

DESAIN *SERIOUS GAME* PENDIDIKAN ISLAM DAN LINGKUNGAN HIDUP UNTUK MADRASAH IBTIDAIYAH

Fresy Nugroho^{1*)}, Puspa Miladin Nuraida Safitri A.Basid¹⁾, Dian Eka Aprilia Fitria Ningrum²⁾,
Dodik Arwin Dermawan³⁾

¹⁾ Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim

²⁾ Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, FITK, UIN Maulana Malik Ibrahim

³⁾ Manajemen Informatika Program Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

*Email Korespondensi: fresy@ti.uin-malang.ac.id

ABSTRAK

Gagasan menumbuhkembangkan kecintaan pada lingkungan hidup di dunia pendidikan islam, telah di prakarsai Madrasah Ibtidaiyah Negeri di Bone dengan mengintegrasikan dalam kurikulum Pendidikan Agama Islam. Namun selama pandemi, proses belajar mengajar lebih banyak menggunakan *e-learning*. Juga bahwa proses belajar secara daring, menimbulkan kebosanan. Sebagai alternatif, agar proses belajar bersifat menyenangkan, antara lain adalah dengan belajar melalui *game*. Dalam konteks belajar dan berlatih, di gunakan *serious game* berdasarkan model teori aktivitas. Sisi edukasi dalam *serious game*, menerapkan taksonomi Bloom. Elemen penyusun *game*, secara garis besar adalah lingkungan bermain, misi, skor, alur cerita dan Pemeran Bukan Pemain (PBP). PBP didesain sebagai sahabat yang harus dibangkitkan rasa kecintaan terhadap lingkungan hidup oleh siswa. Metode Kecerdasan Buatan (KB) difungsikan guna proses pembentukan kelakuan PBP. *Serious Game* Pendidikan Islam dan Lingkungan Hidup (SGPILH), diajukan peneliti, untuk menjembatani proses belajar mengajar pada siswa yg menyenangkan.

Kata kunci: *Serious game*, pendidikan islam dan lingkungan hidup, teori berbasis aktivitas, taksonomi Bloom, kecerdasan buatan

ABSTRACT

The State Islamic School in Bone has initiated developing a love for the environment in Islamic education by integrating it into the Islamic Religious Education curriculum. However, during the pandemic, the teaching and learning process uses e-learning more. The online learning process causes boredom. As an alternative, the learning process is fun, among others, is by learning through games. In the context of learning and practicing, serious games are used based on the activity theory model. The educational side of the serious game, by applying Bloom's taxonomy. The elements that make up the game, in general, are the playing environment, missions, scores, storyline, and Non-Player Actor (NPA). NPA is designed as a friend who must be raised a sense of love for the environment by students. The Artificial Intelligence (AI) method is used for the process of forming PBP behavior. The Serious Game for Islamic Education and the Environment (SGIEE), proposed by researchers, bridges students' fun teaching and learning process.

Keywords: *Serious game, islamic education and the environment, activity based theory, Bloom's taxonomy, artificial intelligence*

PENDAHULUAN

Penanganan krisis perusakan lingkungan hidup oleh manusia sepanjang dekade terakhir, kini makin dipertegas dengan dibentuknya PP nomor 22 tahun 2021[1]. Namun untuk sosialisasi sebaiknya di lakukan sejak dini pada usia sekolah. Beberapa upaya untuk mewujudkan sosialisasi pada usia sekolah antara lain dengan pengajuan model pembelajaran di era pasca pandemi[2]. Kemudian peneliti lain mengupayakan tumbuhnya cinta lingkungan hidup dengan memadukan pada pelajaran pengetahuan alam di tingkat

sekolah menengah pertama[3]. Bahkan telah dibahas panjang lebar mulai dari bentuk model pembelajaran hingga pengamatan perubahan perilaku siswa mengenai pendidikan lingkungan hidup[4]. Dalam dunia pendidikan islam di Indonesia, gagasan menumbuhkembangkan kecintaan pada lingkungan hidup, telah di prakarsai Madrasah Ibtidaiyah Negeri di Bone dengan mengintegrasikan dalam kurikulum Pendidikan Agama Islam[5].

Namun keadaan pandemi yang masih menggelayuti Indonesia hingga kini, sehingga alternatif pembelajaran dengan menggunakan teknologi sudah selayaknya dipersiapkan lebih baik, dengan mengajukan alternatif lain, selain model pembelajaran menggunakan *e-learning* yang sudah dilaksanakan selama kurun waktu 2 tahunan, masih menimbulkan kebosanan. Sebagai alternatif, agar proses belajar bersifat menyenangkan, antara lain adalah dengan belajar melalui *game*[6]. Agar lebih terarah proses belajar yang dilakukan, dapat di gunakan *serious game*[7], [8].

Seiring dengan perubahan perilaku selama pandemi, untuk meningkatkan efektifitas proses belajar mengajar, salah satunya adalah mengemas kurikulum yang telah diterapkan oleh Madrasah Ibtidaiyah Negeri di Bone tentang pendidikan lingkungan hidup dan islam menjadi sebuah model *serious game*[5].

Serious Game Pendidikan Islam dan Lingkungan Hidup (SGPILH), yang diajukan peneliti, bertujuan menumbuhkan kognitif, sikap, kemampuan dan mestimulasi serta menyuburkan kesadaran baik secara pengetahuan, perasaan maupun ahlak islam pada pemain, dengan perantara kecanggihan teknologi informatika. Tidak sedikit penelitian yang membahas *Serious game* guna peningkatan *awareness*, antara lain berupa *Serious game* yang berfungsi memberikan wawasan tentang konsep *awareness* untuk bermasyarakat[9]. Terdapat pula peneliti yang mengusulkan pengembangan *awareness* terhadap budaya dan adat Jepang [10], guna meningkatkan sikap *awareness* pencegahan bencana[11], [12], serta berlatih manajemen lingkungan[13] hingga *serious game* untuk memahamkan ajaran islam[14], [15].

Harapan yang hendak diraih melalui model SGPILH adalah, diperoleh peningkatan kesadaran, pemahaman dan kecintaan terhadap lingkungan hidup sekaligus meningkatkan kadar keislaman bagi siswa. Dalam merekayasa SGPILH, dilakukan dengan merujuk pada pendekatan model teori aktivitas. Dimana model ini mampu mengkombinasikan sisi edukasi, keceriaan bermain dan pengganti instruksi guru [16]–[18], tahapan pendidikan lingkungan hidup[11], [12] serta pendidikan agama islam[5]. Guna mempertajam sisi edukasi, maka digunakan pendekatan taksonomi Bloom. Dimana taksonomi Bloom terbukti unggul dan tetap digunakan sebagai acuan dalam proses belajar mengajar[19].

Elemen penyusun *game*, secara garis besar adalah lingkungan bermain, misi, skor, alur cerita dan Pemeran yang Bukan Pemain(PBP). PBP merupakan karakter selain pemain didesain untuk melakukan beberapa tindakan, antara lain memilih jalan, bergerak secara acak, menguber pemain, melakukan penghalangan terhadap pemain dan menjauh dari situasi sulit bila atribut PBP tidak memenuhi batas minimal untuk beraksi. Dapat dipastikan PBP dalam SGPILH didesain tidak seperti layaknya PBP dalam *game* yang umum. Misalnya PBP tidak bersifat melukai pemain. PBP didesain sebagai sahabat yang harus dibangkitkan rasa kecintaan terhadap lingkungan hidup. Dalam SGPILH ini, fitur rasa kecintaan terhadap lingkungan hidup PBP yang dibangkitkan terdiri dari kesadaran, pengetahuan, sikap, keterampilan dan partisipasi dalam mencintai lingkungan hidup[11], [12], serta perilaku penerapan doa dan adab yang islami[5]. Berikutnya desain kelakuan PBP adalah tautan *awareness* PBP dengan takaran model teori aktivitas untuk SGPILH [16]. Metode Kecerdasan Buatan (KB) difungsikan guna proses pembentukan kelakuan PBP. *Finite State Machine* merupakan metode KB yang diusulkan guna menautkan kelakuan PBP dengan model teori aktivitas[20].

Penelitian yang kami ajukan ini menguraikan kombinasi model teori aktivitas dengan taksonomi Bloom dan tahapan kecintaan terhadap lingkungan hidup. Pengkajian dekomposisi dan cetak biru yang diperoleh dari pendekatan yang diusulkan, peneliti uraikan dalam subbab konsep dasar. Selanjutnya desain dan penerapan metode yang dipilih, peneliti uraikan dalam subbab metodologi penelitian.

METODE PENELITIAN

a. *Serious Game*

Serious game digital mengalami perkembangan secara eksponensial, dan menjadi perbincangan di kalangan peneliti. Hal ini disebabkan serious game digital mampu dengan luwes menghasilkan komposisi yang fleksibel antara kegunaan edukasi, wahana berlatih dan entertain secara sekaligus. Oleh karena itu, merupakan jalan terabas dalam mendukung proses belajar yang menyenangkan, efisien dan efektif[21], [22]. Dengan memperhitungkan denyut aksi pemain game dan animo pemain dengan merujuk teori flow dalam permainan. Hasil pengkajian dibuktikan dengan penelitian kuantitatif, berupa tujuh simulasi, dan mendekati sejuta iterasi untuk memvalidasi kestabilan model[23]. Sehingga berhasil memvisualisasikan hubungan fitur bermain-main, dan fitur pengertian. Selanjutnya proses studi dengan serious game dirujuk guna merancang bangun serious game yang tepat [24].

b. Teori Aktivitas dalam *Serious Game*

Dalam investigasi tahap lanjut, digali dan di eksplorasi kerangka teoritis model serious game dengan berpijak pada teori aktivitas. Pengkajian yang dilakukan menggenapkan beberapa rujukan yang diusulkan sebelumnya, antara lain serious game berasaskan orientasi pelayanan. Rujukan corak aktivitas mengeksplorasi rinci hingga tahap mekanik serious game. Cara pandang baru yang diajukan ini diuji dan di validasi menggunakan analisa trade-off struktur kemudian diimplementasikan ke serious game. Hasil rekayasa serious game mampu memadukan elemen edukasi dan entertain secaraimbang dan memiliki durasi aplikasi yang cepat. Efek domino berikutnya adalah pengurangan ongkos produksi serta menambah kualitas serious game. Model ini mempunyai tiga kegiatan baku, yaitu: bermain-main, studi dan memperoleh instruksi. Setiap kegiatan, mengandung tiga elemen yaitu: aksi, media dan target akhir[7], [25].

c. Taksonomi Bloom

Secara garis besar, taksonomi Bloom baku adalah kognitif, interpretasi, penerapan, analisa, sintesa dan pengkajian. Selanjutnya taksonomi Bloom dilengkapi beberapa elemen, misalkan pengubahan tesaurus pada tiap tahapan, pembenahan tahapan yang lebih terperinci dan penggandaan dimensi. Penataan ini dicobakan pada rancangan *e-learning* dengan menerapkan perintah secara daring. *E-learning* ini berasaskan obyek dan *outcome* proses belajar. Rancangan yang dikaji sudah memperhitungkan tiga sisi studi secara terintegrasi, yaitu sisi pengetahuan, sikap dan psikomotor pemain[19].

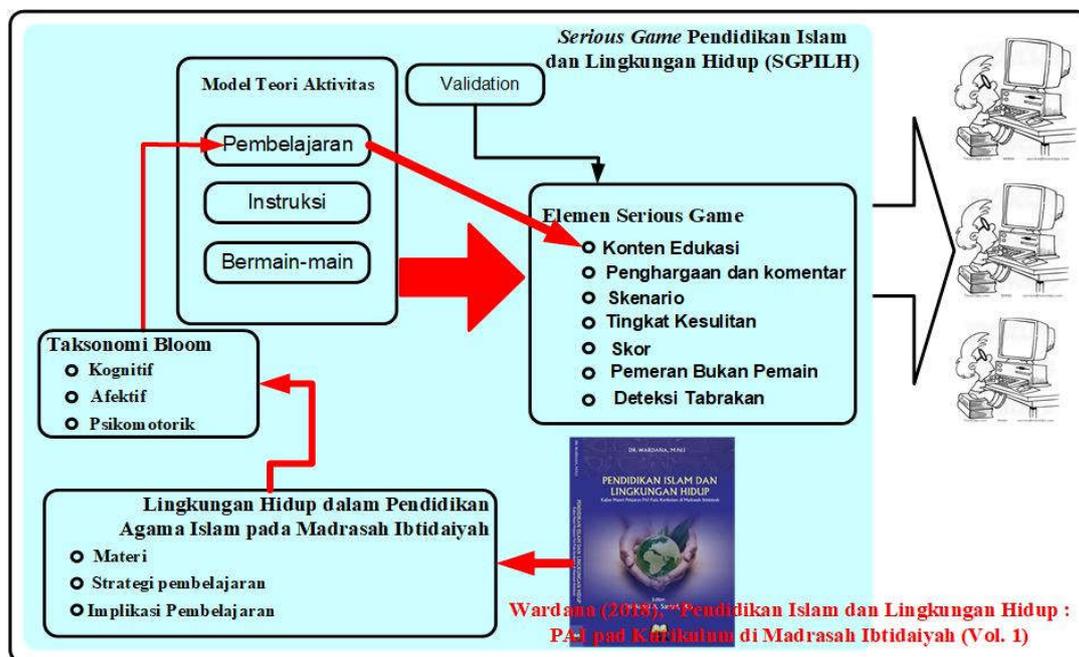
d. Rancangan gagasan yang diusulkan

Usulan kegiatan investigasi, dapat kami sampaikan sebagai berikut sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1. Rancangan *Serious Game* Pendidikan Islam dan Lingkungan Hidup (SGPILH) terdiri dari lima bagian utama, yaitu : bagian taksonomi bloom, konten edukasi, prototipe teori aktivitas, *serious game* dan validasi. Bagian pertama adalah taksonomi Bloom, yang terdiri dari kognitif, afektif dan psikomotorik. Bagian ini merupakan kriteria baku yang digunakan untuk proses belajar mengajar. Sebagai studi kasus akan dilakukan desain *serious game* untuk kelas 4 MI/SD. Kemudian bagian kedua adalah konten edukasi lingkungan hidup dalam pendidikan agama islam pada tingkat MI/SD[5]. Bagian ini merupakan penerjemahan dari taksonomi Bloom. Terdiri dari materi pembelajaran, strategi pembelajaran dan implikasi pembelajaran.

Bagian ketiga adalah prototipe teori aktivitas yang digunakan sebagai landasan pembentukan *serious game*. Bagian ini meliputi : pembelajaran, instruksi dan bermain-main. Sisi konten edukasi merupakan inti utama dari sub-bagian pembelajaran. Proses desain SGPILH menggunakan *Finite State Machine*(FSM).

Bagian keempat, merupakan *serious game*, terdiri dari elemen konten edukasi, penghargaan dan komentar, skenario, tingkat kesulitan, skor, pemeran bukan pemain(PBP) dan deteksi tabrakan. Penerapan konten pembelajaran merupakan konten edukasi dalam elemen *serious game*.

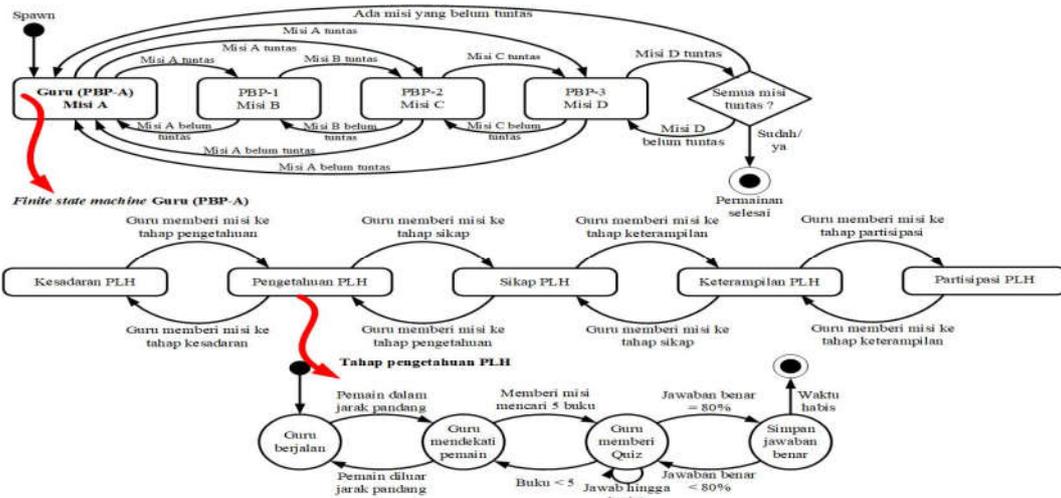
Kemudian bagian terakhir adalah validasi. Validasi melibatkan guru sebagai validator dari sisi edukasi, kemudian pakar multimedia atau pakar *game* untuk melakukan validasi dari sisi *game*. Dari sisi desain visual dan komunikasi, juga dilakukan validasi untuk memahami kemudahan penggunaan dari sisi visual dan kemudahan komunikasi. Disamping itu, juga melibatkan siswa yang dipilih secara acak untuk mengetahui sejauh mana siswa dapat menggunakan alur *game* dan capaian setelah siswa belajar menggunakan *game*.



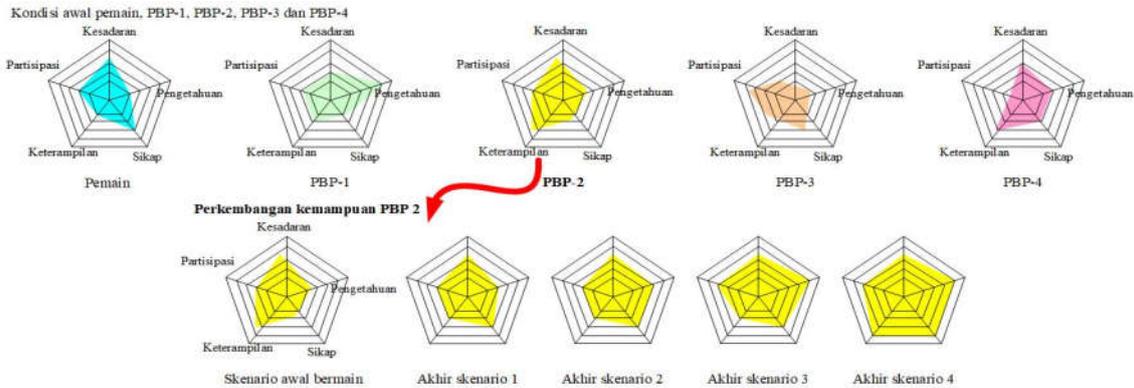
Gambar 1. Diagram Blok rancangan *Serious Game* Pendidikan Islam dan Lingkungan Hidup (SGPILH) yang diusulkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Gambar 2, diperlihatkan desain FSM dari SGPILH secara keseluruhan, kemudian diperlihatkan contoh FSM untuk PBP-A, yaitu guru yang bertujuan memberikan kesadaran, pengetahuan, sikap, keterampilan dan partisipasi dalam mencintai lingkungan hidup. Kemudian diperlihatkan salah satu target yang harus dicapai siswa, yaitu FSM pengetahuan. Selain PBP-A, guru, pemain masih mempunyai tugas(misi) berupa PBP-1 hingga PBP-3 yang harus di ajak untuk mempelajari PILH. Dalam Gambar 3, diperlihatkan kondisi penguasaan kesadaran, pengetahuan, sikap, keterampilan dan partisipasi dalam mencintai lingkungan hidup pada tiap tiap aktor. Yaitu pemain dan PBP. Berikutnya diperlihatkan kemungkinan perubahan penguasaan tiap elemen kesadaran, pengetahuan, sikap, keterampilan dan partisipasi dalam mencintai lingkungan hidup.

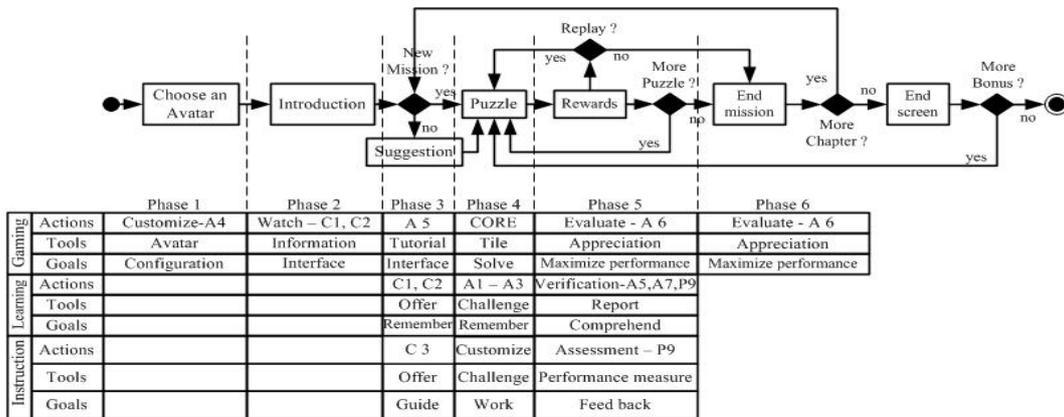


Gambar 2. Rancangan FSM dari SGPILH yang diusulkan



Gambar 3. Penguasaan elemen cinta Lingkungan Hidup sebelum bermain (SGPILH) dan beberapa kemungkinan perubahan penguasaan elemen cinta Lingkungan Hidup pada skenario yang berbeda.

Dalam Gambar 4, diperlihatkan diagram blok SGPILH dengan pembagian tiap unsur taksonomi Bloom yang harus dicapai siswa saat bermain. Pendekatan model teori aktivitas, memungkinkan penataan secara detail. Selanjutnya dalam Gambar 5 diperlihatkan contoh indikator taksonomi Bloom secara detail yang di padukan dengan pendidikan islam. Salah satunya adalah, pemain/siswa di minta menyebutkan beberapa kata dalam hadis tentang kebersihan secara sederhana, yang merupakan kognitif C-1.



CORE = C, A1 - A3, P1-P4
Customize = A4, A8, P5-P8

Gambar 4. Diagram penataan taksonomi Bloom pada SGPILH model teori aktivitas

Indikator materi pembelajaran dalam <i>Serious Game</i>		Kognitif (30 %)	Afektif (30 %)	Psikomotor (40%)
1	Menyebutkan arti beberapa kata dalam hadis tentang kebersihan secara sederhana	C ₁		
2	Menyebutkan makna hadis tentang kebersihan secara sederhana	C ₁		
3	Menyebutkan arti perilaku bersih	C ₂		
4	Menyebutkan cara-cara berperilaku bersih di lingkungannya	C ₂		
5	Menyebutkan keuntungan memiliki perilaku bersih di lingkungannya	C ₂		
6	Menguraikan keuntungan memiliki perilaku bersih di lingkungannya	C ₃		
7	Mengulang-ulang tata cara merawat badan, pakaian, tempat		A ₁	
8	Terlibat dalam tugas mendata perbuatan yang harus dikerjakan secara disiplin		A ₂	
9	Saling membantu dalam simulasi perilaku adab ketika mandi, buang air besar/kecil		A ₃	
10	Berfikir bebas		A ₄	
11	Bertanya jika mengalami kesulitan		A ₅	
12	Indikator materi pembelajaran dalam <i>Serious Game</i>		A ₆	
13	Konsekuensi		A ₇	
14	Menerapkan percobaan yang aman		A ₈	
15	Menyelesaikan Lembar pertanyaan dan tugas LKS			P ₁
16	Kedisiplinan			P ₂
17	Memisahkan jenis adab setelah mandi, buang air besar/kecil			P ₃
18	Menata ruzzele cara mencuci, meniemur pakaian, menyateika			P ₄

Gambar 5. Indikator integrasi taksonomi Bloom dan pendidikan islam yang di tanam SGPIH

Validasi versi beta SGPIH. Validator terdiri dari 3 orang ahli/profesional dan 17 siswa kelas 4 madrasah ibtidaiyah secara acak. Tiga orang ahli yang melakukan validasi terdiri dai pakar multimedia, kepala sekolah dan guru madrasah ibtidaiyah kelas 4. Pakar multimedia bertujuan untuk memvalidasi dari sisi multimedia, antara lain: Kemudahan informasi, kemudahan bermain, tata letak, *font* yang digunakan, warna, dan navigasi. Kepala sekolah dan guru sekolah madrasah ibtidaiyah melaksanakan validasi dalam hal materi pembelajaran untuk kelas 4. Validasi berdasarkan sisi pengguna dilakukan oleh 17 siswa kelas 4 madrasah ibtidaiyah yang dipilih secara acak siswa. Komponen validasi siswa berfokus pada kenyamanan saat bermain, menyenangkan siswa, minat dalam permainan, materi, dan kemampuan penyelesaian tugas yang diberikan. Alat penguji yang digunakan adalah *System Usability Scale* (SUS). Evaluasi merupakan tahap pengujian kelayakan *serious game* yang dibuat. Proses pengujian sistem menggunakan standar perangkat lunak ISO 9126 yang mencakup fungsionalitas, keandalan, dan kegunaan[26], [27].

Skenarionya adalah responden memainkan *game* terlebih dahulu. Peneliti memberikan kuisioner terkait dengan *game* yang digunakan. Hasil kuesioner tersebut akan dianalisis dan direkapitulasi untuk menyimpulkan. Kuesioner ini terdiri dari sepuluh pertanyaan dan lima macam jawaban. Soal ada pada Tabel 1, sedangkan jawaban ada pada Tabel 2. Penilaian jawaban menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

Tabel 1. Kuesioner *System Usability Scale* SUS.

No.	Kuesioner SUS
1.	<i>Game</i> ini tampaknya menjadi sesuatu yang ingin saya manfaatkan.
2.	<i>Game</i> ini sulit saya pahami.
3.	<i>Game</i> ini mudah saya operasikan.
4.	Untuk menggunakan <i>game</i> ini, saya memerlukan bantuan dari orang lain atau teknisi.
5.	Fitur <i>game</i> ini tampaknya berfungsi dengan baik.
6.	Saya percaya ada banyak inkonsistensi pada <i>game</i> ini.
7.	Orang lain, saya yakin, akan dengan mudah memahami cara menggunakan <i>game</i> ini.
8.	<i>Game</i> ini membingungkan saya.
9.	Saya tidak melihat ada masalah dengan menggunakan <i>game</i> ini.
10.	Sebelum saya menggunakan <i>game</i> ini, saya harus membiasakan diri terlebih dahulu.

Tabel 2. Jenis jawaban dan skala Likert.

No.	Jenis jawaban	Skala Likert
1.	Sangat bertentangan	1
2.	Bertentangan	2
3.	Sangsi	3
4.	Menerima	4
5.	Sangat Menerima	5

Evaluasi merupakan tahap pengujian kelayakan *game* yang dibuat. Proses pengujian *game* menggunakan standar perangkat lunak ISO 9126 yang mencakup fungsionalitas, keandalan, dan kegunaan. Berikut hasil pengujian pada aspek tersebut:

Pengujian Aspek Usabilitas

Pengguna mengisi kuesioner setelah menggunakan SGPIH. Formulir yang harus diisi adalah tentang data uji kegunaan. Responden terdiri dari 3 orang ahli/profesional dan 17 siswa kelas 4 madrasah ibtidaiyah secara acak. Frekuensi jawaban setiap pertanyaan dan skor rata-rata setiap pertanyaan diperoleh setelah seluruh responden mengisi kuesioner *System Usability Scale* (SUS). Hasil SUS digambarkan pada Tabel 3. Kemudian, nilai SUS secara keseluruhan mencapai 74,25, sedangkan nilai *usability* 72,03, dan dari segi *learnability* adalah 83,16, seperti terlihat pada Tabel 4.

Dari tabulasi hasil pengisian kuesioner, beberapa nilai yang diperoleh menjelaskan kondisi usabilitas dari SGPIH. Pertanyaan pertama condong ke tengah, menunjukkan bahwa peserta mungkin akan menggunakan *game* untuk alternatif belajar. Pertanyaan kedua menyimpulkan bahwa SGPIH tidak harus rumit, menunjukkan bahwa itu harus disederhanakan untuk memandu pengguna ke permainan yang mereka inginkan. Pertanyaan ketiga cenderung menyimpulkan bahwa SGPIH ini relatif mudah digunakan.

Pertanyaan ke-4 menunjukkan bahwa pengguna masih membutuhkan bantuan untuk dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Pertanyaan ke-5 menunjukkan SGPIH mengintegrasikan elemen *game* dengan cukup baik.

Tabel 3. Skor Rata-rata Aspek Usabilitas.

Kode	Kuesioner	Frekuensi					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
P-1	<i>Game</i> ini tampaknya menjadi sesuatu yang ingin saya manfaatkan.	0	0	3	11	6	4.15
P-2	<i>Game</i> ini sulit saya pahami.	9	10	1	0	0	1.6
P-3	<i>Game</i> ini mudah saya operasikan.	0	3	4	10	3	3.65
P-4	Untuk menggunakan <i>game</i> ini, saya memerlukan bantuan dari orang lain atau teknisi.	5	7	6	7	4	2.05
P-5	Fitur <i>game</i> ini tampaknya berfungsi dengan baik.	3	3	3	11	0	3.3
P-6	Saya percaya ada banyak inkonsistensi pada <i>game</i> ini.	7	9	4	0	0	1.85
P-7	Orang lain, saya yakin, akan dengan mudah memahami cara menggunakan <i>game</i> ini.	2	0	5	11	2	3.55
P-8	<i>Game</i> ini membingungkan saya.	8	11	1	0	0	1.65
P-9	Saya tidak melihat ada masalah dengan menggunakan <i>game</i> ini.	3	1	3	9	4	3.5
P-10	Sebelum saya menggunakan <i>game</i> ini, saya harus membiasakan diri terlebih dahulu.	14	6	0	0	0	1.3

Tabel 4. Skor *System Usability Scale* (SUS).

Kode	Kuesioner	Konversi		SUS
P-1	<i>Game</i> ini tampaknya menjadi sesuatu yang ingin saya manfaatkan.	4.15	-1	3.15
P-2	<i>Game</i> ini sulit saya pahami.	5-	1.6	3.4

P-3	<i>Game</i> ini mudah saya operasikan.	3.65	-1	2.65
P-4	Untuk menggunakan <i>game</i> ini, saya memerlukan bantuan dari orang lain atau teknisi.	5-	2.05	2.95
P-5	Fitur <i>game</i> ini tampaknya berfungsi dengan baik.	3.3	-1	2.3
P-6	Saya percaya ada banyak inkonsistensi pada <i>game</i> ini.	5-	1.85	3.2
P-7	Orang lain, saya yakin, akan dengan mudah memahami cara menggunakan <i>game</i> ini.	3.55	-1	2.55
P-8	<i>Game</i> ini membingungkan saya.	5-	1.65	3.35
P-9	Saya tidak melihat ada masalah dengan menggunakan <i>game</i> ini.	3.5	-1	2.55
P-10	Sebelum saya menggunakan <i>game</i> ini, saya harus membiasakan diri terlebih dahulu.	5-	1.3	3.7
Sub-skala				
Keseluruhan (Total skor pertanyaan 1 sampai 10)		29.7	*2.5	74.25
<i>Usability</i> (Total skor 1 hingga 3 dan 5 hingga 9)		23.05	*3.125	72.03
<i>Learnability</i> (Total skor 4 dan 10)		6.65	*12.5	83.16

Pertanyaan ke-6 condong ke tengah, menunjukkan bahwa masih ada inkonsistensi dalam *game*. Soal ke-7 mendapatkan skor yang cukup rata-rata yang menunjukkan bahwa peserta mungkin mengalami kesulitan dalam mempelajari SGPIH. Namun, beberapa orang menganggap penggunaannya relatif mudah dipahami. Soal ke-8 cenderung menyimpulkan bahwa penggunaan SGPIH kurang praktis, hal ini menunjukkan masih ada elemen yang masih belum mudah digunakan. Pertanyaan ke-9 mengatakan bahwa pengguna cukup percaya diri untuk menggunakan dan mempercayai SGPIH. Pertanyaan ke-10 cenderung menyimpulkan bahwa banyak yang harus dipelajari pengguna untuk menggunakan SGPIH.

Nilai SUS keseluruhan yang diperoleh dari uji usability ini hanya 74,25. Nilai ini relatif tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata SUS sebesar 62. Nilai keseluruhan menunjukkan bahwa kondisi SGPIH telah memenuhi standar kinerja sebuah *game* secara umum, saat diuji. Berdasarkan pengalaman semua peserta, skor mencerminkan kemudahan pengguna melakukan tugas yang diberikan. Jika dilihat dari masing-masing subskala yang terdapat pada SUS, skor kedua subskala dari SGPIH tersebut diatas rata-rata. Disimpulkan bahwa SGPIH mudah digunakan. Subskala juga tidak jauh dari skala keseluruhan, mengingat nilai skala keseluruhan berkorelasi dengan subskala fungsional. Dari segi subskala yang dapat dipelajari, menunjukkan bahwa SGPIH mudah dipelajari saat digunakan. Skor ini cocok untuk aplikasi yang digunakan pengguna umum. Dari nilai *learnability* yang diperoleh, perlu dilakukan peningkatan kualitas antarmuka secara keseluruhan sehingga akan mempercepat pembelajaran dan pengalaman dalam menggunakan SGPIH.

KESIMPULAN

Dari penelusuran tersebut, ada beberapa poin penting yang dapat disimpulkan mengenai kegunaan SGPIH sebagai alternatif belajar. Metrik kegunaan menunjukkan SGPIH berkinerja cukup sukses dan lebih cepat dalam membantu pengguna menemukan materi belajar yang sesuai dengan kompetensinya. Skala Kegunaan Sistem (SUS) mendapat skor di atas rata-rata, menunjukkan bahwa *game* tersebut relatif mudah digunakan. Memperbaiki setiap masalah yang ada di setiap fitur akan meningkatkan kemudahan penggunaan SGPIH. Kedepannya, *game* ini mengintegrasikan fitur-fitur baru yang dapat lebih membantu pengalaman pengguna dalam mencari materi belajar yang sesuai dengan kompetensinya. Karakteristik desain yang disusun dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan usability dari SGPIH.

Berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini. Memperbesar skala penelitian dengan menambah jumlah alat, jumlah siswa dan

memperluas jenis latar belakang siswa untuk mendapatkan hasil kuantitatif yang lebih kuat dan meningkatkan kemungkinan menemukan masalah baru. Menggunakan kuesioner kegunaan yang berbayar atau berlisensi, seperti Kuesioner untuk Kepuasan Interaksi Pengguna (*Questionnaire for User Interaction Satisfaction-QUIS*) atau Inventaris Pengukuran Kegunaan Perangkat Lunak (*Software Usability Measurement Inventory-SUMI*), mengukur lebih banyak subskala daripada SUS. Menggunakan kuesioner kegunaan pasca-tugas untuk menyelesaikan setiap tugas, seperti Pertanyaan Upaya Mental Subjektif (*Subjective Mental Effort Question-SMEQ*), Estimasi Besaran Kegunaan (*Usability Magnitude Estimation-UME*), Pertanyaan Kemudahan Tunggal (*Single Ease Question-SEQ*), Peringkat Harapan (*Expectation Ratings-ER*), atau Kuesioner Setelah Skenario (*After-Scenario Questionnaire-ASQ*) untuk mendapatkan evaluasi standar terhadap setiap tugas yang dilakukan oleh siswa.

REFERENSI

- [1] R. Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, vol. 1, no. 078487A, p. 483, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>.
- [2] R. Ferdyan, Vauzia, Zulyusuri, T. A. Santosa, and A. Razak, "Model Pendidikan Lingkungan Hidup: Kegiatan Pembelajaran pada Siswa Sebagai Bagian dari Lingkungan di Era New Normal," *Nat. Sci. J. Penelit. Bid. IPA dan Pendidik. IPA*, vol. 7, no. 1, pp. 51–61, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/naturalscience/article/view/2453>.
- [3] A. Widiyatmoko, "Menumbuhkan Karakter Cinta Lingkungan dengan Pengintegrasian Pendidikan Lingkungan Hidup dalam Mapel IPA di SMP," in *Seminar Nasional IPA XI*, 2021, no. April.
- [4] S. D. Wihardjo and H. Rahmayanti, *Pendidikan Lingkungan Hidup*, vol. 1, no. 1. 2021.
- [5] Wardana, *Pendidikan Islam dan Lingkungan Hidup : Kajian Materi Pelajaran PAI pada Kurikulum di Madrasah Ibtidaiyah*, vol. 1. 2018.
- [6] R. Windawati and H. D. Koeswanti, "Pengembangan Game Edukasi Berbasis Android untuk Meningkatkan hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 2, pp. 1027–1038, 2021, doi: 10.31004/basicedu.v5i2.835.
- [7] F. Nugroho, E. M. Yuniarno, and M. Hariadi, "Penerapan materi ilmu pengetahuan alam pada serious game sosialisasi mitigasi bencana berbasis model teori aktivitas dan taksonomi bloom," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, p. 106, 2019, doi: 10.26594/register.v5i2.1479.
- [8] F. Nugroho, E. M. Yuniarno, and M. Hariadi, "Game Based Learning as an Alternative During the Covid-19 Epidemic Based on K-13 for Indonesia Elementary Schools," *Proc. Int. Conf. Eng. Technol. Soc. Sci. (ICONETOS 2020)*, vol. 529, no. Iconetos 2020, pp. 210–218, 2021, doi: 10.2991/assehr.k.210421.030.
- [9] J. M. Linssen and T. F. de Groot, "AGENT: Awareness Game Environment for Natural Training," *Found. Digit. Games*, no. January, pp. 2–4, 2013, doi: 10.13140/2.1.3849.4720.
- [10] C. E. Catalano, A. M. Luccini, and M. Mortara, "Guidelines for an effective design of serious games," *Int. J. Serious Games*, vol. 1, no. 1, 2014, doi: 10.17083/ijsg.v1i1.8.
- [11] A. Solinska-Nowak *et al.*, "An overview of serious games for disaster risk management – Prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk," *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 31, no. September, pp. 1013–1029, 2018, doi: 10.1016/j.ijdr.2018.09.001.

- [12] Y. Chen, T. Wang, X. Wu, and Y. Xie, "A serious game Defying Disaster: Earthquake," p. 109, 2015, [Online]. Available: <https://web.cs.wpi.edu/~claypool/ms/disaster/thesis.pdf>.
- [13] K. Madani, T. W. Pierce, and A. Mirchi, "Serious games on environmental management," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 29, pp. 1–11, 2017, doi: 10.1016/j.scs.2016.11.007.
- [14] H. K. H. Abd El-Sattar, "Learning islamic principles with serious games," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2016, doi: 10.1145/3001773.3001800.
- [15] F. Q. Khan, S. Rasheed, and M. Ashraf, "Investigating the Use of 3D Mobile Games for Teaching Ethics & Basics to Children," *J. Inf. ...*, no. January 2021, 2020, [Online]. Available: <https://jictra.com.pk/index.php/jictra/article/view/187>.
- [16] M. Brandao Carvalho, *Serious Games for Learning A model and a reference architecture for efficient game development*, no. 2017. 2018.
- [17] P. M. Sejati, "Pengembangan Buku Teks Tentang Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Api Dalam Pembelajaran IPA Kelas IV SDN Kiyaran 2 Sleman Yogyakarta," 2015.
- [18] L. W. Anderson *et al.*, *Taxonomy for Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. 2001.
- [19] S. R. Sobral, "Bloom's taxonomy to improve teaching-learning in introduction to programming," *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 148–153, 2021, doi: 10.18178/ijiet.2021.11.3.1504.
- [20] M. F. Rahadian, A. Suyatno, and S. Maharani, "Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game "The Relationship,"" *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, p. 14, 2016, doi: 10.30872/jim.v11i1.198.
- [21] C. Wang and L. Huang, "A Systematic Review of Serious Games for Collaborative Learning: Theoretical Framework, Game Mechanic and Efficiency Assessment," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 16, no. 6, pp. 88–105, 2021, doi: 10.3991/ijet.v16i06.18495.
- [22] A. Gounaridou, E. Siamtanidou, and C. Dimoulas, "A serious game for mediated education on traffic behavior and safety awareness," *Educ. Sci.*, vol. 11, no. 3, 2021, doi: 10.3390/educsci11030127.
- [23] K. Stefanov *et al.*, "The {RAGE} Game Software Components Repository for Supporting Applied Game Development," *Int. J. Serious Games*, vol. 4, no. 3, 2017, [Online]. Available: <http://journal.seriousgamesociety.org/index.php?journal=IJSG%5C&page=article%5C&op=view%5C&path%5C%5B%5C%5D=171>.
- [24] U. L. Yuhana, E. M. Yuniarno, S. M. S. Nugroho, S. Rochimah, and M. H. Purnomo, "Penggalian Pola Kemampuan Peserta Ujian Berbasis Klaster untuk Penentuan Aturan Sistem Penilaian," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, 2018, doi: 10.22146/jnteti.v6i4.357.
- [25] M. Callaghan, N. McShane, A. Gómez Eguíluz, and M. Savin-Baden, "Extending the Activity Theory Based Model for Serious Games Design in Engineering to Integrate Analytics," *Int. J. Eng. Pedagog.*, vol. 8, p. 109, 2018, doi: 10.3991/ijep.v8i1.8087.
- [26] S. Ratna, "ISO 9126 untuk Pengujian Game Edukasi Membuang Sampah Berbasis Android," *Al Ulum Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 44–48, 2021.
- [27] H. Yulianti, "Pemanfaatan Sistem Pelatihan E-learning pada Pengembangan Kinerja Karyawan di Masa Pandemi Covid-19 dengan Pengujian ISO," *MULTINETICS*, vol. 7, no. 1, pp. 65–81, 2021.