



PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE SMARTPHONE* BERBASIS ANDROID SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN FISIKA SMA MATERI HUKUM GRAVITASI NEWTON

Prasetyo Listiaji^{1*}, Hery Maryanto², Sugiyanto³, Hadi Susanto³

¹Jurusan IPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Semarang, Semarang, 50229, Indonesia

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika,
Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Banyumas, 53144, Indonesia

³Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Semarang, Semarang, 50229, Indonesia

* *E-mail:* p.listiaji@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Smartphone menjadi primadona produk teknologi yang banyak digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *mobile smartphone* sebagai penunjang pembelajaran fisika SMA pada materi hukum gravitasi Newton. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model instruksional sistem atau ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Produk aplikasi yang dihasilkan kemudian diberi nama M-Grav dan dapat dijalankan pada smartphone Android dengan versi minimal 4,0 (*Ice Cream Sandwich*). Pada tahap implementasi aplikasi ini diujikan kepada 4 kelompok responden sesuai dengan alur penelitian yaitu 3 ahli materi, 3 ahli media, 10 guru fisika, dan 72 siswa SMA 1 Kudus. Terdapat 3 aspek yang diujikan antara lain rekayasa perangkat lunak, desain pembelajaran, dan komunikasi visual. Dari hasil pengujian diperoleh nilai persentase kelayakan aplikasi untuk aspek rekayasa perangkat lunak sebesar 87,37% (sangat baik), aspek desain pembelajaran sebesar 84,49% (sangat baik), dan aspek komunikasi visual sebesar 84,33% (sangat baik). Nilai kelayakan aplikasi secara keseluruhan adalah 85,40% (sangat baik). Untuk mengetahui efektivitas aplikasi sebagai penunjang pembelajaran dilakukan pengukuran nilai peningkatan pencapaian kompetensi pengetahuan dengan memberikan pre-tes, treatment, post-tes (One Group Pre-tes, Post-tes Design) melalui nilai N-Gain. Hasil penilaian diperoleh N-Gain 0,84 kategori tinggi. Berdasarkan hasil tersebut maka aplikasi ini layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran fisika pada materi hukum gravitasi Newton.

Kata Kunci: Aplikasi *mobile learning*, hukum gravitasi Newton, *smartphone Android*, pembelajaran fisika

ABSTRACT

Smartphones are the most popular technology products. This study aims to develop mobile smartphone applications as supporting high school physics learning in Newton's law of gravity chapter. This research is a development research with the system instructional model or ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). The resulting application product was then named M-Grav and can be run on an Android smartphone with a minimum version of 4.0 (*Ice Cream Sandwich*). In the implementation phase this application was tested on 4 groups of respondents according to the flow of the study, namely 3 material experts, 3 media experts, 10 physics teachers, and 72 SMA I Kudus students. There are 3 aspects tested, including software engineering, learning design, and visual communication. From the test results obtained the percentage value of application feasibility for software engineering aspect was 87.37% (very good), learning design aspect was 84.49% (very good), and visual communication aspect was 84.33% (very good). The overall appropriateness value was 85.40% (very good). To find out the effectiveness of the application as a support for learning, the measurement of the value of the achievement of knowledge competence was achieved by giving pre-tests, treatment, post-tests (One Group Pre-test, Post-test Design) through the N-Gain value. The results of the assessment obtained N-Gain 0.84 high category. Based on these results, this application is feasible to be used as a support for physics learning in Newton's law of gravity material.

Keyword: Mobile learning application, Newton's gravity law, Android smartphone, physics learning

PENDAHULUAN

Saat ini *smartphone* menjadi primadona produk teknologi yang banyak digunakan. Berdasarkan hasil studi *International Data Corporation* (IDC) menunjukkan pada tahun 2018 pasar *smartphone* dunia mencapai 1,42 juta unit [1]. Dari semua sistem operasi pada *smartphone*, Android adalah *platform* paling populer saat ini karena menguasai setidaknya 80% pangsa pasar [2]. Potensi pengembangan aplikasi yang terbuka pada *Android* membuka peluang untuk dapat digunakan dalam mendukung aktivitas dunia pendidikan salah satunya adalah *mobile learning*. *Mobile learning* juga memberikan kemudahan bagi siswa untuk mengunduh materi-materi yang diajarkan, kemudian membagikannya kepada sesama siswa melalui *Bluetooth* [3]. Pengembangan perangkat *mobile* juga membantu siswa belajar sejala mandiri [4]

Selain itu, paradigma pembelajaran saat ini mengisyaratkan bahwa seorang guru harus menggunakan teknologi digital dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan salah satu isi dari standar proses yang tercantum Permendikbud no 22 tahun 2016 adalah pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran [5]. Dengan menyediakan aplikasi perangkat *mobile* yang canggih dalam pendidikan tidak hanya menciptakan lingkungan belajar yang lebih baik bagi siswa tetapi juga meningkatkan motivasi belajar [6]

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang dinilai sukar dan tidak disukai oleh siswa. Kesulitan siswa dalam mempelajari fisika disebabkan oleh dua hal yaitu materi fisika yang padat dan banyak menghitung, serta pembelajaran fisika di kelas yang tidak kontekstual dan terkesan abstrak [7]. Hasil wawancara terhadap guru fisika di SMA 1 Kudus menyebutkan bahwa materi Hukum Gravitasi Newton merupakan salah satu materi fisika yang bersifat abstrak karena berhubungan dengan benda-benda luar angkasa yang tidak mungkin dihadirkan di dalam kelas. Peranan media pembelajaran sangat membantu dalam penyampaian materi-materi fisika sebagai

bentuk penyederhanaan atau pemodelan, sehingga konsep yang disajikan menjadi lebih nyata dan dapat teramati.

Keterbatasan waktu pembelajaran mengharuskan siswa untuk mempelajari kembali pelajaran yang sudah didapatkannya. Oleh karena itu, pembelajaran fisika memerlukan alternatif sumber belajar yang memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri. Dari hasil wawancara awal terhadap siswa di SMA 1 Kudus diperoleh kesimpulan bahwa saat tidak berada di dalam kelas, siswa terkadang malas membuka kembali pelajaran fisika dan lebih memilih melakukan kegiatan lain salah satunya adalah membuka situs jejaring sosial dengan *smartphone* Android yang dimiliki. Hal ini memunculkan kebutuhan untuk mengembangkan suatu aplikasi *mobile learning* menggunakan *smartphone* Android sebagai penunjang pembelajaran fisika yang dapat memfasilitasi siswa untuk belajar fisika dimanapun dan kapanpun. Menyediakan lingkungan pembelajaran *mobile* juga dapat membantu siswa menjadi lebih nyaman dengan menggunakan perangkat mereka sendiri [8].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji kelayakan produk yang dihasilkan [9]. Aplikasi *mobile learning* yang dikembangkan kemudian diujikan kepada 4 kelompok responden yaitu 3 ahli media, 3 ahli materi, 10 guru fisika, dan 72 siswa.

1. Tempat dan waktu pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jaringan Komputer, Institut Teknologi Telkom Purwokerto (ITTP). Lokasi pengambilan data dari responden guru adalah di SMA 1 Kudus, MA Ma'ahid Kudus, dan SMA Ihsanul dan Fikri Magelang, responden siswa dilaksanakan di SMA 1 Kudus. Untuk responden ahli materi di Kantor Jurusan Fisika FMIPA Unnes, dan ahli media IT dilaksanakan di Kantor Program Studi Informatika ITTP. Waktu penelitian ini dimulai dari bulan Agustus 2018 s.d Januari 2019.

2. Model dan tahap pengembangan

Model pengembangan yang digunakan adalah instruksional sistem atau ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*).

Pengembangan aplikasi ini diawali dengan tahap *Analysis* atau menganalisis beberapa kebutuhan yang diperlukan seperti kebutuhan *user*, konten, *interface*, dan *software*.

Tahap *Design* adalah membuat diagram alir (*flowchart*), desain fungsional, dan *layout* aplikasi.

Tahap *Development* merupakan tahapan pembuatan aplikasi. Aplikasi dibuat menggunakan Adobe Flash CS6 sebagai *software* pengembang utama *Air for Android* sebagai pendukung. Aplikasi yang dibuat memuat beberapa konten diantaranya materi, gambar, video, *icon*, suara, simulasi, latihan soal, dan soal evaluasi.

Tahap *Implementation* adalah menguji kelayakan aplikasi pada responden. Kriteria penilaian produk yang ditetapkan pada aplikasi *mobile learning* adalah dari segi aspek rekayasa perangkat lunak dan aspek desain pembelajaran, dan aspek komunikasi visual [10].

Tahap *Evaluation* merupakan perbaikan pada aplikasi sesuai dengan saran-saran responden.

2. Pengambilan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode, yakni metode wawancara untuk mengetahui potensi dan masalah sebelum mengembangkan aplikasi *mobile smartphone*, metode angket dilakukan untuk mengukur kualitas produk aplikasi. Kemudian juga metode dokumentasi untuk memperoleh data informasi yang berhubungan dengan penelitian seperti data kepemilikan *smartphone* dan spesifikasinya.

Data yang diperoleh dari instrumen angket bersifat kuantitatif dan kualitatif. Instrumen angket menggunakan Skala *Likert*. Responden menentukan tingkat persetujuan terhadap suatu pernyataan dengan memilih salah satu dari pilihan yang tersedia. Pilihan jawaban yang disediakan sangat baik, baik, cukup baik, kurang baik, dan tidak baik. Jawaban diisi dengan memberikan skor 1 s.d 5 pada setiap

pernyataan. Hasil skor responden dinyatakan dengan persamaan 1:

$$P = \frac{\sum X}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

P = Persentase skor *N* = Skor maksimal
 $\sum X$ = Jumlah skor

Dari data angket yang diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat kualitatif yang ditampilkan oleh Tabel 1:

Tabel 1. Rentang Presentase Kualitas Aplikasi

Rentang Persentase	Kriteria
20% < skor ≤ 36%	Tidak Baik
36% < skor ≤ 52%	Kurang Baik
52% < skor ≤ 68%	Cukup Baik
68% < skor ≤ 84%	Baik
84% < skor ≤ 100%	Sangat Baik

Selain pemberian angket kepada siswa dan guru untuk menilai kelayakan dari aplikasi *mobile smartphone* Android, dilakukan pengambilan data untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kompetensi pengetahuan siswa. Dampak efektifitas setelah menggunakan aplikasi *mobile smartphone* diukur dengan memberikan *pre-test, treatment, post-test* yang disebut *One Group Pre-test, Post-test Design* seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Desain Eksperimen, One Group pre-test post-test design

Pretest	Treatment	Posttest
O	X	O

N-Gain (*g*) adalah normalisasi gain (*G*) yang diperoleh dari hasil pretest (*S_i*) dan posttest (*S_f*). Perhitungan *N-Gain* dilakukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pengetahuan peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan media aplikasi *mobile smartphone*. Dari nilai *N-Gain* tersebut akan dilihat keefektifan penggunaan aplikasi *mobile* tersebut. Perhitungan *N-Gain* seperti pada persamaan 2 dan klasifikasi rata-rata *N-Gain* tabel 3 [11]:

$$\langle g \rangle = \frac{\% (G)}{\% (G)_{max}} = \frac{\% (S_f) - \% (S_i)}{100\% - \% (S_f)} \quad (2)$$

Tabel 3. Klasifikasi Rata-Rata *N-Gain*

Rata-rata <i>N-Gain</i>	Kriteria
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

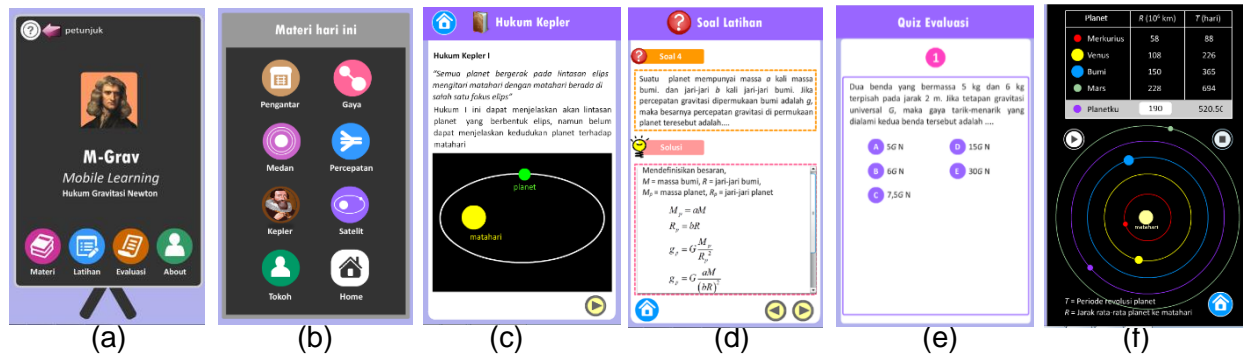
emgrav) dengan versi 1.0.1. Aplikasi *M-Grav* berukuran 19,5 MB. Spesifikasi perangkat diantaranya sistem operasi Android minimal verssi 4.0 (*Ice Cream Sandwich*), RAM 512 MB, ruang internal kosong minimal 50 MB, dan resolusi layar minimal 480 x 800 piksel.

Menu utama terdiri atas menu Materi, Latihan, Evaluasi, dan About. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan beberapa fitur untuk menunjang pembelajaran seperti video dan simulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Produk Aplikasi

Aplikasi *mobile smartphone* yang dikembangkan diberi nama *M-Grav* (dibaca



Gambar 1. Tampilan Aplikasi : (a) Menu Utama, (b) Menu Materi, (c) Konten Materi, (d) Konten Soal Latihan, (e) Konten Soal Evaluasi, (f) Konten Simulasi.

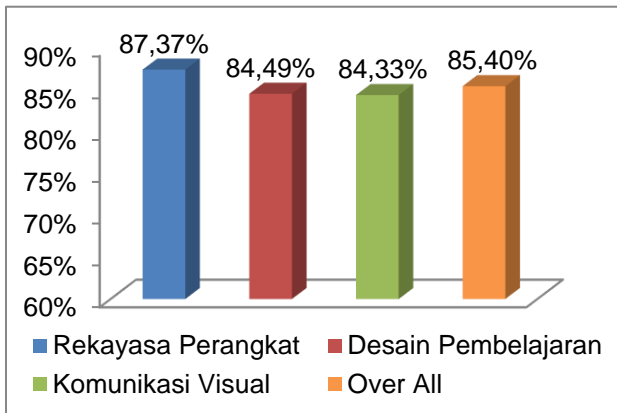
2. Kelayakan Aplikasi dan Penilaian Responden

Tabel 4. Hasil penilaian kelayakan aplikasi *M-Grav* oleh responden

Aspek	Indikator	Skor (%)			
		Ahli Media	Ahli Materi	Guru	Siswa
Rekayasa	Deskripsi Produk	86,67	-	96,67	85,29
Perangkat Lunak	Efektif dan efisien	83,33	-	93,33	86,47
	<i>Reliable</i> (handal)	86,67	-	86,67	80,00
	Ketepatan jenis aplikasi untuk pengembangan	86,67	-	-	-
	Kompatibilitas	80,00	-	96,67	89,41
	<i>Ease of Use</i>	86,67	-	95,00	84,41
	Dokumentasi program media pembelajaran	80,00	-	85,00	85,00
	<i>Reusable</i>	86,67	-	-	-
	Tim Pengembang (pengembang aplikasi)	86,67	-	-	-
Desain Pembelajaran	Relevansi dengan SK/KD/Kurikulum	-	86,67	88,33	-
	Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran	-	93,33	93,33	-
	Pemberian motivasi belajar	-	90,00	81,67	85,00
	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	-	86,67	88,33	-
		-	80,00	80,00	80,00

	Kemudahan untuk dipahami	-	86,67	83,33	-
	Sistematis, runtut, alur logika jelas	-	84,44	85,00	-
	Kedalaman Materi	-	86,67	86,67	86,47
	Kejelasan uraian, contoh, simulasi, latihan	-	73,33	80,00	-
	Umpan balik terhadap hasil evaluasi	-	80,00	85,00	-
	Ketepatan penggunaan alat evaluasi				
Komunikasi Visual	<i>Interface Design (layout, tema warna dan font)</i>	91,11	-	88,89	83,33
	Sederhana dan menarik	86,67	-	86,67	86,67
	Media bergerak (animasi, <i>movie</i>)	83,33	-	80,00	84,12
	<i>Layout Interactive</i> (ikon navigasi)	80,00	-	80,00	81,18

Hasil penilaian kelayakan aplikasi oleh responden tersaji dalam tabel 4. Berdasarkan hasil penilaian yang diberikan ahli media didapatkan skor rata-rata persentase kelayakan sebesar 85,49%. Nilai tersebut termasuk sangat baik, artinya aplikasi sangat layak digunakan. *M-Grav* memiliki keunggulan dalam aspek rekayasa perangkat lunak dan komunikasi visual. *M-Grav* memiliki tingkat kompatibilitas dan kehandalan yang tinggi, proses instalasi aplikasi pada smartphone ahli media berjalan dengan lancar dan saat aplikasi digunakan tidak ditemukan bugs dan error. *M-Grav* juga memiliki layout menarik dan kekinian, penggunaan font dan icon juga sudah sesuai.



Gambar 2. Grafik Penilaian Responden

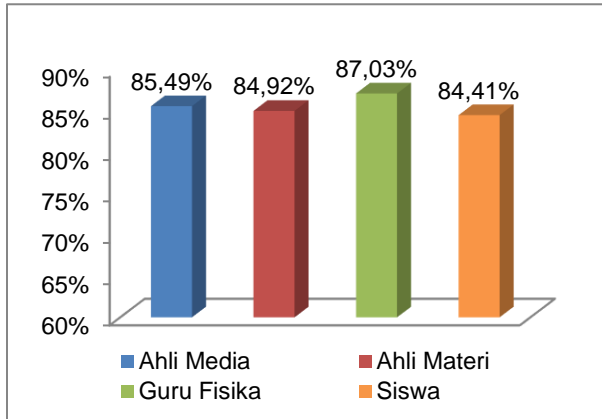
Ahli materi memberikan penilaian terhadap aplikasi sebesar 84,92%. Nilai tersebut termasuk kriteria sangat baik. Materi, simulasi, dan latihan yang dimuat dalam aplikasi memenuhi standar yang telah ditentukan. Maka, *M-Grav* dapat dijadikan sebagai alternatif sumber belajar siswa yang praktis dan menarik.

Penilaian guru terhadap kelayakan aplikasi sebesar 87,03%. Nilai yang diperoleh masuk

dalam kriteria sangat layak. Secara keseluruhan skor ini menunjukkan bahwa aplikasi *M-Grav* sangat bagus digunakan sebagai penunjang pembelajaran fisika. Fitur simulasi dan video dapat membantu guru dalam menjelaskan konsep fisika yang bersifat abstrak.

Penilaian dari kelompok responden siswa mendapatkan nilai kelayakan sebesar 84,41%. Nilai yang diperoleh termasuk dalam kategori sangat layak. Dari hasil skor ini, maka *M-Grav* dapat dijadikan sebagai alternatif sumber belajar siswa yang praktis dan menarik. Aplikasi berbasis smartphone Android akan memberikan motivasi tersendiri karena bersifat interaktif, dan sederhana. Motivasi siswa untuk belajar menggunakan *smartphone* juga terlihat pada sebagian besar saran mereka yang menghendaki agar aplikasi *M-Grav* dikembangkan tidak hanya untuk materi hukum gravitasi Newton melainkan untuk materi fisika yang lain bahkan pelajaran selain fisika.

Kelayakan aplikasi *M-Grav* dapat dilihat dari 3 aspek yaitu rekayasa perangkat lunak, desain pembelajaran, dan komunikasi visual. Secara keseluruhan aplikasi *M-Grav* memperoleh nilai kelayakan sebesar 85,30%.



Gambar 3. Grafik Kelayakan Aplikasi M-Grav

Pada aspek rekayasa perangkat lunak, aplikasi *M-Grav* mendapatkan nilai kelayakan 87,37%. Nilai ini masuk dalam kategori sangat layak. Indikator yang memenuhi aspek ini yaitu deskripsi, efisiensi, kehandalan, kompatibilitas, kemudahan digunakan, tim pengembang, ketepatan *software*, dan *reusabel*.

Pada aspek desain pembelajaran, aplikasi *M-Grav* mendapatkan penilaian kelayakan sebesar 84,49%, yang artinya sangat layak. Penggunaan aplikasi *M-Grav* juga sangat mendukung dalam strategi pembelajaran. Strategi pembelajaran yang dimaksud adalah siswa dapat belajar mandiri dimanapun dan kapanpun menggunakan aplikasi *M-Grav* dan terpaku pada jam pelajaran di dalam kelas. Penggunaan perangkat *mobile* akan sangat membantu siswa untuk belajar secara mandiri sementara guru mendorongnya untuk mengamati bermacam-macam objek dan memberikan pertanyaan untuk memastikan mereka belajar [4].

Selain itu penggunaan aplikasi *M-Grav* dapat menambah motivasi siswa untuk belajar. Aplikasi perangkat *mobile* yang canggih dalam

pendidikan tidak hanya menciptakan lingkungan belajar yang lebih baik bagi siswa tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi belajar mereka [6,12].

Aspek yang terakhir adalah komunikasi visual. Secara keseluruhan pada aspek ini aplikasi *M-Grav* memperoleh nilai kelayakan 84,33%. Secara kualitatif nilai ini dikatakan sangat layak yang artinya aplikasi *M-Grav* secara desain tampilan menarik, sederhana, dan memberikan kenyamanan bagi user. Sifat komunikatif dan interaktif juga diwujudkan dengan adanya fitur video dan simulasi. Media pembelajaran interaktif dapat memperbesar minat dan motivasi siswa dalam belajar [13]

3. Pengaruh penggunaan Aplikasi M-Grav

Selanjutnya, berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* serta perhitungan *N-Gain* yang telah dilakukan (tabel 5), maka diperoleh *N-Gain* rata-rata untuk semua siswa yang diberi perlakuan adalah 0,84. Dengan demikian, maka *N-Gain* yang diperoleh termasuk kategori tinggi karena nilai $\langle g \rangle \geq 0,7$ [11]. Sehingga dapat dikatakan penggunaan aplikasi *M-Grav* mempengaruhi meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan siswa dengan baik.

Tabel 5. Hasil perhitungan N-Gain untuk 72 siswa yang terbagi dalam 2 kelas

Responden	Rata-rata Nilai N-Gain	Kategori
Siswa Kelas XI IPA 2 (36 responden)	0,85	Tinggi
Siswa Kelas XI IPA 3 (36 responden)	0,82	Tinggi

4. Kompabilitas Aplikasi M-Grav

Tabel 6. Data Kompatibilitas Aplikasi M-Grav

Versi Android	Jumlah Responden	Skor Kompatibilitas					
		Instalasi	Loading	Bugs, Error	Efisiensi RAM	Rata-Rata	%
GB	0	-	-	-	-	-	-
ICS	2	5,00	5	3,5	4	4,38	87,50
JB	9	4,52	4,14	4,09	4,09	4,21	84,29
Kitkat	21	4,50	4,57	4,14	4,36	4,39	87,86
Lolipop	25	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	100,00
Marshmallow	8	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	100,00

<i>Nougat</i>	4	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	100,00
<i>Oreo</i>	3	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	100,00

Setelah digunakan pada 72 *smartphone* responden siswa diperoleh hasil bahwa aplikasi *M-Grav* dapat berjalan pada sistem operasi Android dengan versi minimal 4.0 (*Ice Cream Sandwich*). Performa terbaik saat dijalankan pada versi 5.0 (*Lollipop*) sampai dengan versi 8.0 (*Oreo*) yaitu memperoleh persentase 100,00% dan nilai terendah saat dijalankan pada versi *Jelly Bean* dengan nilai 84,29%.

5. Perbaikan Aplikasi *M-Grav*

Berdasarkan berbagai saran responden, dan evaluasi peneliti dilakukan beberapa perbaikan aplikasi. Pada aspek rekayasa perangkat dibuat *manual book* atau buku petunjuk aplikasi *M-Grav*. untuk memudahkan user dalam menggunakan aplikasi.. Buku ini berisi tentang semua seluk beluk aplikasi dari deskripsi, proses *download*, proses instalasi, petunjuk penggunaan, dan spesifikasi minimal perangkat yang digunakan. Pada aspek desain pembelajaran, dilakukan perbaikan diantaranya perbaikan penulisan besaran vektor dan skalar sehingga dapat dibedakan, Perbaikan pada penulisan kata atau kalimat yang belum memenuhi kaidah EYD, dan perbaikan beberapa soal yang terdapat pada fitur latihan dan evaluasi. Pada aspek komunikasi visual beberapa hal yang perlu di perbaiki yaitu letak yang kurang konsisten pada tombol yang fungsinya sama seperti tombol *home*, belum adanya fasilitas *slider* pada fitur video, dan tombol *back* tidak terhubung dengan *back* yang ada pada *smartphone*.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, telah dikembangkan aplikasi *mobile smartphone* dengan nama *M-Grav* sebagai penunjang pembelajaran fisika SMA pada materi hukum gravitasi Newton yang dapat dijalankan pada *smartphone* Android dengan versi minimal 4.0 (*Ice Cream Sandwich*). Aplikasi *M-Grav* ini layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran fisika SMA pada materi hukum gravitasi Newton dengan persentase kelayakan sebesar 85,40%.

Aplikasi *M-Grav* sebagai penunjang pembelajaran juga dapat meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan siswa dengan skor *N-Gain* sebesar 0,84 atau masuk dalam kategori tinggi.

REFERENSI

- [1] A. Scarsella, W. Stofega (2018). Worldwide Smartphone Forecast Update, 2018–2022: December 2018. *IDC Research*. Tersedia di <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US44522418> [diakses 3 Januari 2018].
- [2] Lu, X. *et al.* (2016). PRADA: Prioritizing android devices for apps by mining large-scale usage data. In *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering*. pp. 3-13. IEEE.
- [3] Hanafi, H. Fahri, dan K. Samsudin. (2012). Mobile Learning Environment System (MLES): The Case of Android-based Learning Application on Undergraduates' Learning". *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 3(3). pp. 1-5.
- [4] Y. Park. (2011). A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorizing Educational Applications of Mobile Technologies into Four Types. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 12(2). pp. 79-102.
- [5] Kementerian Pendidikan Republik Indonesia. (2016). No P. Tahun 2016. *Standar Isi pendidikan Dasar dan Menengah yang memuat tentang Tingkat Kompetensi dan Kompetensi Inti Sesuai dengan Jenjang dan Jenis Pendidikan tertentu*. Jakarta: Kemendikbud.
- [6] Y.-M. Huang, W.-Y. Hwan, dan K.-E. Chang. (2010). Guest Editorial – Innovations in Designing Mobile Learning Applications. *Journal of Educational Technology & Society*. 13(3). pp. 1-2.
- [7] Samudra. (2014). Permasalahan-Permasalahan yang dihadapi Siswa SMA di Kota Singaraja dalam Mempelajari Fisika. *e-Journal Program Pascasarjana*

Universitas Pendidikan Ganesha. 4. pp.1-7.

- [8] K. Daesang. (2013). Student's Perception and Experiences of Mobile Learning. *Language Learning and Technology Journals*. 17(3). pp. 52-73.
- [9] Sugiyono. (2012). *Metode penelitian Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [10] Wahono, R.S. (2018) Aspek dan Kriteria Penilaian Media Pembelajaran, 2006. Tersedia di <http://romisatriawahono.net/> [diakses 18 Desember 2018].
- [11] Hake, R. R. (1998). Interactive Engagement Versus Tradisional Methods : A Six-: Thousand Student Survey of Mechanics Tes Data For Introductory Physics Course. *Am. J. Phys.* 66(1). Pp. 64-74.
- [12] S. Nugroho. (2014). Pemanfaatan Mobile Learning Game Barisan dan Deret Geometri untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar Matematika SMA Kesatrian 1 Semarang. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*. 1(1).
- [13] M. Tanrere, dan S. Side. (2012). Pengembangan Media Chemo-Edutainment Melalui Software Macromedia Flash MX Pada Pembelajaran IPA Kimia SMP", *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 18(2). pp. 156-163.