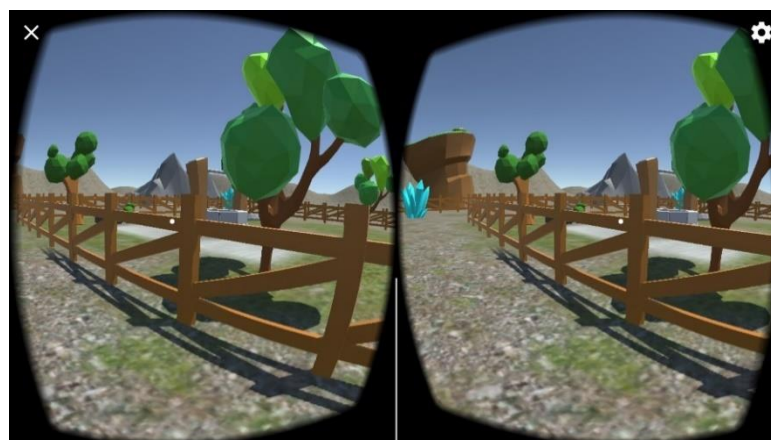
Gambar 18. Tampilan program utama ME_Science



Gambar 19. Tampilan Materi pada ME_Science



Gambar 20. Contoh Tampilan *Virtual Reality*



Gambar 21. Contoh Tampilan *Virtual Reality* Taman Soal

d. Uji Alfa dan Uji Beta

Setelah proses produksi multimedia ME_Science selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan uji alfa dan uji beta. Uji alfa yaitu tahap validasi multimedia yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Uji beta terdiri dari dua tahap yaitu uji beta satu dan uji beta dua. Pada uji beta satu yang menjadi subjek adalah teman-teman mahasiswa yang terdiri dari 3 mahasiswa teknologi Pendidikan, dan 2 mahasiswa jurusan IPA. Kemudian untuk uji coba beta dua yang menjadi subjeknya adalah siswa kelas XI IPA 3 yang terdiri dari 37 siswa. Hasil uji coba alfa dan uji coba beta akan dijelaskan lebih terperinci pada pembahasan bagian hasil uji coba produk.

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Data Evaluasi Produk dari Ahli Materi

Ahli materi yang menjadi validator materi untuk produk penelitian ME_Science adalah dosen FKIP Program Studi Fisika Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin yaitu Dr. Mustika Wati, S.Pd, M.Sc. Tujuan validasi materi pada produk penelitian pengembangan multimedia ME_Science adalah untuk mengukur dan menilai keabsahan materi yang dipergunakan dalam multimedia yang dikembangkan. Proses validasi juga bertujuan agar multimedia yang dikembangkan dapat menjadi bahan ajar dengan konten materi yang mampu membantu proses belajar siswa dengan baik.

Aspek yang divalidasi pada materi yang dikembangkan ada tujuh yaitu: a) aspek tujuan pembelajaran, b) aspek penggunaan bahasa, c) aspek konsep materi, d) aspek gambar pendukung, e) aspek contoh fenomena, f) aspek penggunaan

rumus, dan g) aspek contoh soal. Setiap aspek yang diukur masing-masing memiliki indikator yang telah disusun sesuai dengan tujuan validasi. Terdapat 24 indikator yang telah divalidasi dari ketujuh aspek tersebut. Adapun penjelasan dari indikator tiap-tiap aspek adalah sebagai berikut.

a. Aspek Tujuan Pembelajaran

Pada aspek tujuan pembelajaran terdapat tiga indikator yang divalidasi, meliputi: 1) tujuan pembelajaran telah sesuai dengan KI dan KD, 2) indikator pembelajaran telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, dan 3) materi pembelajaran yang disusun telah sesuai dengan tujuan pembelajaran. Hasil validasi ahli materi terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek tujuan pembelajaran

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Tujuan pembelajaran telah sesuai dengan KI dan KD	4	Sangat Baik
2.	Indikator pembelajaran telah sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	Sangat Baik
3.	Materi pembelajaran yang disusun telah sesuai dengan tujuan pembelajaran	3	Baik
Jumlah		11	Sangat Baik
Rata-rata		3,67	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek tujuan pembelajaran yang terdiri dari tiga indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 11 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,67 dengan kategori sangat baik.

b. Aspek Penggunaan Bahasa

Pada aspek penggunaan bahasa terdapat tiga indikator yang divalidasi, yaitu:

1) bahasa yang digunakan telah sesuai dengan EYD, 2) istilah yang digunakan merupakan istilah yang berlaku umum dan mudah untuk dipahami, dan 3) istilah yang digunakan telah konsisten. Hasil validasi ahli materi terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek penggunaan bahasa

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Bahasa yang digunakan telah sesuai dengan EYD	4	Sangat Baik
2.	Istilah yang digunakan merupakan istilah yang berlaku umum dan mudah untuk dipahami	3	Baik
3.	Istilah yang digunakan telah konsisten	4	Sangat Baik
Jumlah		10	Sangat Baik
Rata-rata		3,67	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek penggunaan bahasa yang terdiri dari tiga indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 10 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,67 dengan kategori sangat baik.

c. Aspek Konsep Materi

Pada aspek konsep materi terdapat lima indikator yang divalidasi, yaitu: 1) materi pembelajaran telah mencakup penjelasan yang sesuai tujuan pembelajaran, 2) urutan penjelasan materi telah tepat, 3) konsep materi yang dijelaskan telah benar dan sesuai, 4) materi yang dijelaskan merupakan materi yang faktual, dan 5) materi disampaikan secara tepat dan akurat. Hasil validasi ahli materi terhadap

produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek konsep materi

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Materi pembelajaran telah mencakup penjelasan yang sesuai tujuan pembelajaran	4	Sangat Baik
2.	Urutan penjelasan materi telah tepat	3	Baik
3.	Konsep materi yang dijelaskan telah benar dan sesuai	4	Sangat Baik
4.	Materi yang dijelaskan merupakan materi yang faktual	4	Sangat Baik
5.	Materi disampaikan secara tepat dan akurat	3	Baik
Jumlah		18	Sangat Baik
Rata-rata		3,50	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek konsep materi yang terdiri dari lima indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 16 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,2 dengan kategori baik.

d. Aspek Gambar Pendukung

Pada aspek gambar pendukung terdapat empat indikator yang divalidasi, yaitu: 1) gambar yang digunakan telah sesuai dengan materi yang dijelaskan, 2) gambar yang digunakan telah tepat dalam mendukung penjelasan materi, 3) gambar yang digunakan jelas dan mudah dipahami, dan 4) gambar yang digunakan menarik. Hasil validasi ahli materi terhadap produk pengembangan ME_Science diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek gambar pendukung

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Gambar yang digunakan telah sesuai dengan materi yang dijelaskan	4	Sangat Baik
2.	Gambar yang digunakan telah tepat dalam mendukung penjelasan materi	3	Baik
3.	Gambar yang digunakan jelas dan mudah dipahami	4	Sangat Baik
4.	Gambar yang digunakan menarik	3	Baik
Jumlah		14	Sangat Baik
Rata-rata		3,50	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek gambar pendukung yang terdiri dari empat indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 14 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,5. Hasil validasi pada aspek gambar pendukung dikategorikan sangat baik.

e. Aspek Contoh Fenomena

Pada aspek contoh fenomena terdapat tiga indikator yang divalidasi, yaitu: 1) fenomena yang digunakan dalam materi telah sesuai untuk mendukung penjelasan materi, 2) fenomena yang digunakan merupakan fenomena yang faktual, 3) fenomena yang digunakan dideskripsikan dengan jelas sehingga mudah untuk dipahami. Hasil validasi bentuk kuantitatif tertera pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek contoh fenomena

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Fenomena yang digunakan dalam materi telah sesuai untuk mendukung penjelasan materi	3	Baik
2.	Fenomena yang digunakan merupakan fenomena yang faktual	3	Baik
3.	Fenomena yang digunakan dideskripsikan dengan jelas sehingga mudah untuk dipahami	4	Sangat Baik
Jumlah		10	Baik

Rata-rata	3,33	
------------------	------	--

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek contoh fenomena yang terdiri dari tiga indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 10 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,33. Hasil validasi pada aspek contoh fenomena dikategorikan baik.

f. Aspek Penggunaan Rumus

Pada aspek penggunaan rumus terdapat empat indikator yang divalidasi, yaitu: 1) rumus-rumus yang digunakan telah tepat sesuai dengan materi, 2) variabel yang digunakan pada rumus telah dengan konsisten, 3) satuan yang digunakan pada rumus telah konsisten, dan 4) memberikan keterangan setiap rumus telah tepat. Hasil validasi ahli materi terhadap produk dalam bentuk kuantitatif tertera pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek penggunaan rumus

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Rumus-rumus yang digunakan telah tepat sesuai dengan materi	4	Sangat Baik
2.	Variabel yang digunakan pada rumus telah dengan konsisten	3	Baik
3.	Satuan yang digunakan pada rumus telah konsisten	4	Sangat Baik
4.	Pemberian keterangan setiap rumus telah tepat	4	Sangat Baik
Jumlah		15	Sangat Baik
Rata-rata		3,75	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek penggunaan rumus yang terdiri dari empat indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 15 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,75. Hasil validasi pada aspek penggunaan rumus dikategorikan sangat baik.

g. Aspek Contoh Soal

Pada aspek contoh soal terdapat dua indikator yang divalidasi, yaitu: 1) contoh soal telah sesuai dengan materi yang dibahas dan 2) contoh soal mudah untuk dipahami. Hasil validasi ahli materi terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil validasi kuantitatif ahli materi pada aspek contoh soal

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Contoh soal telah sesuai dengan materi yang dibahas	4	Sangat Baik
2.	Contoh soal mudah untuk dipahami	3	Baik
Jumlah		7	Sangat Baik
Rata-rata		3,5	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi terhadap aspek contoh soal yang terdiri dari dua indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 7 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,5 yang berada pada kategori sangat baik.

h. Kesimpulan

Berdasarkan hasil validasi materi dan revisi, maka multimedia *mobile learning* ME_Science berbasis *Android virtual reality* dinyatakan layak untuk digunakan dengan revisi.

2. Data Evaluasi Produk dari Ahli Media

Tujuan validasi media adalah untuk mengukur kelayakan multimedia *mobile learning* ME_Science yang berbasis *Android virtual reality* untuk pembelajaran Fisika pada materi Fisika Inti kelas XII IPA. Ahli media yang menjadi validator

produk penelitian multimedia ME_Science berbasis *Android virtual reality* adalah Bapak Subhan Annur, M.Pd selaku dosen FKIP Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. Kelayakan multimedia ini menjadi tahap awal sebelum dilakukannya tahap pengembangan yang selanjutnya yaitu tahap uji coba di lapangan. Melalui tahap validasi media, maka akan dapat diketahui aspek-aspek apa saja yang sudah memenuhi kriteria dan aspek-aspek apa saja yang perlu diperbaiki.

Aspek yang divalidasi pada produk media yang dikembangkan ada tujuh yaitu meliputi: aspek rekayasa perangkat lunak, aspek penggunaan, aspek interaktivitas, kualitas tampilan, animasi, *maintainable*, dan aspek penerapan prinsip desain multimedia pembelajaran. Setiap aspek yang diukur masing-masing memiliki indikator yang telah disusun sesuai dengan tujuan validasi. Terdapat 29 indikator yang akan divalidasi dari 7 aspek ini. Adapun penjelasan dari indikator tiap-tiap aspek adalah sebagai berikut ini.

a. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

Pada aspek rekayasa perangkat lunak terdapat tiga indikator yang divalidasi, yaitu: 1) kompatibilitas sistem dengan program, 2) media telah sesuai dengan perkembangan IPTEK, dan 3) merupakan media yang kreatif dan memberikan inovasi dalam pembelajaran. Hasil validasi ahli media terhadap produk pengembangan ME_Science tertera pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek rekayasa perangkat lunak

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Kompatibilitas sistem dengan program	3	Baik
2.	Media telah sesuai dengan perkembangan IPTEK	4	Sangat Baik

3.	Merupakan media yang kreatif dan memberikan inovasi dalam pembelajaran	4	Sangat Baik
----	--	---	-------------

Lanjutan Tabel 16

Jumlah	11	Sangat Baik
Rata-rata	3,67	

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek rekayasa perangkat lunak yang terdiri dari tiga indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 11 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,67 dengan kategori sangat baik.

b. Aspek Penggunaan

Pada aspek penggunaan terdapat tiga indikator yang divalidasi, yaitu: 1) media pembelajaran dapat dengan mudah dioperasikan/ digunakan, 2) konsisten dalam menggunakan tombol navigasi, dan 3) petunjuk media yang digunakan telah jelas. Hasil validasi ahli media terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 17.

Tabel 17. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek penggunaan

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Media pembelajaran dapat dengan mudah dioperasikan/ digunakan	3	Baik
2.	Konsisten dalam menggunakan tombol navigasi	4	Sangat Baik
3.	Petunjuk media yang digunakan telah jelas	4	Sangat Baik
Jumlah		11	Sangat Baik
Rata-rata		3,67	

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek penggunaan yang terdiri dari tiga indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik.

Jumlah skor yang diperoleh sebesar 11 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,67 dengan kategori sangat baik.

c. Aspek Interaktivitas

Pada aspek interaktivitas terdapat dua indikator yang divalidasi, yaitu: 1) media dapat mendukung pembelajaran yang interaktif, dan 2) media dapat memberikan umpan balik kepada peserta didik. Hasil validasi ahli media terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 18.

Tabel 18. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek interaktivitas

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Media dapat mendukung pembelajaran yang interaktif	4	Sangat Baik
2.	Media dapat memberikan umpan balik kepada peserta didik	3	Baik
Jumlah		7	Baik
Rata-rata		3,5	

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek interaktivitas yang terdiri dari dua indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 7 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,5 dengan kategori sangat baik.

d. Aspek Kualitas Tampilan

Pada aspek kualitas tampilan terdapat lima indikator yang divalidasi, yaitu: 1) proporsi *layout* telah sesuai, 2) pemilihan *background* telah tepat, 3) jenis huruf yang digunakan telah sesuai, 4) ukuran huruf yang digunakan telah sesuai, dan 5) tombol navigasi yang digunakan menarik. Hasil validasi ahli media terhadap

produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 19.

Tabel 19. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek kualitas tampilan

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Proporsi <i>layout</i> telah sesuai	4	Sangat Baik
2.	Pemilihan <i>background</i> telah tepat	3	Baik
3.	Jenis huruf yang digunakan telah sesuai	4	Sangat Baik
4.	Ukuran huruf yang digunakan telah sesuai	3	Baik
5.	Tombol navigasi yang digunakan menarik	3	Baik
Jumlah		17	Baik
Rata-rata		3,4	

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek kualitas tampilan yang terdiri dari lima indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 17 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,4 dengan kategori baik.

e. Aspek Animasi

Pada aspek animasi terdapat dua indikator yang divalidasi, yaitu: 1) pergerakan animasi menarik dan lancar dan 2) animasi telah sesuai untuk menjelaskan materi yang dibahas. Hasil validasi ahli media terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam tabel berikut:

Tabel 20. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek animasi

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Pergerakan animasi menarik dan lancar	4	Sangat Baik
2.	Animasi telah sesuai untuk menjelaskan materi yang dibahas	4	Sangat Baik
Jumlah		8	Sangat Baik

Rata-rata	4	
------------------	---	--

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek animasi yang terdiri dari dua indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 3 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 4, dengan kategori sangat baik.

f. Aspek *Maintainable*

Pada aspek animasi terdapat dua indikator yang divalidasi, yaitu: 1) media dapat memberikan kemudahan dalam mengoptimalkan kembali konten media dan 2) media dapat memberikan kemudahan dalam memperbaiki *bugs* yang ada. Hasil validasi ahli media terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek *maintainable*

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Media dapat memberikan kemudahan dalam mengoptimalkan kembali konten media	4	Sangat Baik
2.	Media dapat memberikan kemudahan dalam memperbaiki <i>bugs</i> yang ada	4	Sangat Baik
Jumlah		8	Sangat Baik
Rata-rata		4	

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek *maintainable* yang terdiri dari dua indikator, masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 8 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 4, dengan kategori sangat baik.

g. Aspek Penerapan Prinsip Desain Multimedia Pembelajaran

Pada aspek animasi terdapat enam indikator yang divalidasi, yaitu: 1) media telah sesuai dengan prinsip pra pelatihan, 2) media telah sesuai dengan prinsip

gambar, 3) media telah sesuai dengan prinsip suara, 4) media telah sesuai dengan prinsip kesinambungan waktu, 5) media telah sesuai dengan prinsip modalitas, 6) media telah sesuai dengan prinsip personalitas, 7) media telah sesuai dengan prinsip multimedia, 8) media telah sesuai dengan prinsip koherensi, 9) media telah sesuai dengan prinsip *signaling*, 10) media telah sesuai dengan prinsip *redudansi*, 11) media telah sesuai dengan prinsip kesinambungan spasial, dan 12) media telah sesuai dengan prinsip segmentasi. Hasil validasi ahli media terhadap produk pengembangan ME_Science, diperoleh data dalam bentuk kuantitatif sebagaimana yang terlihat dalam Tabel 22.

Tabel 22. Hasil validasi kuantitatif ahli media pada aspek penerapan prinsip desain multimedia pembelajaran

No	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Media telah sesuai dengan prinsip pra pelatihan	4	Sangat Baik
2.	Media telah sesuai dengan prinsip gambar	4	Sangat Baik
3.	Media telah sesuai dengan prinsip suara	3	Baik
4.	Media telah sesuai dengan prinsip kesinambungan waktu	4	Sangat Baik
5.	Media telah sesuai dengan prinsip modalitas	3	Baik
6.	Media telah sesuai dengan prinsip personalitas	3	Baik
7.	Media telah sesuai dengan prinsip multimedia	4	Sangat Baik
8.	Media telah sesuai dengan prinsip koherensi	4	Sangat Baik
9.	Media telah sesuai dengan prinsip <i>signaling</i>	3	Baik
10.	Media telah sesuai dengan prinsip <i>redudansi</i>	4	Sangat Baik
11.	Media telah sesuai dengan prinsip kesinambungan spasial	4	Sangat Baik
12.	Media telah sesuai dengan prinsip segmentasi	4	Sangat Baik
Jumlah		44	Sangat Baik
Rata-rata		3,67	

Berdasarkan hasil validasi ahli media terhadap aspek Penerapan Prinsip Desain Multimedia Pembelajaran yang terdiri dari dua belas indikator,

masing-masing menunjukkan kategori sangat baik. Jumlah skor yang diperoleh sebesar 44 untuk keseluruhan dengan rata-rata skor 3,67 dengan kategori sangat baik.

h. Kesimpulan

Berdasarkan hasil validasi media dan revisi, maka multimedia *mobile learning* ME_Science berbasis *Android virtual reality* dinyatakan layak untuk digunakan dengan revisi.

3. Data Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar peserta didik diperoleh melalui penghitungan nilai gain pretest dan posttest. Instrument yang digunakan berupa soal pilihan ganda berjumlah 20 butir soal. Deskripsi hasil penelitian ditunjukkan melalui Tabel 22.

Tabel 23. Hasil *pretest* dan *posttest* pada saat uji coba produk ME_Science

No	Kode Siswa	Pretest	Posttest	Gain
1.	M3-01	35	75	40
2.	M3-02	30	85	55
3.	M3-03	30	85	55
4.	M3-04	30	95	65
5.	M3-05	45	90	45
6.	M3-06	30	80	50
7.	M3-07	40	90	50
8.	M3-08	40	85	45
9.	M3-09	25	80	55
10.	M3-10	35	90	55
11.	M3-11	40	85	45
12.	M3-12	30	75	45
13.	M3-13	40	80	40
14.	M3-14	40	80	40
15.	M3-15	20	80	60
16.	M3-16	20	80	60
17.	M3-17	30	80	50
18.	M3-18	35	80	45
19.	M3-19	25	75	50
20.	M3-20	35	75	30
21.	M3-21	25	75	50

22.	M3-22	30	70	40
23.	M3-23	30	85	55
24.	M3-24	30	80	50
25.	M3-25	15	80	65
26.	M3-26	25	80	55
27.	M3-27	45	85	40

Lanjutan Tabel 23

28.	M3-28	35	85	50
29.	M3-29	25	95	70
30.	M3-30	55	90	35
31.	M3-31	35	80	45
32.	M3-32	25	80	55
33.	M3-33	30	75	45
34.	M3-34	40	80	40
35.	M3-35	20	90	70
36.	M3-36	40	80	40
37.	M3-37	40	70	30
Rata-rata		32,4	81,6	49,2

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat rata-rata nilai *pretest* siswa adalah 32,4 dan rata-rata nilai *posttest* siswa adalah 81,6 dengan peningkatan rata-rata skor sebesar 49,2. Peningkatan skor antara *pretest* dan *posttest* menunjukkan hasil yang signifikan. Semua siswa telah mencapai KKM yang diinginkan yaitu sebesar 75.

4. Data Respon Siswa terhadap ME_Science

Respon peserta didik terhadap pembelajaran IPA pada materi fisika inti kelas XII IPA dengan menggunakan multimedia *mobile-learning android virtual reality* diketahui dengan menggunakan angket respon siswa model ARCS dengan 20 pernyataan. Hasil analisis respon peserta didik dari semua kategori ditunjukkan pada Tabel 23.

Tabel 24. Hasil respon siswa pada saat uji coba produk ME_Science

Aspek	Skor Maks	Skor Min	Standar Deviasi	Rata-rata	Kategori
<i>Attention</i>	3,8	2,8	0,24	3,21	B
<i>Relevation</i>	3,6	2,6	0,21	3,22	B

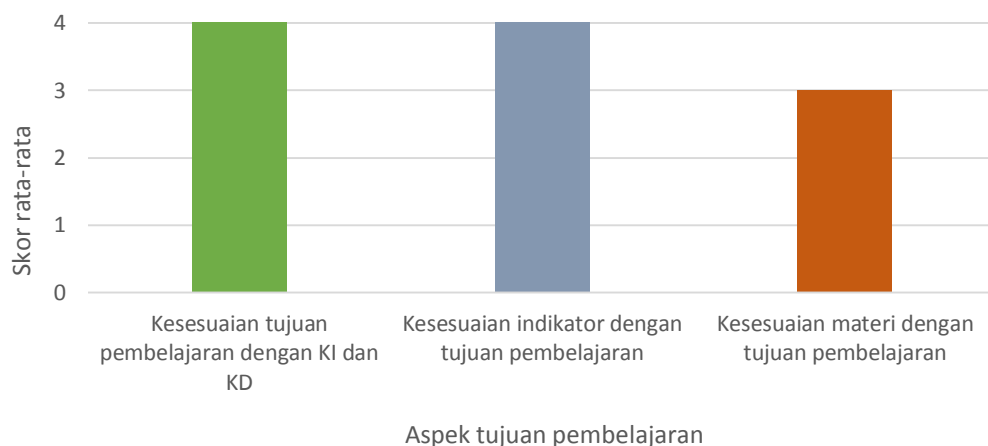
<i>Confidance</i>	3,6	2,8	0,19	3,14	B
<i>Statifaction</i>	3,6	3	0,17	3,17	B

Berdasarkan tabel tersebut, dapat diketahui bahwa respon peserta didik terhadap pembelajaran menggunakan multimedia *ME_Science* menunjukan respon yang baik. Hasil ini menunjukan bahwa multimedia yang dikembangkan mampu memberikan aspek perhatian yang baik, relevansi materi yang tepat, kenyamanan dalam penggunaan media, dan kepuasan peserta didik dalam melakukan pembelajaran dengan menggunakan multimedia.

C. Analisis Data

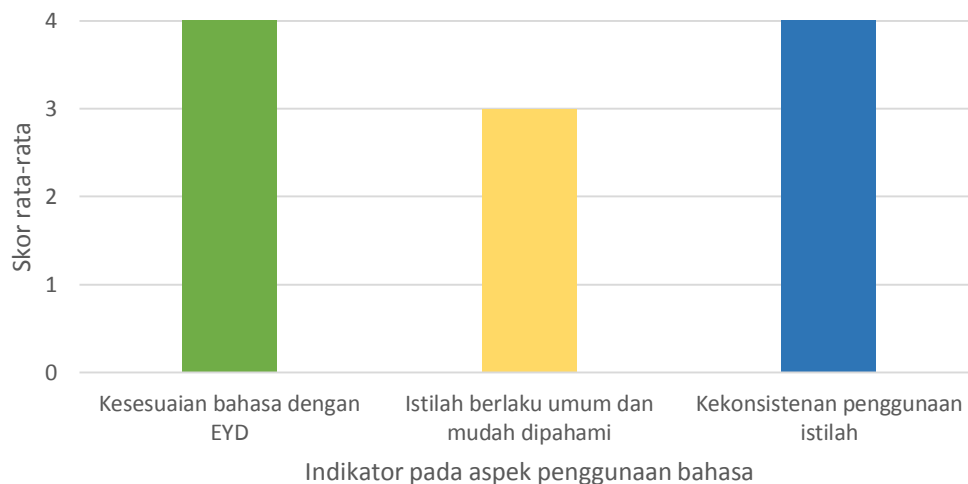
1. Analisis Data Evaluasi Produk Ahli Materi

Hasil validasi materi yang dilakukan oleh ahli materi merupakan data kuantitatif yang medeskripsikan kualitas multimedia *mobile learning* *ME_Science* yang berbasis Android *virtual realiy* dilihat dari kualitas konten materi. Kualitas materi yang dikembangkan dinilai dari berbagai indikator yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun berdasarkan hasil validasi tersebut secara keseluruhan menunjukan bahwa multimedia *ME_Science* yang telah dikembangkan memenuhi kategori sangat layak. Hal ini ditunjukkan melalui rerata skor pada setiap aspek yang diukur pada saat proses validasi, yang meliputi: aspek tujuan pembelajaran, aspek penggunaan bahasa, aspek konsep materi, aspek gambar pendukung, aspek contoh fenomena, aspek penggunaan rumus, dan aspek contoh soal.



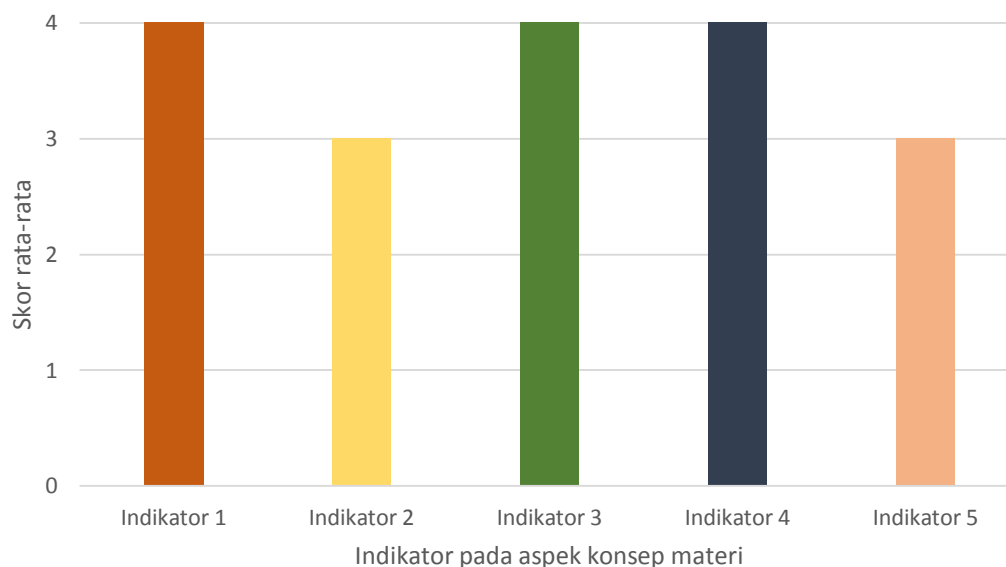
Gambar 22. Hasil validasi materi aspek tujuan pembelajaran

Berdasarkan Gambar 22 tentang aspek tujuan pembelajaran, diperoleh skor rerata 3,67 dengan kategori sangat baik. Aspek tujuan pembelajaran ini meliputi tiga indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Pada indikator pertama yaitu tujuan pembelajaran telah sesuai dengan KI dan KD memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Kemudian pada indikator kedua yaitu indikator pembelajaran telah sesuai dengan tujuan pembelajaran memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Pada indikator ketiga, yaitu materi pembelajaran yang disusun telah sesuai dengan tujuan pembelajaran memperoleh skor 3 dengan kategori baik. Berdasarkan penilaian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa konten materi yang terdapat pada multimedia ME_Science telah memiliki tujuan pembelajaran yang sesuai dengan KI dan KD, serta indikator yang dibuat juga telah mengacu pada tujuan pembelajaran. Selain itu, penyusunan materi yang tercantum dalam multimedia ME_Science juga telah tersusun dengan baik sesuai dengan tujuan pembelajaran.



Gambar 23. Hasil validasi materi aspek penggunaan bahasa

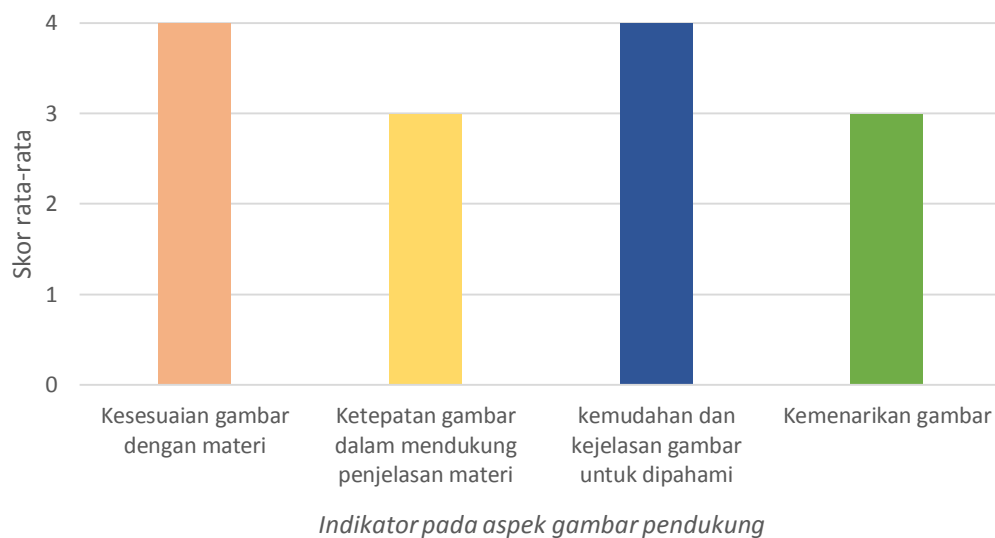
Berdasarkan Gambar 23 tentang aspek penggunaan bahasa, diperoleh skor rerata 3,67 dengan kategori sangat baik. Aspek penggunaan bahasa ini meliputi tiga indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Pada indikator pertama yaitu bahasa yang digunakan telah sesuai dengan EYD memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Kemudian pada indikator istilah yang digunakan merupakan istilah yang berlaku umum dan mudah untuk dipahami memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Indikator yang menunjukkan kekonsistenan penggunaan istilah memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut dapat disimpulkan bahwa multimedia ME_Science yang dikembangkan sudah memenuhi aspek bahasa dimana bahasa yang digunakan pada aplikasi telah sesuai dengan EYD, kemudian penggunaan istilah umum yang baik dan mudah dipahami, serta istilah yang digunakan tersebut telah konsisten.



Gambar 24. Hasil validasi materi aspek konsep materi

Berdasarkan Gambar 24 tentang aspek konsep materi, diperoleh skor rerata 3,50 dengan kategori sangat baik. Pada indikator pertama yaitu materi pembelajaran telah mencakup penjelasan yang sesuai tujuan pembelajaran, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Pada indikator kedua yaitu urutan penjelasan materi telah tepat, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Pada indikator ketiga yaitu konsep materi yang dijelaskan telah benar dan sesuai, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Kemudian pada indikator keempat yaitu materi yang dijelaskan merupakan materi yang faktual, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Selanjutnya pada indikator kelima yaitu materi disampaikan secara tepat dan akurat, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Mengacu pada penilaian yang diberikan oleh validator tersebut, maka multimedia ME_Science telah memenuhi aspek konsep materi dengan

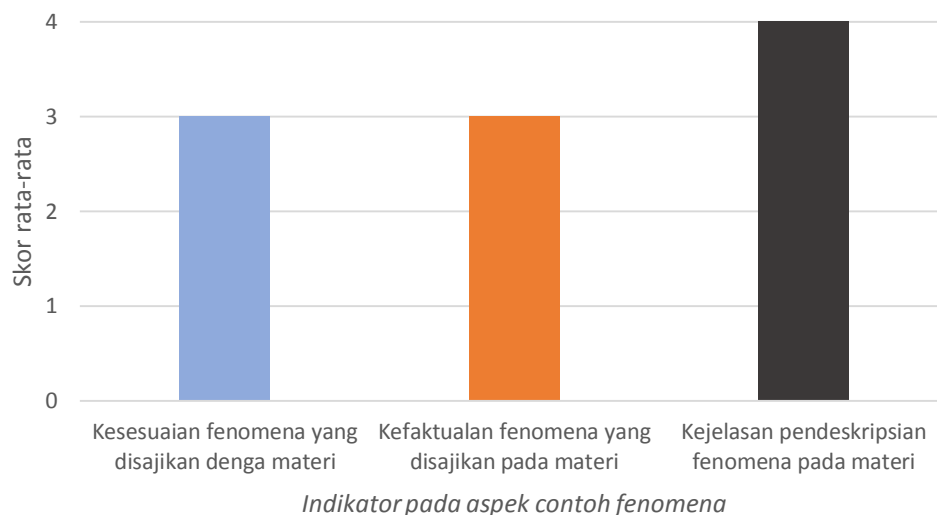
kategori sangat baik. Adapun deskripsi sangat baik yang dimaksud adalah multimedia ME_Science telah menyajikan konten materi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, materi disajikan berurutan dan tepat, konsep materi yang dijelaskan telah sesuai dan materi yang disajikan faktual.



Gambar 25. Hasil validasi materi aspek gambar pendukung

Berdasarkan Gambar 25 tentang aspek gambar pendukung, diperoleh skor rerata 3,50 dengan kategori sangat baik. Pada indikator pertama yaitu gambar yang digunakan telah sesuai dengan materi yang dijelaskan, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Pada indikator kedua yaitu gambar yang digunakan telah tepat dalam mendukung penjelasan materi, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Kemudian pada indikator ketiga yaitu gambar yang digunakan jelas dan mudah dipahami, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Selanjutnya pada indikator keempat yaitu gambar yang digunakan menarik, memperoleh skor validasi sebesar

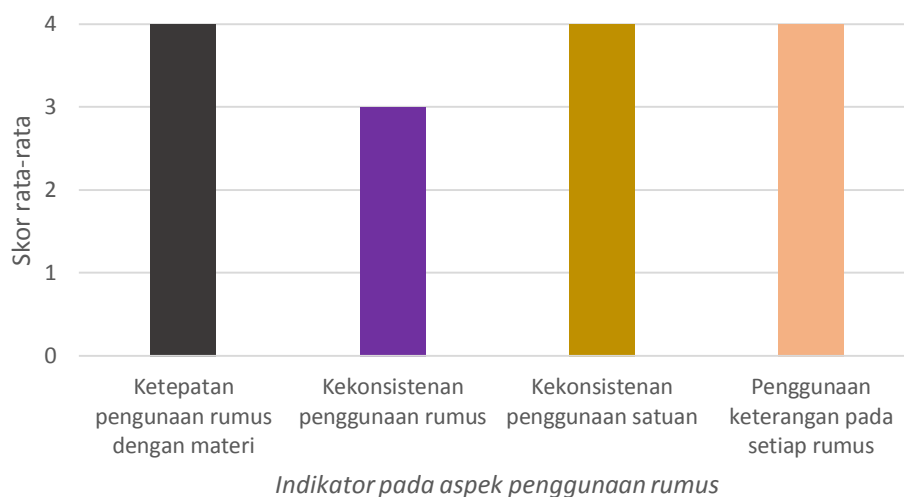
3 dengan kategori baik. Berdasarkan hasil validasi tersebut, multimedia ME_Science dinilai baik dalam menyajikan gambar-gambar pendukung pada konten materi.



Gambar 26. Hasil validasi materi aspek contoh fenomena

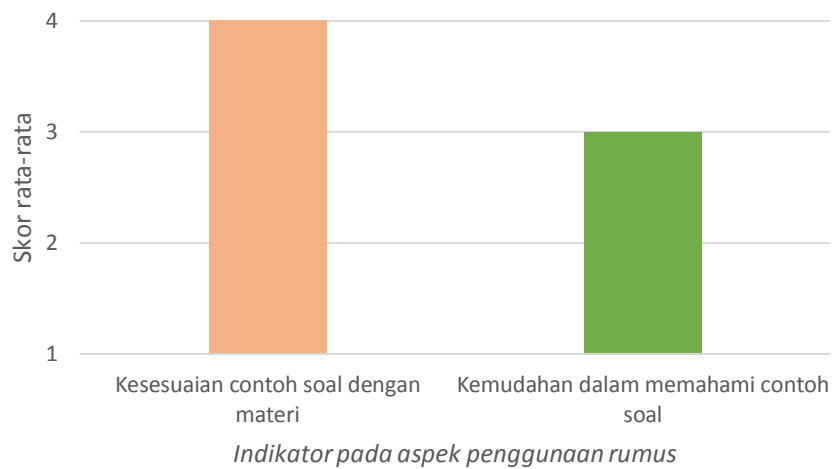
Berdasarkan Gambar 26 tentang aspek contoh fenomena, diperoleh skor rerata 3,33 dengan kategori baik. Pada indikator pertama yaitu fenomena yang digunakan dalam materi telah sesuai untuk mendukung penjelasan materi, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Kemudian pada indikator kedua yaitu fenomena yang digunakan merupakan fenomena yang faktual, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Indikator ketiga yaitu fenomena yang digunakan dideskripsikan dengan jelas sehingga mudah untuk dipahami, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Berdasarkan penialain validator tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa multimedia ME_Science telah memenuhi aspek contoh fenomena. Adapun

multimedia yang dikembangkan telah dilengkapi dengan contoh fenomena faktual yang sesuai dengan bahasan materi, serta mudah untuk dipahami.



Gambar 27. Hasil validasi materi aspek penggunaan rumus

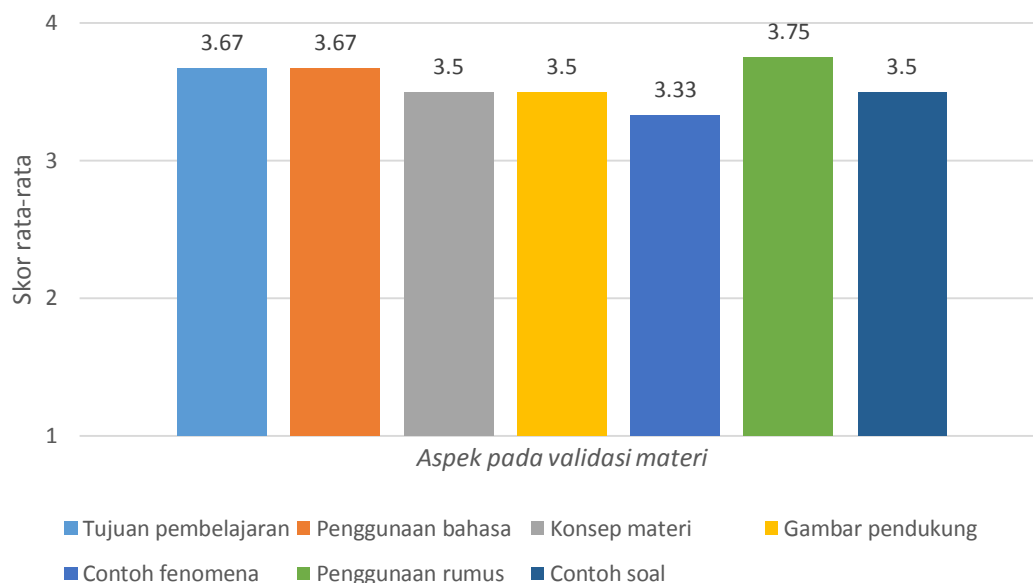
Berdasarkan Gambar 27 tentang aspek penggunaan rumus, diperoleh skor rerata 3,75 dengan kategori sangat baik. Pada indikator pertama yaitu rumus-rumus yang digunakan telah tepat sesuai dengan materi, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Pada indikator kedua yaitu variabel yang digunakan pada rumus telah dengan konsisten, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. kemudian pada indikator ketiga yaitu satuan yang digunakan pada rumus telah konsisten, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Indikator keempat yaitu pemberian keterangan setiap rumus telah tepat, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Secara keseluruhan multimedia ME_Science yang dikembangkan telah memenuhi aspek penggunaan rumus dengan kategori sangat baik.



Gambar 28. Hasil validasi materi aspek penggunaan rumus

Berdasarkan Gambar 28 tentang aspek contoh soal, diperoleh skor rerata 3,5 dengan kategori sangat baik. Aspek contoh soal ini meliputi dua indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Pada indikator pertama yaitu contoh soal telah sesuai dengan materi yang dibahas, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Indikator selanjutnya, yaitu kemudahan dalam memahami contoh soal memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Dengan demikian, multimedia ME_Science yang dikembangkan ditinjau dari materi pembelajaran, telah dilengkapi dengan contoh-contoh soal yang mudah dipahami dan sesuai dengan materi yang dibahas.

Berdasarkan ketujuh aspek yang dinilai pada validasi materi untuk multimedia ME_Science, diperoleh data dalam bentuk diagram yang tersaji pada Gambar 29 berikut ini.



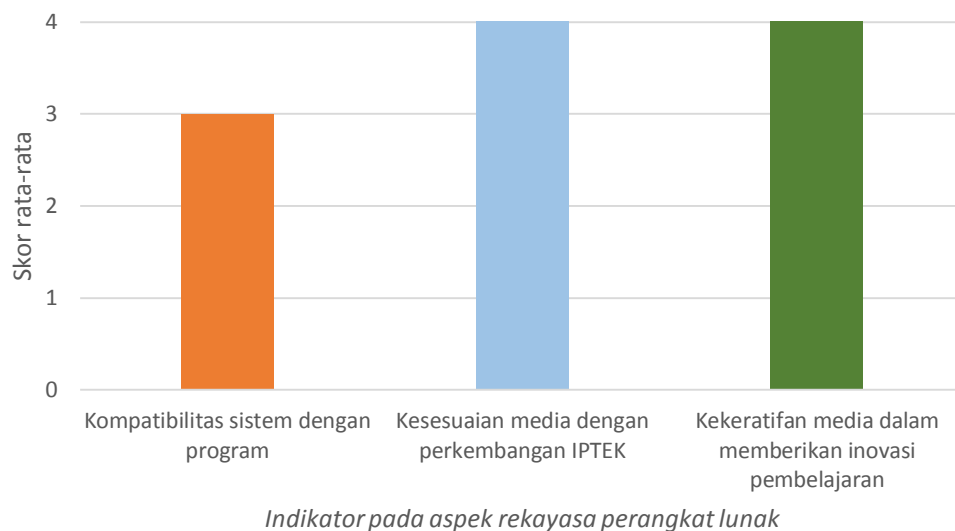
Gambar 29. Hasil validasi materi

Skor rata-rata yang diperoleh pada validasi materi adalah 3,56 dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa multimedia ME_Science yang dikembangkan telah dinilai sangat baik dan layak ditinjau dari kualitas materi yang kemudian siap untuk diujicobakan pada tahap selanjutnya.

2. Analisis Data Evaluasi Produk Ahli Media

Hasil validasi media oleh ahli media merupakan data kuantitatif yang medeskripsikan kualitas multimedia *mobile learning* ME_Science yang berbasis Android *virtual realiy* dinilai dari berbagai indikator yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun berdasarkan hasil validasi tersebut secara keseluruhan menunjukkan bahwa multimedia ME_Science yang telah dikembangkan memenuhi kategori sangat layak. Hal ini ditunjukkan melalui rerata skor pada setiap aspek yang diukur pada saat proses validasi, yang meliputi: aspek rekayasa perangkat

lunak, aspek penggunaan, aspek interaktivitas, kualitas tampilan, animasi, *maintainable*, dan aspek penerapan prinsip desain multimedia pembelajaran.



Gambar 30. Hasil validasi media aspek rekayasa perangkat lunak

Berdasarkan Gambar 30 tentang aspek rekayasa perangkat lunak, diperoleh skor rerata 3,67 dengan kategori sangat baik. Aspek rekayasa perangkat lunak ini meliputi tiga indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Setiap indikator yang digunakan dapat dianalisis bagaimana multimedia ME_Science dapat dikatakan sangat baik pada aspek tersebut.

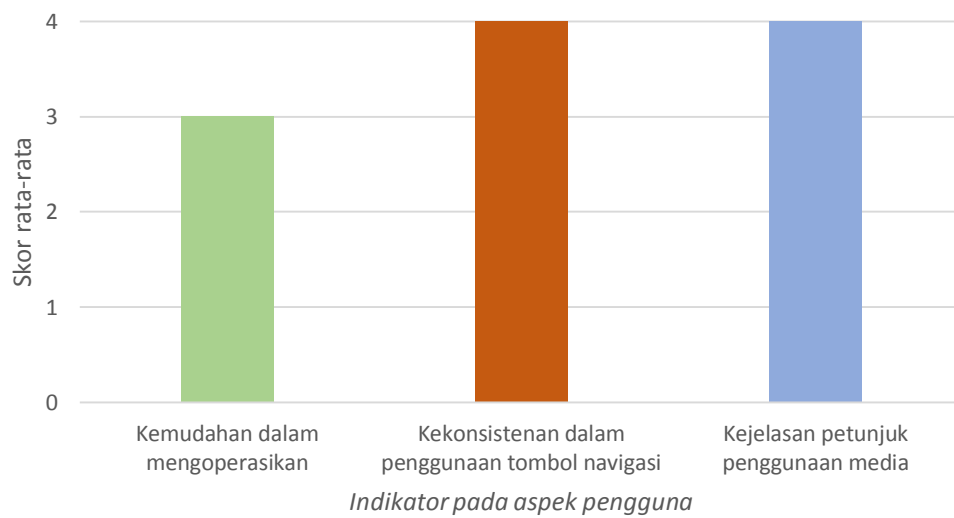
Indikator pertama pada aspek rakayasa perangkat lunak adalah kompatibilitas sistem dengan program. Indikator ini memiliki pengertian bahwa multimedia *mobile learning* ME_Science yang telah dikembangkan merupakan aplikasi yang mampu berfungsi dan bekerja dengan baik pada perangkat *smartphone* yang berbasis *Android* dengan minimum *Android* versi 5.0, sehingga semua perangkat *Android* dengan versi 5.0 keatas dapat dipastikan mampu menjalankan aplikasi yang telah dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi ahli

media, indikator ini memperoleh penilaian dengan skor 3 dengan kategori baik. Adapun skor 3 yang diberikan oleh validator dikarenakan adanya keterbatasan multimedia yang dikembangkan karena hanya dapat berjalan pada sistem operasi *Android* versi 5.0 keatas, sedangkan masih cukup banyak perangkat yang berada pada sistem operasi *Android* versi 5.0 kebawah. Proses pengaplikasian media, yaitu menjalankan fitur *virtual reality*, maka perangkat *Android* yang digunakan harus memiliki sensor *gyro*, sensor *accelerometer*, dan sensor *magnetometer*. Oleh sebab itu, multimedia ME_Science yang dikembangkan masih dikategorikan “baik” meskipun masih memiliki beberapa keterbatasan.

Indikator kedua pada aspek rakayasa perangkat lunak adalah media telah sesuai dengan perkembangan IPTEK. Penilaian yang diberikan oleh validator yaitu 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat diartikan bahwa multimedia ME_Science yang dikembangkan telah memenuhi kriteria pemanfaatan perkembangan IPTEK. Penggunaan teknologi *mobile* dan penggunaan fitur *virtual reality* merupakan salah satu kelebihan multimedia ini dalam memanfaatkan kemajuan teknologi sebagai upaya menyediakan bahan ajar yang baik dan praktis untuk memfasilitasi proses pembelajaran.

Indikator ketiga pada aspek rakayasa perangkat lunak adalah media yang kreatif dan memberikan inovasi dalam pembelajaran. Penilaian yang diberikan validator yaitu 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat diartikan bahwa pengembangan multimedia *mobile learning* berbasis *Android virtual reality* merupakan bentuk yang inovatif karena memanfaatkan teknologi *virtual reality* untuk memfasilitasi siswa belajar. Teknologi *virtual reality* ini sendiri masih

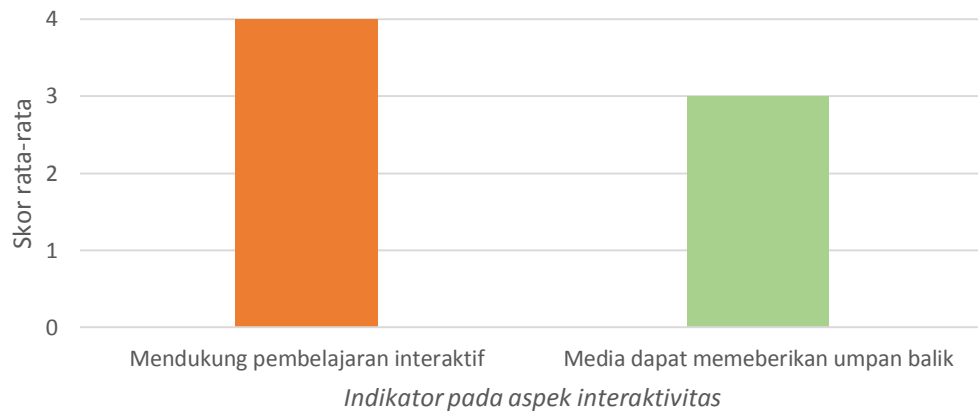
sangat jarang dipergunakan dalam dunia Pendidikan terutama di Indonesia. Pemanfaatan teknologi *virtual reality* yang dikemas dalam *mobile learning* menjadikan multimedia ME_Science sangat baik dalam memenuhi aspek media yang kreatif dan memberikan inovasi dalam pembelajaran.



Gambar 31. Hasil validasi media aspek penggunaan

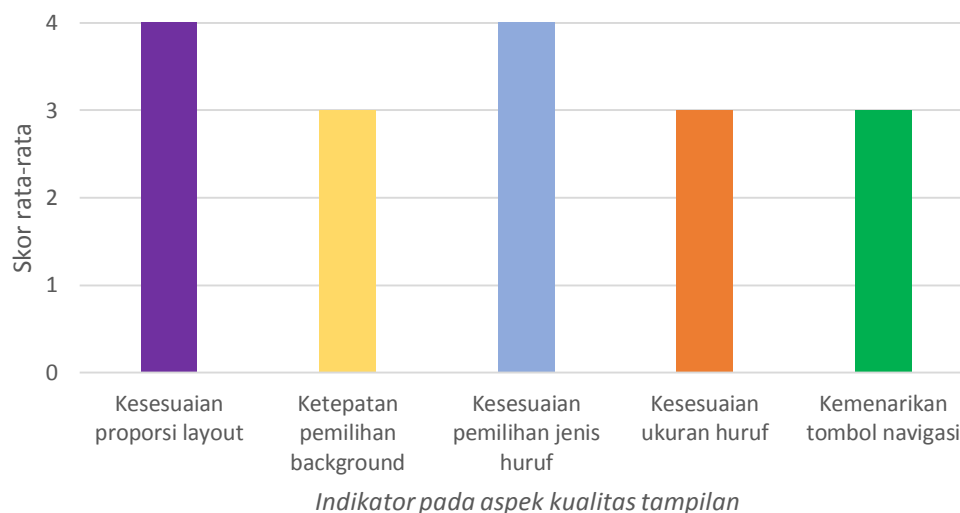
Berdasarkan Gambar 31 tentang aspek penggunaan, diperoleh skor rerata 3,67 dengan kategori sangat baik. Aspek penggunaan ini meliputi tiga indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Pada indikator pertama yaitu media pembelajaran dapat dengan mudah dioperasikan memperoleh skor validasi yaitu 3 dengan kategori baik. Pada indikator kedua yaitu konsisten dalam menggunakan tombol navigasi memperoleh skor 4 dengan kategori sangat baik. Indikator ketiga yaitu petunjuk media yang digunakan telah jelas memperoleh skor 4 dengan kategori sangat baik. Hasil penilaian tersebut menunjukkan bahwa multimedia ME_Science yang dikembangkan mudah

dioperasikan, konsisten dalam menataan tombol navigasi, serta memiliki petunjuk penggunaan yang jelas untuk dipahami oleh pengguna.



Gambar 32. Hasil validasi media aspek interaktivitas

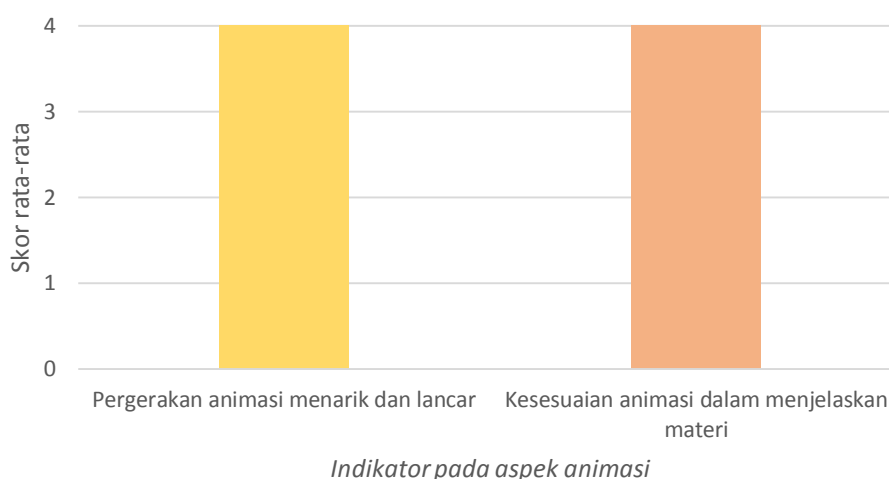
Berdasarkan Gambar 32 tentang aspek interaktivitas, diperoleh skor rerata 3,5 dengan kategori sangat baik. Aspek interaktivitas ini meliputi dua indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Pada indikator pertama yaitu media dapat mendukung pembelajaran yang interaktif memperoleh skor 4 dengan kategori sangat baik. Kemudian pada indikator kedua yaitu media dapat memberikan umpan balik kepada peserta didik memperoleh skor 3 dengan kategori baik. Dengan demikian, multimedia ME_Science yang dikembangkan dinilai mampu mendukung adanya pembelajaran yang interaktif di kelas serta mampu memberikan umpan balik kepada siswa untuk memperdalam pengetahuan dengan baik.



Gambar 33. Hasil validasi media aspek kualitas tampilan

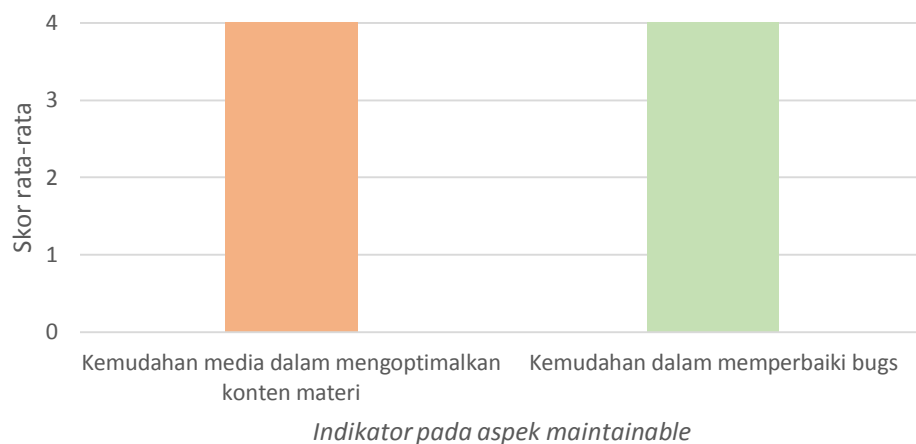
Berdasarkan Gambar 33 tentang aspek kualitas tampilan, diperoleh skor rerata 3,4 dengan kategori sangat baik. Aspek kualitas tampilan ini meliputi lima indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Pada indikator pertama yaitu proposi layout telah sesuai memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Pada indikator kedua yaitu pemilihan *background* telah tepat memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Indikator ketiga yaitu jenis huruf yang digunakan telah sesuai memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Pada indikator keempat yaitu ukuran huruf yang digunakan telah sesuai memperoleh skor validasi 3 dengan kategori baik. Pada indikator kelima yaitu tombol navigasi yang digunakan menarik memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada aspek kualitas tampilan multimedia ME_Science yang dikembangkan memperoleh penilaian baik. Adapun deskripsi baik pada aspek ini adalah penggunaan *layout* aplikasi yang sesuai dengan

penggunaan pada perangkat *smartphone*, penggunaan bentuk dan ukuran huruf yang sesuai dan mudah untuk dibaca, sistem navigasi yang mudah dan menarik, serta penggunaan latar belakang teks pada aplikasi yang baik.



Gambar 34. Hasil validasi media aspek animasi

Berdasarkan Gambar 34 tentang aspek animasi, diperoleh skor rerata 4 dengan kategori sangat baik. Aspek animasi ini meliputi dua indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. Adapun animasi yang digunakan pada produk multimedia ME_Science adalah animasi video penjelasan, dan animasi pada *virtual reality*. Indikator pertama adalah pergerakan animasi yang menarik dan lancar memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Indikator kedua adalah animasi telah sesuai untuk menjelaskan materi yang dibahas memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Multimedia ME_Science yang dikembangkan memiliki animasi penjelasan yang menarik dan pergerakannya lancar, serta memiliki kesesuaian dengan materi yang sedang dibahas.



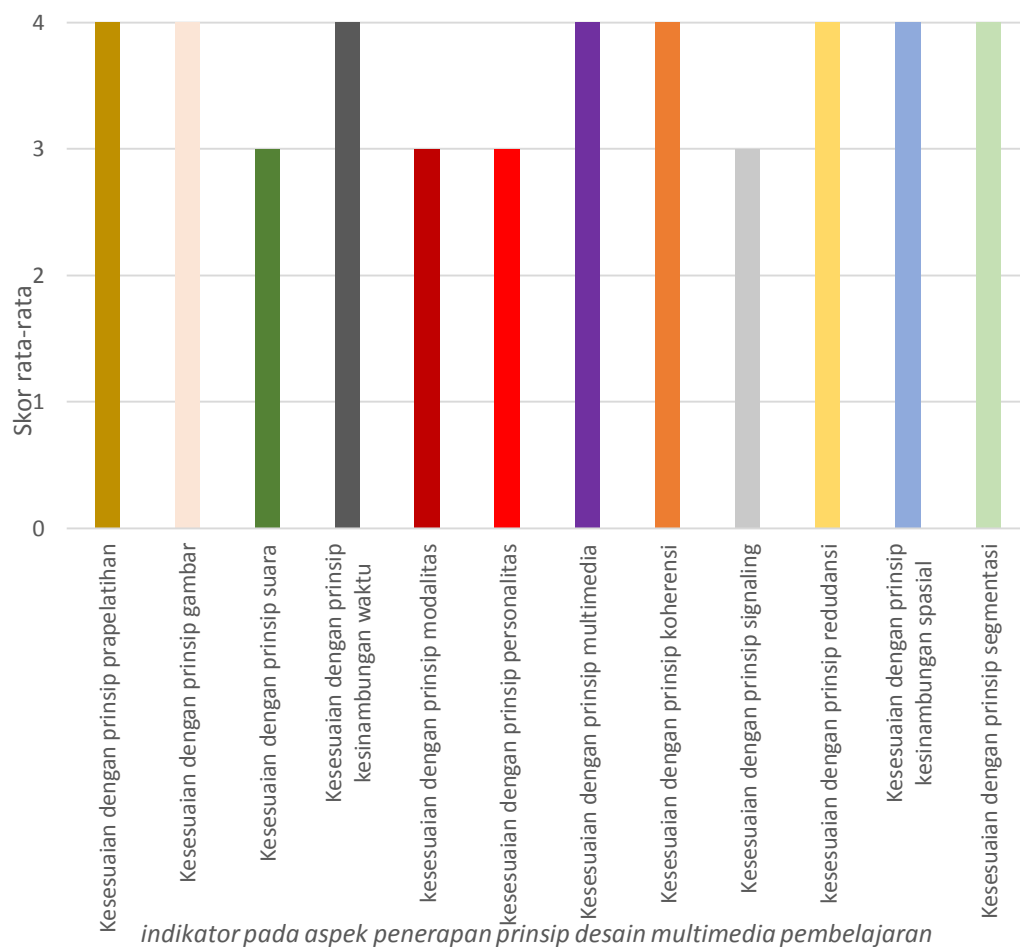
Gambar 35. Hasil validasi media aspek *maintainable*

Berdasarkan Gambar 35 tentang aspek *maintainable*, diperoleh skor rerata 4 dengan kategori sangat baik. Aspek *maintainable* ini meliputi dua indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science yang dikembangkan. *Maintainable* yang dimaksud dalam hal ini menunjukkan bahwa multimedia yang dikembangkan dapat dioptimalkan dan ditingkatkan kualitasnya dikemudian hari jika diperlukan. Selain itu, apabila ditemukan suatu kesalahan pada proses berjalannya aplikasi multimedia tersebut, maka dapat diperbaiki dengan mudah.

Indikator pertama pada aspek *maintainable* adalah media dapat memberikan kemudahan dalam mengoptimalkan kembali konten media. Penilaian yang diberikan validator yaitu 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat diartikan bahwa multimedia ME_Science dapat dengan mudah mengoptimalkan konten materi ataupun menambahkan tambahan materi jika diperlukan dikemudian hari.

Indikator kedua pada aspek *maintainable* adalah media dapat memberikan kemudahan dalam memperbaiki *bugs* yang ada. Penilaian yang diberikan validator yaitu 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat diartikan bahwa multimedia

ME_Science dapat dengan mudah jika dimasa yang akan datang telah ditemukan *bugs* atau cacat fungsi. Perbaikan semacam ini penting dilakukan untuk meningkatkan kualitas multimedia yang dikembangkan, mengingat produk penelitian ini diharapkan tidak hanya dipakai hanya satu kali saja tetapi dapat menjadi pilihan bahan ajar dikemudian hari.



Gambar 36. Diagram hasil validasi media aspek prinsip multimedia

Berdasarkan Gambar 36 tentang aspek penerapan prinsip desain multimedia pembelajaran, diperoleh skor rerata 3,67 dengan kategori sangat baik. Aspek penerapan prinsip desain multimedia pembelajaran ini meliputi dua belas indikator yang menjadi acuan penilaian multimedia ME_Science. Setiap inikator

menjadi acuan dalam mendeskripsikan kualitas multimedia ditinjau dari prinsip-prinsip multimedia pembelajaran yang telah terpenuhi.

Indikator pertama yaitu media telah sesuai dengan prinsip pra pelatihan, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat dimaknai bahwa multimedia ME_Science memiliki konten yang didesain mampu memberikan pengenalan awal kepada siswa tentang pengertian, pemakaian istilah atau simbol. Saat siswa mempelajari materi dalam multimedia ME_Science tidak lagi menemukan penggunaan istilah asing yang belum dimengerti. Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa pengembangan multimedia ME_Science ini memenuhi prinsip pra pelatihan.

Indikator kedua yaitu media telah sesuai dengan prinsip gambar, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat dimaknai bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan prinsip gambar dengan sangat baik. Dengan demikian dapat disimpulkan penggunaan gambar pada multimedia yang dikembangkan dapat mengoptimalkan proses penerimaan informasi oleh pengguna.

Indikator ketiga yaitu media telah sesuai dengan prinsip suara, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Hasil ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan prinsip suara kedalam media yang dikembangkan. Penggunaan prinsip suara yaitu narasi/suara yang digunakan dalam bentuk suara manusia dan bukan merupakan narasi/suara yang berasal dari mesin. Penggunaan suara manusia memiliki artikulasi dan intonasi yang lebih

jelas dibandingkan suara yang berasal dari mesin, oleh sebab itu pengguna akan belajar dengan lebih baik.

Indikator keempat yaitu media telah sesuai dengan prinsip kesinambungan waktu, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Perolehan ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan prinsip kesinambungan waktu dengan sangat baik dimana penggunaan gambar dan penjelasan dilakukan secara simultan. Penggunaan gambar dengan teks penjelasan secara simultan akan meningkatkan proses tersimpannya informasi dengan baik dan lebih tepat karena gambar dan penjelasannya akan diproses dengan bersamaan. Sedangkan gambar dan penjelasan yang ditampilkan secara bergantian akan memperlambat proses tersimpannya informasi di otak.

Indikator kelima yaitu media telah sesuai dengan prinsip modalitas, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Perolehan ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan prinsip modalitas dengan baik. Adapun dalam hal ini prinsip modalitas yang diterapkan adalah penggunaan komponen media berupa grafik dengan ditambahkan narasi. Penggunaan narasi membantu pengguna untuk memahami penjelasan pada gambar dengan lebih baik.

Indikator keenam yaitu media telah sesuai dengan prinsip personalitas, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Perolehan ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan prinsip personalitas dengan baik dimana penggunaan kalimat dalam multimedia bersifat komunikatif. Penggunaan kalimat yang formal tanpa mempertimbangkan unsur

komunikatif akan membuat konten materi terasa membosankan. Selain itu jika ditinjau dari teori belajar siberetik tentang pengkodean informasi, maka bentuk penyajian materi yang komunikatif lebih mudah untuk dikodekan dibandingkan dengan yang tidak. Oleh sebab itu, prinsip personalitas sangat penting untuk diperhatikan jika ingin membuat multimedia yang bersifat interaktif.

Indikator ketujuh yaitu media telah sesuai dengan prinsip multimedia, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Perolehan tersebut dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan prinsip multimedia dengan sangat baik. Berdasarkan prinsip multimedia, seseorang akan belajar lebih baik dari kata-kata dan gambar dari pada hanya kata-kata saja. Adapun desain multimedia ME_Science memadukan komponen kata-kata, gambar, dan video animasi untuk menjelaskan materi-materi yang disajikan didalamnya.

Indikator kedelapan yaitu media telah sesuai dengan prinsip koherensi, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Perolehan ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah didesain agar komponen kata, gambar, dan suara yang tidak perlu dan tidak relevan terhadap materi ditiadakan. Hal-hal yang tidak relevan dengan materi akan sangat mengganggu fokus pengguna untuk mengolah informasi yang terdapat dalam multimedia. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa multimedia ME_Science telah sesuai dengan penerapan prinsip koherensi.

Indikator kesembilan yaitu media telah sesuai dengan prinsip *signaling*, memperoleh skor validasi sebesar 3 dengan kategori baik. Hal ini dapat

didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan dengan baik prinsip *signaling* yang artinya memberikan tanda khusus atau *highlight* pada kata, istilah, maupun bagian dari konten materi yang dianggap penting dan perlu diperhatikan oleh pengguna. Penerapan prinsip ini sangat penting dalam mengembangkan suatu multimedia pembelajaran, mengingat dengan adanya *signaling* maka otak akan memproses suatu pengkodean khusus untuk mudah diamati dan diingat. Prinsip ini sangat sejalan dengan teori belajar siberetik yang mengutamakan pengkodean dalam menyimpan informasi selama proses belajar.

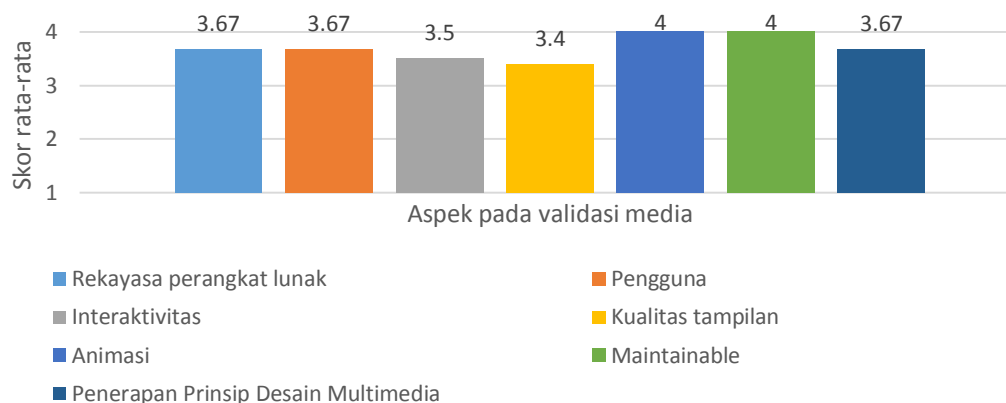
Indikator kesepuluh media telah sesuai dengan prinsip *redudansi*, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Perolehan ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah menerapkan desain dengan prinsip redudansi yang efektif dengan menyajikan animasi dengan teks, atau animasi dengan narasi saja. Prinsip *redudansi* menerangkan bahwa seseorang belajar lebih baik dari gambar/animasi dan narasi dari pada dari gambar/animasi dan narasi, serta ditambahkan teks pada layar. Hal ini dapat dipahami bahwa menggunakan teks dan narasi dalam waktu yang bersamaan justru akan menambah beban kerja otak sehingga tidak mengoptimalkan proses penerimaan informasinya. Dengan demikian lebih baik menggunakan teks saja, atau menggunakan narasi saja.

Indikator kesebelas yaitu media telah sesuai dengan prinsip kesinambungan spasial, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science telah didesain memiliki konten gambar yang berdekatan dengan penjelasannya, sehingga dapat

mempermudah pengguna dalam memahami maksud dari gambar yang ditampilkan. Sesuai dengan maksud dari prinsip kesinambungan spasial, yang mana seseorang akan belajar lebih baik jika kata dan gambar yang berkaitan diletakkan berdekatan atau berdampingan. Oleh sebab itu dapat disimpulkan multimedia ME_Science telah memenuhi prinsip kesinambungan spasial dengan kategori sangat baik.

Indikator kedua belas yaitu media telah sesuai dengan prinsip segmentasi, memperoleh skor validasi sebesar 4 dengan kategori sangat baik. Hal ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science memiliki desain konten materi yang tersegmentasi atau disajikan secara terpisah melalui menu sesuai dengan bahasan materi serta dapat diopersikan dengan menggunakan tombol navigasi pada layer perangkat *smartphone Android*. Tujuan dari penggunaan prinsip segmentasi adalah agar pengguna dapat dengan mudah menuju materi yang ingin dipelajari tanpa harus mencari satu persatu. Selain itu penggunaan prinsip segmentasi akan mempermudah seseorang untuk belajar lebih baik. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengembangan multimedia ME_Science telah memenuhi prinsip segmentasi dengan kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil validasi ahli media, maka diperoleh data yang dapat dilihat pada diagram yang tersaji pada Gambar 37 berikut ini.



Gambar 37. Hasil validasi media

Skor rata-rata yang diperoleh pada validasi media adalah 3,70 dengan kategori sangat baik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa multimedia ME_Science yang dikembangkan telah dinilai sangat baik dan layak ditinjau dari kualitas media pembelajaran serta siap untuk diujicobakan.

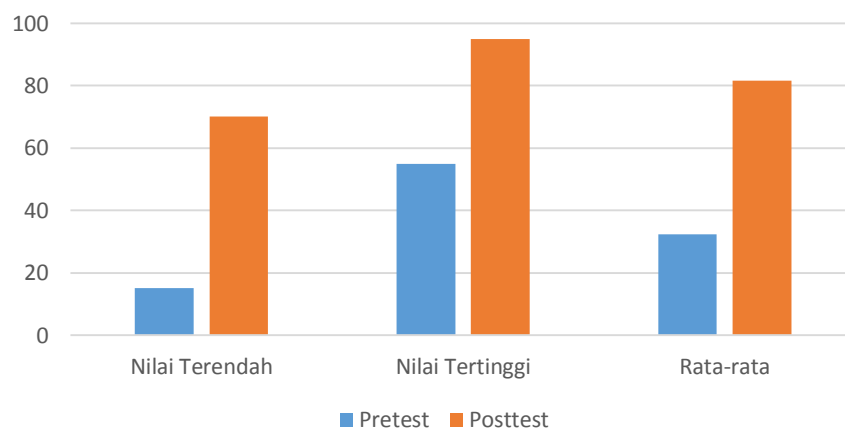
3. Analisis Data Hasil Belajar Siswa

Uji kompetensi kognitif pada siswa kelas XI IPA 3 SMAN 1 Pelaihari pada uji coba produk multimedia *mobile learning* ME_Science berbasis *Android virtuality* dilakukan dengan melalui *pretest* dan *posttest*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pembelajaran sebelum menggunakan multimedia ME_Science dengan sesudah menggunakan multimedia ME_Science. Adapun data yang diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dibandingkan untuk mengetahui signifikansi peningkatan hasil belajar yang telah dilaksanakan. Adapun perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* dapat dilihat melalui Tabel 25 berikut.

Tabel 25. Data perbandingan hasil *pretest* dan *posttest*

No	Variabel	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	Nilai tertinggi	55	95
2	Nilai terendah	15	70
3	Rata-rata	32,4	81,6
Selisih		49,2	

Adapun data dalam tabel tersebut secara visual dapat dilihat melalui diagram pada Gambar 38 berikut ini



Gambar 38. Diagram perbandingan data *pretest* dan *posttest*

Berdasarkan Gambar 38 tersebut dapat dianalisis bahwa telah terjadi peningkatan yang signifikan dari uji kompetensi kognitif saat *pretest* yaitu sebelum menggunakan multimedia ME_Science dengan saat setelah menggunakan multimedia ME_Science. Pada saat *pretest* tidak ada siswa yang mampu mencapai KKM sebesar 70, namun pada saat *posttest* seluruh siswa telah mencapai KKM sebesar 70, dengan nilai tertinggi yang dapat dicapai adalah sebesar 95.

Analisis lebih lanjut data tersebut yaitu mengenai peningkatan dilihat dari perbandingan data antara *pretest* dan *posttest*. Nilai terendah saat *pretest* yaitu 15 sedangkan nilai terendah saat *posttest* yaitu 70. Adapun selisih nilai terendah ini adalah 55, hal ini menunjukkan bahwa perolehan nilai terendah siswa telah meningkat secara signifikan dari tidak tuntas menjadi tuntas. Nilai tertinggi saat *pretest* yaitu 55 dan saat *posttest* sebesar 95, adapun selisih dari nilai tertinggi tersebut adalah sebesar 40. Hal ini dapat diartikan bahwa kemampuan siswa telah meningkat jauh setelah menggunakan multimedia ME_Science, yaitu dari kondisi belum tuntas hingga hampir mencapai nilai sempurna.

Perolehan rata-rata nilai siswa saat *pretest* adalah sebesar 32,4, sedangkan rata-rata nilai siswa saat *posttest* adalah sebesar 81,6, selisih nilai rata-rata tersebut sebesar 49,2. Hal ini dapat diartikan bahwa rata-rata siswa mengalami peningkatan nilai gain sebesar 49,2. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang sangat baik, dikarenakan apabila nilai itu dikonversi kedalam jumlah soal maka rata-rata setiap siswa mampu menjawab sembilan soal benar lebih banyak saat *posttest* dibandingkan dengan saat mengerjakan *pretest*. Tabel 24 dan Tabel 25 berikut ini menunjukkan distribusi frekuensi sebaran skor saat dilaksanakan *pretest* dan *posttest*:

Tabel 26. Distribusi frekuensi sebaran skor *pretest*

No	Interval	F
1.	0 – 15	1
2.	16 – 20	3
3.	21 – 25	6
4.	26 – 30	10
5.	31 – 35	6
6.	36 – 40	8

7.	41 – 45	2
8.	46 – 50	0
9.	51 – 55	1
Jumlah		37

Tabel 27. Distribusi frekuensi sebaran skor *posttest*

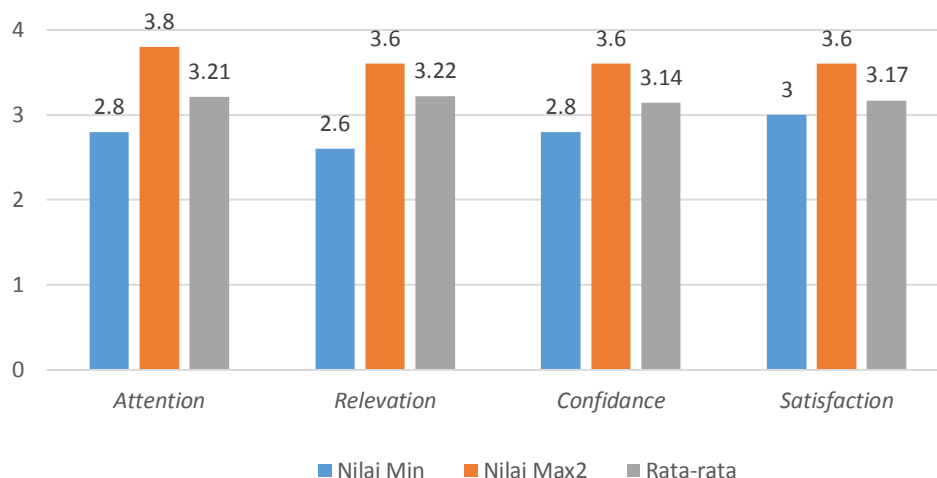
No	Interval	F
1.	70 – 75	8
2.	76 – 80	15
3.	81 – 85	7
4.	86 – 90	5
5.	91 – 95	2
6.	96 – 100	0
Jumlah		37

Berdasarkan data diatas, maka dapat dilihat bahwa pada saat uji kompetensi *pretest* nilai yang paling banyak muncul sebagai modus adalah nilai dengan interval 26 – 30 sebanyak 10 orang siswa, hal ini dapat diartikan bahwa kebanyakan siswa tersebut hanya mampu menjawab enam soal dengan benar dari dua puluh soal yang diberikan. Sedangkan nilai yang paling banyak diperoleh siswa pada saat uji kompetensi *posttest* adalah nilai dengan interval 76 – 80 sebanyak 15 orang siswa, hal ini dapat diartikan bahwa setelah melakukan pembelajaran dengan menggunakan multimedia ME_Sciene kebanyakan siswa mampu menjawab enam belas soal dengan benar dari dua puluh soal yang diberikan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan multimedia pembelajaran ME_Science mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan demikian multimedia ME_Science yang dikembangkan dapat dikatakan efektif dilihat dari hasil *pretest* dan *posttest*.

Hasil belajar siswa yang ditunjukkan pada penelitian ini selaras dengan pendapat yang disampaikan oleh Asyhar (2012) bahwa penggunaan multimedia pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami materi pelajaran dengan lebih mudah. Lebih lanjut lagi hal ini juga selaras dengan pendapat musfiqon (2012) bahwa pembelajaran dengan menggunakan multimedia memberikan keuntungan yang meliputi pembelajaran lebih menarik, lebih praktis, dan lebih efektif serta efisien dalam implementasinya. Dengan demikian dapat dibuktikan bahwa penggunaan multimedia dalam proses pembelajaran sangat berpengaruh terhadap efektifitas hasil belajar.

4. Analisis Data Respon Siswa

Data respon siswa terhadap penggunaan multimedia ME_Science dalam proses pembelajaran diperoleh dengan menggunakan angket respon siswa yang menggunakan model ARCS yang meliputi *attention* (perhatian), *relevance* (relevansi), *confidence* (keyakinan), dan *satisfaction* (kepuasan). Melalui data respon siswa tersebut dapat diperoleh gambaran seberapa besar motivasi siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan multimedia yang dikembangkan. Motivasi dalam hal ini mengacu pada tingkat perhatian siswa terhadap pembelajaran, penilaian siswa terhadap relevansi materi, keyakinan akan hasil belajar yang dapat dicapai siswa, serta kepuasan siswa dalam melakukan proses pembelajaran dengan menggunakan multimedia ME_Science yang dikembangkan. Gambar 39 berikut ini merupakan data yang diperoleh dari hasil pengisian angket respon siswa.



Gambar 39. Diagram respon siswa terhadap multimedia ME_Science

Berdasarkan Gambar 39 dapat diketahui bahwa pada aspek *Attention* perolehan skor rata-rata yaitu 3,21 dengan kategori baik. Adapun skor makasimal yang berikan oleh responden yaitu 3,8 dan skor minimum yaitu 2,8 dengan standar deviasi sebesar 0,24. Data ini dapat didefinisikan bahwa penggunaan multimedia ME_Science pada proses pembelajaran mampu menarik perhatian siswa selama belajar, sehingga siswa dapat mengikuti setiap sesi belajar dengan lebih aktif.

Aspek kedua yaitu relevansi (*revation*) menunjukkan perolehan skor rata-rata yaitu 3,22 dengan kategori baik. Adapun skor maksimal yang diberikan oleh responden yaitu 3,6 dan skor minimum yaitu 2,6 dengan standar deviasi sebesar 0,21. Data ini dapat didefinisikan bahwa multimedia ME_Science yang dikembangkan dinilai relevan dengan materi ajar dan dapat digunakan untuk mengoptimalkan pemahaman siswa mengenai materi Fisika Inti.

Aspek ketiga yaitu kenyamanan (*confidance*) menunjukkan perolehan skor rata-rata yaitu 3,14 dengan kategori baik. Adapun skor maksimal yang diberikan

oleh responden yaitu 3,6 dan skor minimum yaitu 2,8 dengan standar deviasi sebesar 0,19. Berdasarkan data tersebut dapat didefinisikan bahwa responden dalam hal ini siswa merasa nyaman dalam menggunakan multimedia ME_Science untuk membantu memahami materi Fisika Inti selama proses pembelajaran.

Aspek keempat yaitu kepuasan (*satisfaction*) menunjukkan perolehan skor rata-rata yaitu 3,17 dengan kategori baik. Adapun skor maksimal yang diberikan oleh responden yaitu 3,6 dan skor minimum yaitu 3 dengan standar deviasi sebesar 0,17. Berdasarkan data tersebut dapat didefinisikan bahwa siswa sebagai responden merasa puas melakukan pembelajaran dengan berbantuan multimedia ME_Science.

Berdasarkan aspek-aspek yang diukur, meliputi *attention*, *relevation*, *confidance*, dan *satisfaction*, maka diperoleh rata-rata responden memberikan skor sebesar 3,19 dengan kategori baik. Hal ini dapat didefinisikan bahwa motivasi siswa dalam mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan multimedia ME_Science dalam kategori baik, artinya penggunaan produk penelitian pada proses pembelajaran mampu memotivasi siswa selama proses pembelajaran Fisika Inti. Hal ini selaras dengan pendapat Musfiqon (2012) yang menjelaskan salah satu manfaat menggunakan multimedia pembelajaran adalah untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa.

D. Kajian Produk Akhir Me_Science

Pengembangan multimedia mobile learning ME_Science merupakan bentuk upaya untuk memfasilitasi proses pembelajaran kelas XII IPA pada materi Fisika Inti untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Pada pengembangan ini dihasilkan

produk multimedia berformat *.apk* yang dapat diinstall pada perangkat *Android* dengan minimum *Operating System* (OS) versi 5.0. Pengembangan yang dilakukan memerlukan beberapa software *tools authoring* seperti Android Studio, Unity3D, dan beberapa software pendukung lainnya. Software pendukung lainnya meliputi software pengolah gambar bitmap maupun vektor, pengolah video dan animasi. Produk multimedia ini dikembangkan berdasarkan analisis kebutuhan di sekolah SMAN 1 Pelayari Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. Berdasarkan hasil pra survei diperoleh data bahwa pembelajaran siswa kelas XII pada umumnya pada semester genap memiliki waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan pembelajaran pada semester ganjil. Dengan demikian diperlukan pembelajaran yang praktis dan cepat dalam membahas materi belajar pada kelas XII tersebut. Mengingat waktu pembelajaran kelas XII yang relatif singkat, maka peneliti melakukan diskusi dengan dosen pembimbing untuk mengubah penelitian agar menggunakan kelas satu tingkat dibawahnya yaitu kelas XI. Hal ini didasarkan pada asumsi bahwa pada kelas XI belum mempelajari materi yang akan dikembangkan sehingga dapat digunakan untuk mengukur efektifitas produk penelitian yang akan dikembangkan. Kemudian peneliti menentukan mata pelajaran IPA sebagai mata pelajaran yang akan dipergunakan dalam penelitian pengembangan kali ini. Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi mata pelajaran IPA yang akan digunakan pada penelitian pengembangan ini, dari beberapa mata pelajaran yang tersedia diputuskan materi Fisika Inti dengan pertimbangan materi tersebut merupakan materi yang cukup

kompleks sehingga diperlukan suatu desain pembelajaran menggunakan media agar mempermudah siswa dalam mempelajarinya.

Tahap identifikasi selanjutnya yaitu untuk mempertimbangkan bentuk multimedia yang akan dikembangkan. Berdasarkan angket kepemilikan *smartphone* diketahui bahwa hampir seluruh siswa memiliki perangkat *smartphone* berbasis *Android*. Adapun berdasarkan hal tersebut maka penelitian pengembangan ini berfokus pada pengembangan multimedia *mobile learning* berbasis *Android*. Kemudian untuk mengoptimalkan penggunaan *smartphone Android* dalam menyajikan bahan ajar, maka digunakan pula pemanfaatan *virtual reality Android* untuk menampilkan simulasi lingkungan tiga dimensi. Hal ini bertujuan agar variasi bahan ajar yang akan dikembangkan dapat digunakan untuk mengoptimalkan kepemilikan *smartphone* dalam memfasilitasi proses pembelajaran dengan lebih praktis.

Produk hasil penelitian pengembangan diberi nama ME_Science. Adapun cakupan materi dalam multimedia ini adalah materi berkaitan dengan Fisika Inti yang meliputi; (1) inti atom, (2) radioaktivitas, (3) reaksi inti, dan (4) reactor nuklir. Bentuk produk yang dikembangkan meliputi materi berdesain antar muka (*user interface*) 2D yang langsung dapat diakses melalui layar perangkat *Android*, dan materi yang berantar muka 3D melalui *Virtual Reality*. Penggunaan *virtual reality* hanya ditujukan pada materi-materi tertentu saja mengingat tujuannya adalah memperkenalkan teknologi *virtual* dalam pembelajaran.

Proses validasi terhadap produk multimedia ME_Science dilakukan oleh ahli media dan oleh ahli materi. Berdasarkan hasil validasi ahli materi yang

dilakukan oleh seorang dosen jurusan Fisika di Universitas Lambung Mangkurat yaitu Ibu Dr. Mustikawatii, M.Sc diperoleh hasil validasi yang menunjukkan bahwa produk penelitian memiliki konten materi yang berkategori baik dan layak untuk digunakan dalam tahap uji coba. Validasi selanjutnya yaitu validasi oleh ahli media yaitu Bapak Syubhan Annur, M.Pd diperoleh hasil validasi media dengan kategori baik. Berdasarkan hasil kedua validasi tersebut maka disimpulkan bahwa multimedia *mobile learning* ME_Science berbasis *Android virtual reality* dapat digunakan untuk melakukan uji coba lapangan.

Tahap uji coba produk pengembangan dilakukan pada siswa kelas XI IPA 3 dengan jumlah siswa yaitu 37 orang di sekolah SMAN 1 Pelaihari. Hasil belajar yang ditunjukkan oleh siswa diukur melalui *pretest* dan *posttest* dengan hasil peningkatan yang sangat baik yaitu dengan peningkatan nilai rata-rata sebesar 49,2. Adapun rata-rata nilai yang dicapai oleh siswa pada saat *posttest* adalah sebesar 81,6. Seluruh siswa telah mencapai KKM yang diharapkan yaitu sebesar 70. Pengukuran respon siswa terhadap multimedia yang dikembangkan menggunakan angket respon siswa model ARCS dengan 20 pernyataan. Aspek *attention* memperoleh rerata 3,21 dengan kategori baik, kemudian aspek *relevation* memperoleh rerata 3,22 dengan kategori baik, aspek *confidance* memperoleh rerata 3,14 dengan kategori baik, dan aspek *satisfaction* memperoleh rerata 3,17 dengan kategori baik. Secara keseluruhan dapat diperoleh data respon siswa terhadap multimedia pembelajaran ME_Science dalam kategori baik.

E. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di SMAN 1 Pelaihari, diperoleh beberapa keterbatasan penelitian. Keterbatasan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Media belajar *Virtual Reality* dengan menggunakan Android merupakan media yang cukup baru bagi siswa sehingga masih banyak yang belum terbiasa dalam menggunakan VR selama proses pembelajaran
2. Penggunaan *smartphone* yang terbatas pada setiap sekolah menyebabkan guru harus lebih memperhatikan siswa selama proses pembelajaran terutama ketika sedang menggunakan *smartphone* agar tidak disalah gunakan oleh siswa untuk kepentingan diluar proses pembelajaran.
3. Diperlukan desain pembelajaran yang matang agar interaksi antar siswa tetap terjalin meskipun belajar dengan menggunakan *smartphone*.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan multimedia *mobile learning* berbasis Android *virtual reality*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian pengembangan menghasilkan produk multimedia *mobile-learning* berbasis Android *virtual reality* pada materi Fisika Inti untuk kelas XII IPA. Adapun produk penelitian ini diberi nama ME_Science yang merupakan aplikasi berbasis android dengan format *.apk* yang dapat berjalan pada sistem