

Probabilitas dalam *Finite State Machine* Agen Cerdas *Edugame* “Ajut-Ajut Kids”

Siti Lailiyah¹, Yunita², Syamsuddin Mallala³, Reza Andrea⁴

Abstract— Educational game “Ajut-ajut Kids” is developed in multimedia stages to introduce the Dayak Benuaq language for children. In this matching game, players must match two or more images and words in Dayak language. This study applies randomization to shuffle position of images and words in each round. It makes the game more challenging. Random and probability in-game agents are also applied, which will accompany children to play the kid character in Dayak clothes. Game agents, which apply the Finite State Machine (FSM) model, will provide expressions like pleasure, sadness, etc., according to the child's playing style. Random implementation and credibility in the FSM model allows agents to give random expressions. This makes the agent more natural. The result of this study proves randomization and probability have succeeded make this game more interesting and interactive to children.

Intisari— *Edugame* “Ajut-ajut Kids” dibangun melalui tahapan multimedia untuk mengenalkan pembelajaran bahasa Dayak Benuaq kepada anak. Permainan ini berjenis *matching*, yaitu pemain harus mencocokkan gambar dan kata bahasa Dayak. Makalah ini menerapkan teknik pengacakan pada susunan gambar dan kata pada setiap babak untuk membuat permainan tidak berkurang tantangannya. Pengacakan dan probabilitas juga diterapkan dalam agen cerdas yang menemani anak bermain dalam bentuk karakter cilik berbaju adat Dayak. Agen cerdas, yang menerapkan model *Finite State Machine* (FSM), akan memberikan ekspresi senang, sedih, dan sebagainya, sesuai gaya bermain anak. Adanya pengacakan dan probabilitas dalam model FSM membuat agen kadang-kadang juga dapat memberikan ekspresi yang acak. Hal ini membuat agen lebih natural. Hasil pengujian membuktikan pengacakan dan probabilitas berhasil membuat permainan ini tidak monoton dan lebih interaktif.

Kata Kunci— *Edugame*, Bahasa Dayak, Pengacakan, Probabilitas, *Finite State Machine*, *Game Agent*.

I. PENDAHULUAN

Muatan lokal menjadi kegiatan kurikuler yang tidak boleh dihapuskan dari pendidikan anak-anak di sekolah. Muatan lokal digunakan untuk mengembangkan kompetensi yang

disesuaikan dengan ciri khas dan potensi daerah, termasuk keunggulan daerah [1]. Di Kalimantan Timur, khususnya daerah perkotaan, pendidikan muatan lokal mulai dihapuskan dari kurikulum sekolah dan kebanyakan sekolah hanya memasukkannya ke dalam ekstrakurikuler. Konten budaya lokal seperti tarian atau bahasa Kutai, Banjar, dan Dayak mulai dilupakan oleh anak-anak sekolah sebagai generasi penerus bangsa.

Perkembangan teknologi mengubah kegiatan belajar ini menjadi dapat disalurkan dalam bentuk permainan pada *smartphone* [2]. Kebutuhan akan bermain *game* sebagai hiburan semata dapat diubah dengan menanamkan pendidikan di dalamnya. Inilah konsep dari permainan edukasi atau *educational game*, yang biasa disingkat dengan *edugame* [3]. *Edugame* adalah salah satu implementasi bidang ilmu komputer yang perkembangannya sudah sangat pesat [4]. *Edugame* juga merupakan bentuk aplikasi yang edukatif, yaitu dapat dijadikan sebagai media pembelajaran, yang prosesnya dilakukan dengan konsep belajar sambil bermain [3], [4].

“Ajut-ajut Kids” adalah *edugame* yang dibangun untuk mengenalkan muatan lokal pendidikan bahasa Dayak Benuaq dalam bentuk *matching game* (permainan mencocokkan). *Matching game* sendiri adalah permainan bergenre *memory game*, yaitu pemain harus mencocokkan elemen-elemen yang serupa. Sesuai namanya, pemain harus menemukan kecocokan untuk kata, gambar, atau kartu [5], [6]. Permainan ini terbukti banyak dilakukan guru sebagai media edukasi bagi anak [3].

Berbeda dengan *matching game* pada umumnya, “Ajut-ajut Kids”, permainan mencocokkan gambar dan kata dalam bahasa Dayak, ini memiliki agen cerdas di dalamnya. Agen cerdas diwujudkan dalam bentuk karakter anak Dayak yang dapat berekspresi senang, sedih, panik, dan sebagainya seperti teman pendamping anak bermain. Kebutuhan inilah yang membutuhkan adanya kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*) di dalam permainan dalam bentuk agen cerdas atau *game agent*.

Agen cerdas adalah sebuah entitas otonom yang mengamati dan bertindak atas suatu lingkungan dan mengarahkan aktivitasnya untuk mencapai tujuan tertentu [7]-[9]. Dalam *game* ini, agen cerdas diwujudkan dalam bentuk karakter cilik, anak berpakaian baju Dayak. Untuk membuat agen cerdas dapat berinteraksi langsung dengan anak seperti teman bermainnya, agen cerdas harus menerapkan sebuah algoritme (*rule based*) aksi-reaksi yang tanggap dengan lingkungan dan gaya bermain anak. Dalam hal penelitian ini, diterapkan *Finite State Machine* (FSM) sebagai *rule based*. FSM adalah sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal, yaitu *state* (keadaan), *event* (kejadian), dan *action* (aksi). Dahulu, FSM diterapkan hanya pada bidang mesin dan

¹ Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma, Jl. Prof. M. Yamin No.25, Samarinda, 75123 (telp: 0541-736071; fax: 0542-734468; e-mail: lailiyah@wicida.ac.id)

² Manajemen Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma, Jl. Prof. M. Yamin No.25, Samarinda, 75123 (telp: 0541-736071; fax: 0542-734468; e-mail: yunita_bas@yahoo.co.id)

³ Sistem Informasi, STMIK Widya Cipta Dharma, Jl. Prof. M. Yamin No.25, Samarinda, 75123 (telp: 0541-736071; fax: 0542-734468; e-mail: mallala_s@yahoo.co.id)

⁴ Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Jl. Samratulangi Samarinda, 75131 (telp: 0541-260421; fax: 0542-260680; e-mail: reza.andrea@gmail.com)

robotika. Seiring perkembangan teknologi *game*, FSM juga digunakan untuk kecerdasan buatan dalam *game agent* [7], [8].

FSM paling banyak digunakan sebagai logika berpikir agen otonom dalam permainan komputer, biasanya untuk membuat agar permainan komputer dapat dimainkan hanya dengan satu pemain saja, tanpa hadirnya pemain kedua (pengguna manusia). Beberapa penelitian sebelumnya dalam *game* edukasi juga menerapkan algoritme FSM [5], [10]-[13]. FSM diterapkan ke dalam agen cerdas dalam wujud karakter hewan lucu [11], guru [13], dan lainnya [12], [14], karena di dalam *game* edukasi dibutuhkan instruktur atau guru sebagai pendamping anak belajar [15]-[17]. Kelemahan metode FSM membuat pola berpikir dari agen cerdas mudah ditebak bagi pemain yang telah bermain permainan ini berkali-kali, sehingga pemain akan memasuki zona kebosanan saat dengan mudah menebak apa yang akan dilakukan oleh *game agent* berikutnya [6], [8].

Kebaruan dari penelitian ini adalah diterapkannya pengacakan dan probabilitas (*random and probability*) ke dalam model FSM. Kombinasi ini biasa disebut dengan *finite state machine with probability* [8]. FSM dengan probabilitas membuat pengalaman bermain lebih menarik. Agen cerdas akan mengambil keputusan yang terkadang tidak dapat ditebak oleh pemainnya, sehingga membuat agen lebih tampak hidup dan interaktif [9]. Pengacakan juga diterapkan pada soal mencocokkan objek gambar dan kata pada setiap babak, dengan tujuan membuat tantangan permainan setiap babak menjadi berubah-ubah. Probabilitas dan pengacakan di dalam *game* adalah sebuah teknik yang dilakukan pengembang agar pemain tidak dapat menebak di dalam tantangan permainan. Teknik ini dapat diterapkan pada AI *game* ataupun pada *game play*-nya [7].

Karakter cilik dalam permainan edukasi “Ajut-ajut Kids” menerapkan model algoritme kombinasi ini. Agen cerdas akan memberikan ekspresi senang, sedih, atau gembira dalam beberapa model ekspresi yang tampil secara acak mewakili emosional pemain. Sebagai contoh, pada saat anak salah dalam menebak salah satu jawaban saat bermain, maka agen cerdas dapat memberikan ekspresi menangis ataupun malah memberi semangat kepada anak. Hal ini dilakukan untuk memberikan pengalaman bermain bagi anak yang mendidik dan juga tidak membosankan. Penelitian ini akan memberikan kontribusi bidang kecerdasan buatan dalam pengembangan *game agent* pada *game* edukasi yang mengangkat pendidikan muatan lokal bahasa Dayak.

II. AGEN CERDAS DAN PERKEMBANGANNYA

Penelitian tentang *game* dengan teknik yang sama telah banyak dilakukan, antara lain sebagai berikut.

1. Agen Cerdas Animasi Wajah untuk *Game* Tebak Kata [12].
2. *Edugame* “Etam-Tainment” Pembelajaran Bahasa Kutai dengan *Shuffle Random* dan Agen Cerdas [13].
3. *Appraising Emotional Events During a Real-Time Interactive Game* [18].
4. *Combination of Finite State Machine (FSM) and Sugeno Fuzzy for Game Agent in “Battle of Etam Earth”* [10].

5. *Changing Resources Available to Game Playing Agents: Another Relevant Design Factor in Agent Experiments* [19].

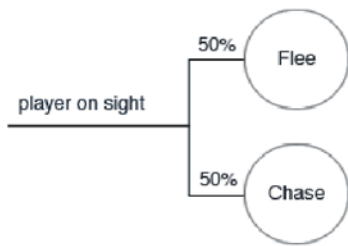
Pada dua penelitian agen cerdas yang berbentuk ekspresi animasi karakter [12], [13], *game* yang dibuat mengimplementasikan metode FSM ke dalam *game agent*. Metode FSM digunakan untuk menggambarkan ekspresi animasi wajah dalam mengomentari langkah pemain. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan agen cerdas yang dapat menentukan ekspresi dan komentar yang harus dilakukan oleh animasi wajah dan menerapkannya pada rangkaian manajemen *game* ”kata”. Penelitian serupa, dengan AI digunakan dalam emosional wajah *game agent* juga dipublikasikan dalam publikasi internasional [18].

Pengembangan FSM juga pernah dilakukan pada permainan bergenre berbeda, yaitu permainan “*Battle of Etam*” [4]. Dalam penelitian tersebut, FSM dikombinasikan dengan *fuzzy Sugeno* untuk menghasilkan perilaku agen yang tidak mudah ditebak dalam permainan bergenre *fighting game*. Penelitian yang lebih eksperimental dilakukan pada penelitian evolusi dari agen cerdas [19]. Perilaku agen yang bersifat *ensemble* dieksperimenkan dengan beberapa algoritme agen lainnya, seperti *Markov chains* dan *feed-forward neural nets*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Markov chains* lebih membuat perilaku agen mudah berevolusi.

Banyak penelitian yang telah membuktikan perilaku agen dengan FMS mudah diprediksi [20]-[22]. Agen cerdas yang disebut dengan “*bot*” dilatih dalam beberapa simulasi permainan yang bersifat fiktif (*fictitious play*). Hal ini dilakukan untuk membuat agen “*bot*” dapat belajar dan berinteraksi dengan berbagai simulasi permainan. Setelah proses belajar dari “*bot*” selesai, barulah dibentuk FSM dengan logika yang komplet agar permainan lebih menantang.

Sedangkan pada makalah ini, *Edugame* “Ajut-ajut Kids” media pembelajaran muatan lokal bahasa Dayak dikembangkan dengan agen cerdas yang mengimplementasikan kombinasi model logika FSM dan probabilitas. *Game* ini adalah *edugame* yang mengasah kemampuan anak dalam mencocokkan gambar dan kata dalam bahasa Dayak. *Game* ini berjenis *matching*, yaitu pemain harus mencocokkan secara tepat semua elemen sebelum waktu yang ditentukan habis. Apabila semua elemen gagal dicocokkan, maka permainan akan berakhir (*game over*).

Permainan yang dibangun juga menerapkan FSM dan probabilitas, dengan peran pendamping anak akan digantikan oleh hadirnya *game agent* dalam bentuk karakter cilik berbusana Dayak. Agen permainan adalah karakter *game* yang dikontrol dengan cerdas menggunakan model logika berpikir FSM. Tetapi dengan adanya pengacakan dan probabilitas, tindakan karakter kadang kala tidak dapat dikontrol karena adanya pengacakan di dalam *state*. Pengacakan juga diterapkan pada soal mencocokkan objek gambar dan kata pada setiap babak. Selain membuat setiap babak permainan berubah-ubah tantangannya, pengacakan dan probabilitas membuat agen cerdas lebih ekspresif dan natural terhadap gaya bermain anak, sehingga anak tidak mudah bosan memainkan *game* ini.



Gbr. 1 FSM dengan probabilitas dua perilaku acak, yaitu mengejar atau melarikan diri.

A. Agen Cerdas (Game Agent)

Agen cerdas adalah sebuah entitas otonom yang mengamati dan bertindak atas suatu lingkungan dan mengarahkan aktivitasnya untuk mencapai tujuan tertentu [7], [9]. Dalam permainan berjenis *Role-Playng Game* (RPG), agen cerdas biasa disebut dengan *Non-Player Characters* (NPC). Agen cerdas adalah bentuk dari kecerdasan buatan, yang dapat berupa karakter virtual [8]. Agen cerdas berinteraksi dan mengambil keputusan sesuai dengan *rule based* yang ditanamkan oleh pengembang. Ada agen cerdas yang dapat belajar dan berkembang mengikuti gaya bermain pemain (bersifat dinamis) dan ada pula yang hanya bertindak monoton sesuai *rule* yang ditanamkan padanya (bersifat statis).

B. Probabilitas dan Pengacakan di dalam Agen Cerdas

Probabilitas pada dasarnya adalah ukuran seberapa besar kemungkinan suatu kondisi tertentu atau hasil yang menguntungkan dapat dicapai di antara semua hasil yang mungkin, jika dipilih secara acak. *Random Number Generation* (RNG) sangat penting ketika dibutuhkan untuk menghasilkan hasil yang tidak terduga [23]. Teknik paling sederhana dan mungkin yang tertua adalah melempar dadu untuk menghasilkan nilai acak antara satu dan enam. Dalam ilmu komputasi, angka acak dihasilkan dari *Pseudorandom Number Generator* (PRNG).

Ada banyak cara untuk mendefinisikan probabilitas berdasarkan situasi dan domain konteks. Gagasan probabilitas yang paling umum digunakan adalah untuk merujuk kemungkinan suatu peristiwa berhasil terjadi. Probabilitas peristiwa A terjadi biasanya ditulis sebagai $P(A)$. Untuk menghitung $P(A)$ perlu diketahui jumlah cara atau waktu terjadinya (n), dan jumlah total kali semua peristiwa lain yang mungkin dapat terjadi (N). Jadi, probabilitas suatu peristiwa A dapat dihitung sebagai (1).

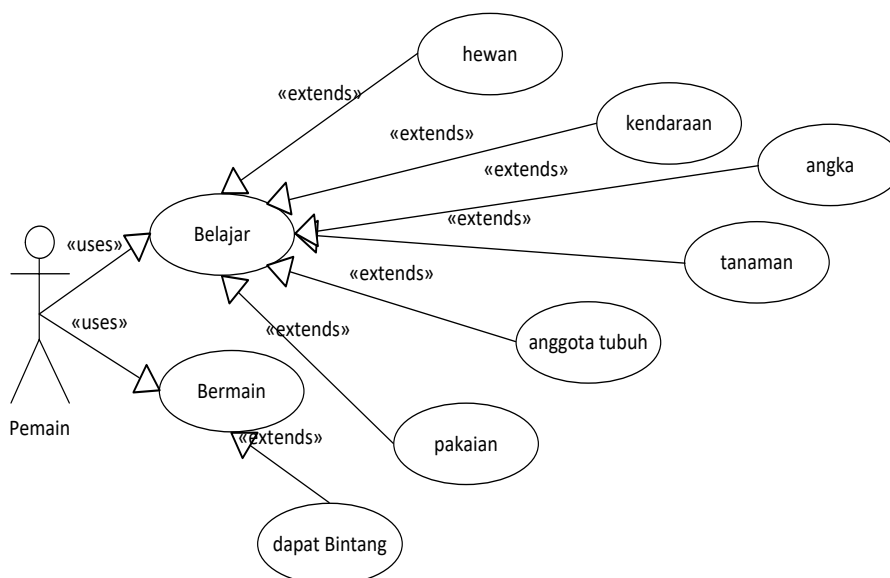
$$P(A) = n / N . \tag{1}$$

Pengacakan dan probabilitas diterapkan dalam AI untuk membuat agen cerdas bersifat dinamis, sehingga pemain tidak dapat menebak perilaku dari agen cerdas. Teknik ini dibuat dengan tujuan untuk membuat permainan lebih menarik dan menjauhkan pemain dari kebosanan [8]. Untuk membuat AI lebih menarik dan sedikit tidak terduga, pengembang biasa memberikan probabilitas pada agen cerdas untuk memilih daripada melakukan hal yang sama setiap kali kondisi tertentu terpenuhi. Misalnya, dalam logika FSM pada Gbr. 1, agen cerdas dapat mengejar pemain begitu pemain berada di garis pandangnya. Sebaliknya, pada kondisi lain agen cerdas malah melarikan diri. Kedua perilaku ini memiliki probabilitas 50%.

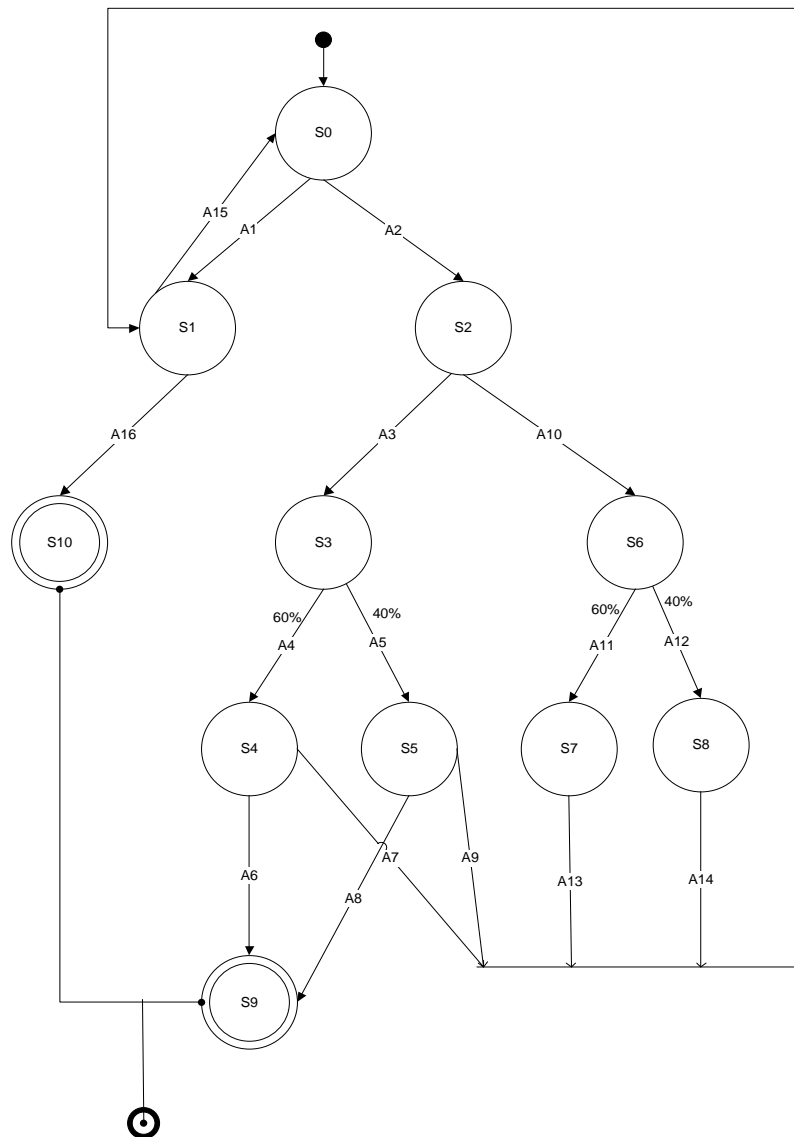
III. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan melalui tahapan pengembangan multimedia sebagai berikut.

1. Studi literatur mengenai proses pembuatan *edugame* dan penerapan algoritme yang digunakan, serta mengumpulkan material-material pembuatan *game*.
2. Proses pengembangan *edugame* dengan metode pengembangan multimedia, mulai dari konsep, desain, sampai tahap *assembly* penerapan *finite state machine with probability* dalam sistem *game*.
3. Pemasangan aplikasi *edugame* ke dalam *smartphone* anak-anak dan guru Sekolah Dasar.



Gbr. 2 Konsep use case diagram "Ajut-ajut Kids".



Gbr. 3 Model logika FSM pada agen karakter yang memiliki sebelas state (S0 sampai S10) dan 15 event (A1 sampai A15).

Keterangan Gbr. 3 dan Tabel I.

State:

S0. Ekspresi diam/homing.

S1. Cek waktu.

S2. Cek jawaban.

S3. Ekspresi benar.

S4. Ekspresi senang_1.

S5. Ekspresi senang_2.

S6. Ekspresi salah.

S7. Ekspresi sedih_1.

S8. Ekspresi sedih_2.

S9. Ekspresi kalah.

S10. Ekspresi menang.

Event:

A1. Tidak menjawab.

A2. Menjawab pertanyaan/mencocokkan gambar.

A3. Jawaban benar.

A4. Ekspresi senang_1 akan keluar jika jawaban benar.

A5. Ekspresi senang_2 akan keluar jika jawaban benar.

A6. Jawaban tertebak semua dan benar.

A7. Jawaban belum terjawab semua.

A8. Jawaban tertebak dan benar semua.

A9. Jawaban belum terjawab semua.

A10. Jawaban salah.

A11. Ekspresi sedih_1 akan keluar jika jawaban salah.

A12. Ekspresi sedih_2 akan keluar jika jawaban salah.

A13. Jawaban belum terjawab semua.

A14. Jawaban belum terjawab semua.

A15. Waktu masih ada.

4. Pendistribusian dan melakukan *beta testing* kepada pemain agar menghasilkan nilai persentase yang memuaskan. Uji coba dilakukan dengan menguji tingkat kesulitan permainan dengan teknik pengacakan dan pengujian

terhadap interaksi pemain dengan animasi perilaku agen cerdas.

Setiap tahapan dilakukan secara berurutan mulai dari langkah pertama sampai langkah terakhir. Setiap langkah yang

TABEL I
TRANSISI AGEN KARAKTER

S	Masukan															
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
S0	S1	S2														
S1										S6					S0	S0
S2			S3													
S3				S4	S9											
S4						S9	S10									
S5								S9	S10							
S6											S7	S8				
S7													S10			
S8														S10		
S9																
S10																

telah selesai dikerjakan harus dilakukan pengkajian ulang. *Edugame* dirancang memiliki dua pilihan menu, yaitu menu belajar dan bermain, seperti ditunjukkan pada Gbr. 2. Apabila pemain masuk ke dalam menu belajar, pemain dapat memilih enam pilihan menu belajar, yaitu hewan, kendaraan, angka, tanaman, organ tubuh, dan pakaian. Sedangkan pada menu bermain, pemain dapat memainkan *matching game* mencocokkan gambar dan kata. Apabila pemain berhasil menyelesaikan permainan, maka pemain akan mendapatkan bintang. Semakin cepat pemain menyelesaikan permainan, semakin banyak bintang yang diperoleh.

Perancangan lain yaitu membangun model FSM didasarkan pada *event* yang terjadi pada *log* aktivitas anak saat bermain. Pada Gbr. 3 terlihat bahwa FSM karakter dirancang dengan dikombinasikan dengan pengacakan dan probabilitas. Hal ini dilakukan untuk menciptakan agen yang dapat berperan sebagai teman bermain anak sealami mungkin. Rancangan *state-state* pada model FSM yang diterapkan pada *agen* karakter cilik terdiri atas sebelas *state* dan 15 *event*.

Model pada Gbr. 3 *state* S0 menjelaskan bahwa pada saat awal permainan, karakter (agen cerdas) yang menjadi pendamping anak bermain dalam keadaan diam (*homing*). Ketika pemain menjawab, waktu dicek, masih ada atau sudah habis (*state* S1). Ketika pemain menjawab pertanyaan benar, maka *state* menuju cek jawaban (*state* S2) dan apabila jawaban benar (*event* A3), maka karakter akan memberikan respons senang_1 (*state* S4) atau senang_2 (*state* S5). Apabila jawaban salah (*event* A10), maka karakter akan memberikan respons sedih_1 (*state* S7) atau sedih_2 (*state* S8). Pemilihan ekspresi ini didasarkan pada pengacakan ekspresi yang terjadi pada *state* S3 dan S6, dengan nilai probabilitas adalah 60% untuk senang_1 & sedih_1 dan 40% untuk senang_2 dan sedih_2, seperti ditunjukkan pada Gbr. 3 *event* A4, A5, A11, dan A12). Artinya, ekspresi sedih_1 memiliki probabilitas muncul sebagai ekspresi dari agen lebih tinggi daripada sedih_2. Sebagai contoh, karakter cilik lebih dominan berekspresi cemberut (animasi dari sedih_1) dibandingkan berekspresi memberikan semangat untuk mencari jawaban yang benar (animasi dari sedih_2). Probabilitas dan pengacakan dilakukan agar karakter cilik dapat berekspresi lebih variatif.

Pada *event* berikutnya, apabila jawaban tertebak semua dan benar semua, maka karakter akan memberikan respons

menang riang gembira (*state* S9), tetapi apabila jawaban belum terjawab semua dan waktu telah habis, maka permainan akan berakhir dan karakter akan menangis (*state* S10). Setiap model *state* dan *event* ini dijabarkan dalam tabel transisi pada Tabel I.

Berdasarkan transisi karakter di Tabel I, *Deterministic Finite State Machine* (DFSM) mempunyai karakteristik sebagai berikut.

$$Q = \{ S0, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10 \}$$

$$\Sigma = \{ A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16 \}$$

$$S = \{ S0 \}$$

$$F = \{ S9, S10 \}.$$

Pada Tabel I, *state* awal berada pada kolom sebelah kiri, dimulai dari S0 dan turun sampai S10. *Event* berada pada kolom bagian atas, dimulai dari A1 sampai A16. *State* akhir berada pada kolom tengah yang berwarna putih dan tidak beraturan karena *state* akhir ditentukan oleh *state* awal dan *event*. Terdapat sebelas *state* dan 16 *event* pada FSM agen karakter. Proses FSM agen karakter dimulai dari S0. Pada *state* S1 akan dilakukan pengecekan waktu dan pada saat *game* dijalankan akan berpindah ke *state-state* yang lainnya sampai akhirnya menuju ke *final state* (*finish* dari *state* S9 dan S10).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

“Ajut-ajut Kids” media pembelajaran muatan lokal bahasa Dayak adalah sebuah permainan edukasi pada *smartphone* dengan konsep anak akan bermain sambil belajar bahasa Dayak Benuaq. “Ajut-ajut” sendiri dalam bahasa Dayak Benuaq berarti teman-teman.

Anak sebagai pemain harus mencocokkan pasangan gambar dan kata dalam bahasa Dayak. Seperti konsep permainan *matching*, apabila semua pasangan gambar dan kata tercocokkan dengan benar, maka pemain akan keluar sebagai pemenang. Sebaliknya, apabila pemain gagal mencocokkan semua pasangan gambar dan kata sampai waktunya habis, maka pemain akan kalah. Terdapat sepuluh babak pada permainan ini, dengan jumlah pasangan gambar dan kata akan bertambah di setiap babak. Selain jumlah pasangan gambar yang bertambah, waktu untuk menyelesaikan setiap babak pun akan semakin singkat, sehingga menjadi tantangan tersendiri.



Gbr. 4 Antarmuka menu utama game “Ajut-ajut kids” terdapat dua pilihan, yaitu untuk bermain dan belajar.



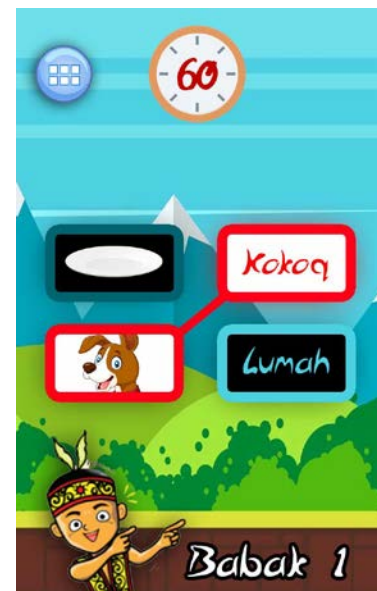
Gbr. 5 Scene menu belajar menampilkan enam kategori objek pembelajaran bahasa Dayak.

Diperlihatkan pada Gbr. 4 bahwa antarmuka game memiliki dua menu, untuk belajar dan bermain. Anak dapat memilih belajar dahulu untuk mengetahui perbendaharaan kosakata dalam bahasa Dayak Benuaq sebelum bermain.

Tampilan menu utama pada Gbr. 4 merupakan tampilan utama dari *edugame* saat pemain baru memasuki sistem. Terdapat nama atau judul dari *Edugame* “Ajut-ajut Kids”. Setiap tombol pada menu utama memiliki fungsi masing-masing. Saat tombol belajar ditekan, akan ditampilkan *scene* belajar; saat tombol bermain ditekan akan ditampilkan *scene* bermain; saat tombol cara bermain (simbol i) ditekan, akan ditampilkan *scene* tutorial cara bermain; dan saat tombol keluar ditekan, game akan keluar dari aplikasi.



Gbr. 6 Scene belajar kategori “binateng” menampilkan delapan objek hewan dalam bahasa Indonesia dan Dayak.



Gbr. 7 Scene bermain babak pertama, pemain harus mencocokkan dua pasang gambar dengan kata bahasa Dayak dalam waktu 60 detik.

Pada *scene* belajar, seperti di Gbr. 5, anak sebagai pemain dapat memilih kategori objek yang akan dipelajarinya. Terdapat enam kategori objek pembelajaran, yaitu hewan, kendaraan, tanaman, anggota tubuh, angka, dan pakaian dalam bahasa Dayak. Kategori pembelajaran ini pun dapat bertambah seiring pembaruan (*update*) dari aplikasi.

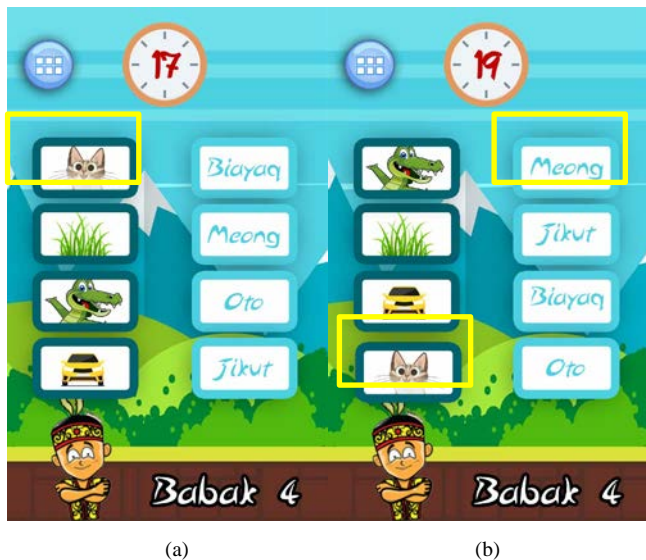
Gbr. 6 menunjukkan antarmuka pembelajaran saat pemain memilih kategori hewan (“binateng” dalam bahasa Dayak Benuaq). Terdapat beberapa hewan di dalam menu pembelajaran ini, seperti ayam (“piyaq”), kucing (“meong”), dan monyet (“kodeq”). Apabila pemain menekan salah satu hewan pada menu ini, akan muncul suara pengucapan nama hewan tersebut dalam bahasa Dayak Benuaq.

Untuk memulai *game*, pemain harus menekan tombol bermain dari menu utama. Pada *game* terdapat batasan waktu yang berbeda-beda untuk mencocokkan elemen gambar objek dan kata, seperti pada Gbr. 7. Jika pemain kehabisan waktu sebelum dapat menyelesaikan *game*, maka pemain dapat memilih mengulang atau kembali ke menu utama. Terdapat sepuluh babak pada permainan ini, dengan jumlah pasangan gambar dan kata akan bertambah di setiap babakannya. Selain jumlah pasangan gambar yang bertambah, waktu untuk menyelesaikan setiap babak pun akan semakin singkat. Apabila pemain telah menyelesaikan kesepuluh babak tersebut, pemain akan masuk ke *scene* penghargaan dan dapat mengulang permainan dari babak awal kembali.

Masing-masing babak menerapkan pengacakan posisi objek gambar dan kata sehingga permainan menjadi tidak monoton dan mudah ditebak.

A. Assembly Pengacakan pada Posisi Objek

Agar pemain tidak dapat menghafal posisi gambar dan kata yang akan dicocokkan pada setiap babak “Ajut-ajut kids”, teknik pengacakan posisi elemen gambar dan kata harus dilakukan di setiap awal *game*. Artinya, semua posisi elemen setiap pasangan gambar dan kata selalu berubah-ubah walaupun pemain memainkan *game* ini berulang-ulang. Kondisi ini ditampilkan pada Gbr. 8.



Gbr. 8 *Scene* bermain menampilkan kondisi pengacakan gambar yang berbeda dalam babak yang sama.

Pada Gbr. 8(a) dan Gbr. 8(b), letak pasangan gambar dan kata dapat berpindah-pindah secara acak. Misalnya pada Gbr. 6, gambar kucing terletak di posisi paling atas, sedangkan pada kondisi pengacakan yang lain, gambar kucing terletak di posisi paling bawah, seperti pada Gbr. 8(b).

Jika pemain telah mencocokkan semua pasangan gambar dan kata, maka pemain dapat melanjutkan ke babak berikutnya. Apabila pemain telah menyelesaikan kesepuluh babak, maka pemain akan masuk ke *scene* penghargaan atau pemain dapat pula mengulang *game* ini dari awal kembali. Walaupun pemain berulang-ulang memainkan *game* ini, pasangan elemen gambar dan kata akan diacak kembali.

Rentang probabilitas berkisar dari 0 hingga 1. Probabilitas 0 menyatakan kejadian yang tidak mungkin terjadi, sedangkan probabilitas yang mendekati 1 menyatakan kejadian yang berpeluang sering terjadi. Angka 1 dipersepsikan adalah 100% [8], [23], [24]. Dipahami dari Gbr. 8(a) dan Gbr. 8(b), probabilitas gambar kucing terletak di elemen paling atas seperti pada Gbr. 8(a) adalah seperti dituliskan dalam (2).

$$P(A) = n / N \tag{2}$$

$$P(A) = 1 / 4 = 0,25 \rightarrow 25\%.$$

Sedangkan probabilitas gambar kucing terletak di elemen paling bawah bersamaan kata “meong” terletak di elemen paling atas seperti pada Gbr. 6(b) dihitung seperti pada (3).

$$P(A_1 \cap A_2) = P(A_1) \times P(A_2) \tag{3}$$

$$P(A_1 \cap A_2) = 1 / 4 \times 1 / 4 = 1/16 = 0,0625 \rightarrow 6,25\%.$$

Pada (3) diasumsikan bahwa A_1 adalah deret elemen gambar hewan, sedangkan A_2 adalah deret elemen kata. Deret elemen gambar hewan hanya teracak pada posisi sebelah kiri, baik di atas maupun di bawah. Begitu pula deret elemen kata hanya teracak di posisi sebelah kanan saja. Probabilitas masing-masing dari $P(A_1)$ maupun $P(A_2)$ adalah $1/4$. Jadi, probabilitas bebas dari keduanya, $P(A_1 \cap A_2)$ adalah $1/16$.

Semakin banyak elemen gambar yang muncul, semakin kecil probabilitasnya. Ini akan membuat permainan tidak membosankan karena tantangan setiap babak selalu berubah-ubah.

B. Assembly FSM with Probability pada Agen Cerdas

Model logika FSM seperti pada Gbr. 9 diterapkan sebagai pola ekspresi karakter cilik berbusana Dayak. Karakter cilik akan memberikan notifikasi apabila pemain salah atau benar mencocokkan gambar dan kata serta memberikan notifikasi pada saat waktu hampir habis, menang dan kalah.

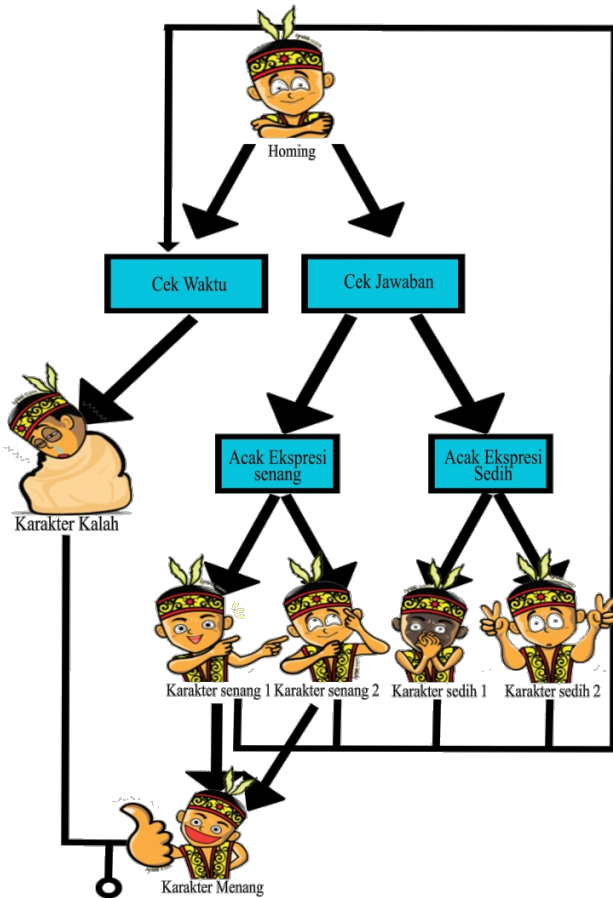
Seperti tampak pada Gbr. 9, karakter dapat memberikan ekspresi senang_1, senang_2, sedih_1, atau sedih_2 secara acak. Probabilitas munculnya ekspresi senang_1 dan sedih_2 lebih besar karena memiliki persentase lebih tinggi yaitu, 60%. Logika FSM membuat notifikasi ini muncul sesuai dengan aksi yang dilakukan pemain. Karakter cilik ini juga dapat bersuara, misalnya mengucapkan “Ayo cari lagi jawaban yang benar!”. Karakter juga dapat berekspresi riang gembira apabila pemain keluar sebagai pemenang, seperti ditunjukkan pada Gbr. 10.

Gbr. 10 adalah *scene* penghargaan yang tampil saat pemain berhasil mencocokkan semua gambar dan kata. *Scene* ini juga tampil saat pemain telah menyelesaikan sepuluh babak permainan (tamat). Antarmuka *game* akan menampilkan karakter cilik yang riang gembira, memberikan kata selamat bagi pemain, dan mengajaknya untuk bermain kembali. Semua animasi dari agen cerdas dibuat sedemikian rupa agar pemain senang memainkan *game* ini, terlebih lagi bagi anak-anak.

C. Pengujian Beta

Pengujian *beta* merupakan uji coba sebuah aplikasi secara *live* di dalam suatu lingkungan yang tidak dapat dikontrol oleh

pengembang [25]. Keefektifan metode pengacakan pada *game* ini diamati untuk berbagai kalangan anak. Pengujian *beta* dilakukan pada tiga orang anak dengan umur beragam. Dilakukan tiga kali tes memainkan *game* ini, sampai tamat ataupun *game over*. Responden A berumur 12 tahun, responden B berumur 11 tahun, sedangkan responden C berumur 8 tahun. Hasil *testing* ditampilkan pada Tabel II.



Gbr. 9 Notifikasi dalam bentuk animasi ekspresi wajah dari karakter cilik, yang merupakan perwujudan dari model FSM.

Dapat dilihat dari Tabel II bahwa babak pertama (b1) adalah babak yang paling mudah, karena rata-rata (\bar{x}) sisa waktu untuk menyelesaikan babak ini berada di angka paling besar yaitu 17 detik. Sedangkan babak yang paling sulit adalah babak ke-10 (b10) dengan rata-rata sisa waktu hanya 1,7 detik. Hal ini dikarenakan banyak pemain yang gagal (*game over*) dengan sisa waktu 0 detik.

Berdasarkan hasil tiga kali pengujian terhadap setiap responden, dari sisi total sisa waktu, pemain A lebih unggul daripada pemain B dan C. Total sisa waktu pemain A adalah $87+13+14=367$ detik, sedangkan pemain B hanya $86+103+113=302$ detik. Namun, dari sisi yang lain, pemain B lebih unggul karena hanya pemain B yang berhasil menyelesaikan semua babak sampai *game* tamat sebanyak dua kali dari tiga kali pengujian. Terlihat hanya pemain B yang mendapatkan satu kali nilai 0 detik di kolom babak b10.

Tabel pengujian ini membuktikan bahwa teknik pengacakan dan probabilitas membuat tantangan di setiap

babak tidak berkurang, karena pemain tidak dapat menghafal posisi pasangan gambar dan kata, walaupun *game* ini dimainkan berulang kali.



Gbr. 10 Scene penghargaan tampil setelah setiap babak diselesaikan.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN BETA

Uji ke-	Sisa waktu (s) per babak (b)										Σ	
	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9	b10		
A	1	20	10	5	7	12	13	15	5	0	0	87
	2	35	20	10	6	10	12	20	10	3	5	131
	3	25	30	5	20	15	7	31	12	4	0	149
B	1	10	5	6	12	6	20	12	6	7	2	86
	2	20	7	8	13	7	22	9	8	9	0	103
	3	21	10	13	15	6	13	16	2	8	9	113
C	1	10	6	5	4	3	9	0	0	0	0	37
	2	9	9	10	8	9	10	11	5	0	0	71
	3	7	14	2	8	2	7	12	0	0	0	52
	\bar{x}	17,	12,	7,1	10,	7,7	12,	14	5,3	3,4	1,7	

Keterangan:

A,B,C = responden

b_n = babak

s = sisa waktu(detik)

\bar{x} = rata-rata sisa waktu

Σ = total sisa waktu

Uji coba juga dilakukan dalam bentuk kuesioner sederhana yang diisi oleh guru dan siswa-siswi sekolah dasar. Dalam penelitian ini, uji coba dilakukan pada dua orang guru dan delapan orang siswa. Pengujian dilakukan pada dua aplikasi “Ajut-ajut Kids” versi A dan versi B, seperti diperlihatkan pada Tabel III. Aplikasi versi A adalah aplikasi yang

menerapkan FSM dengan probabilitas, sedangkan aplikasi B hanya menerapkan FSM biasa pada animasi karakter agennya. Disajikan lima pertanyaan sederhana yang memungkinkan anak-anak dapat mengisinya. Akan tetapi, tetap pertanyaan-pertanyaan ini dirumuskan sesuai standar desain dari pengembangan *edugame* [3]. Pada pertanyaan seperti “Mana yang lebih bagus aplikasi versi A atau versi B?”, jika responden ragu-ragu atau menganggap keduanya sama saja, maka responden dapat memilih pilihan netral. Tujuan kuesioner ini adalah untuk melihat pemain lebih menyukai FSM dengan probabilitas atau tidak. Hasil rekap validasi ditampilkan pada Tabel III.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN MEMBANDINGKAN DUA VERSI APLIKASI DENGAN FSM BERBEDA

Pertanyaan	Jumlah responden setuju			Total Responden
	Ver. A	Netral	Ver. B	
Karakter saat senang	8	2	0	10
Karakter saat sedih	1	6	3	10
Karakter saat <i>game</i> tamat	4	6	0	10
Karakter lebih interaktif	9	1	0	10
Karakter memotifasi	7	2	1	10
Total jawaban setuju	29	17	4	50

Dari hasil pengujian Tabel III, didapatkan jumlah jawaban yang lebih menyenangkan aplikasi versi A (agen cerdas yang menerapkan FSM dengan probabilitas) adalah 29 poin, sedangkan aplikasi versi B (agen cerdas yang hanya menerapkan FSM biasa) hanya empat poin. Maka, dapat diambil perhitungan rata-rata persentase nilai responden yang menyenangkan aplikasi versi A adalah $29 \div 50 \times 100\% = 58\%$, sedangkan yang menyenangkan aplikasi versi B hanya 0,4%, dan nilai netral adalah 34%. Berdasarkan perolehan persentase tersebut, terbukti bahwa pemain lebih menyukai agen cerdas yang menerapkan probabilitas dibandingkan hanya menerapkan FSM saja, karena lebih interaktif dan menarik.

V. KESIMPULAN

“Ajut-ajut Kids” merupakan permainan edukasi (*edugame*) yang dibangun untuk mengenalkan muatan lokal pendidikan bahasa Dayak Benuaq untuk anak-anak. Permainan dibangun mulai dari konsep sampai pengujian dan pendistribusian sesuai tahapan multimedia. Teknik pengacakan diterapkan dalam setiap babak permainan ini untuk mencegah pemain menghafal posisi objek huruf dalam setiap *game*, sehingga *game* menjadi tidak statis dan membosankan. Terbukti dari hasil pengujian *beta*, kesulitan pemain untuk menyelesaikan setiap babak tidaklah berkurang.

Hadirnya agen cerdas dalam permainan ini telah dikonseptkan dalam bentuk karakter cilik berbusana Dayak. Agen cerdas dapat menemani anak bermain layaknya teman pendamping. Dengan menerapkan logika model FSM, agen cerdas dapat

berekspresi senang, sedih, ataupun memberikan semangat saat anak mulai kesulitan dalam memainkan *game* ini. Pengacakan dan probabilitas juga diterapkan dalam logika FSM, membuat karakter lucu pada permainan dapat berinteraksi sesuai logika aksi-reaksi yang kadang kala menjadi acak sesuai gaya bermain pemain. Terbukti dari hasil pengujian, animasi dari ekspresi agen cerdas dengan pengacakan dan probabilitas lebih disukai oleh pemain dibandingkan yang hanya bergerak statis. Hal inilah yang membuat *edugame* dengan agen cerdas lebih interaktif dan natural bagi anak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat dan Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2019.

REFERENSI

- [1] T. Gumilar, “Regional Languages in Indonesian Educational System: a Comparison Study of Javanese, Sundanese and Dayak Languages Teaching Programs,” *Investigationes Linguisticae*, Vol. 33, hal. 29-42, 2015.
- [2] Z. Ji, W.H. Huang, dan X. Zhang, “Design and Implementation of a Game Interface Interaction on Smartphone,” *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, Vol. 34, No. 2, hal. 923-931, 2018.
- [3] S. De Freitas, “Are Games Effective Learning Tools? A Review of Educational Games,” *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 21, No. 2, hal. 74-84, 2018.
- [4] R.L. Lamb, L. Annetta, J. Firestone, dan E.A. Etio, “Meta-Analysis with Examination Of Moderators Of Student Cognition, Affect, And Learning Outcomes While Using Serious Educational Games, Serious Games, and Simulations,” *Computers in Human Behavior*, Vol. 80, hal. 158-167, 2018.
- [5] R. Andrea dan S. Palupi, “Membangun Edugame “Boni Kids-Borneo Animal Kids” Permainan Match-up dengan Teknik Pengacakan Shuffle dan Pengembangan Agen Cerdas dengan Model Finite State Machine (FSM),” *Sebatik*, Vol. 19, No. 1, hal. 6-10, 2018.
- [6] J. Palacios, *Unity 5. x Game AI Programming Cookbook*, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., 2016.
- [7] R. Barrera, *Unity 2017 Game AI Programming-: Leverage the Power of Artificial Intelligence to Program Smart Entities for Your Games*, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., 2018.
- [8] A.S. Kyaw, C. Peters, dan T.N. Swe, *Unity 4.x Game AI Programming*, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., 2013.
- [9] J. Smed dan H. Hakonen, *Algorithms and Networking for Computer Games*, Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2017.
- [10] R. Andrea dan Nurobah, “Combination of Finite State Machine (FSM) and Sugeno Fuzzy for Game Agent in ‘Battle of Etam Earth’,” *Advanced Science Letters*, Vol. 24, No. 11, hal. 8663-8667, 2018.
- [11] A.R. Hakim, R. Andrea, dan D. Antoni. “Membangun Edugame ‘Baby Zoo Puzzle’ Berbasis Android dengan Game Agent Implementasi Finite State Machine,” *Sebatik*, Vol. 16, No. 1, hal. 9-15, 2016.
- [12] A. Rachman, V. Suhartono, dan Y. Purwanto, “Agen Cerdas Animasi Wajah untuk Game Tebak Kata,” *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol. 6, No. 1, hal. 1-8, 2010.
- [13] S. Wijayanti, A. Nurhuda, dan R. Andrea, “Edugame ‘Etam-Tainment’ Pembelajaran Bahasa Kutai dengan Shuffle Random dan Agen Cerdas,” *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, Vol. 7, No. 3, hal. 302-307, 2018.
- [14] M. Lee, “An Artificial Intelligence Evaluation on FSM-Based Game NPC,” *Journal of Korea Game Society*, Vol. 14, No. 5, hal. 127-136, 2014.

- [15] W.D.P. Putra dan W. Setyaningrum, "The Effect of Edutainment Toward Students' Interest in Learning Mathematics," *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1097, No. 1, hal. 1-7, 2018.
- [16] D. Eridani, P.I. Santosa, dan R. Ferdiana, "Implikasi Game Edukasi 2D dan 3D: Mengenal Huruf dan Angka Terhadap Anak," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, Vol. 3, No. 1, hal. 1-5, 2014.
- [17] R. Kurniawan, A. Mahtarami, dan R. Rakhmawati, "Gempa: Game Edukasi sebagai Media Sosialisasi Mitigasi Bencana Gempa Bumi Bagi Anak Autis," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, Vol. 6, No. 2, hal. 174-183, 2017.
- [18] M. Courgeon, C. Clavel, dan J.C. Martin, "Appraising Emotional Events During a Real-Time Interactive Game," *Proceedings of the International Workshop on Affective-Aware Virtual Agents and Social Robots*, 2009, hal. 1-5.
- [19] E.Y. Kim dan D. Ashlock, "Changing Resources Available to Game Playing Agents: Another Relevant Design Factor in Agent Experiments," *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, Vol. 9 No. 4, hal. 321-332, 2017.
- [20] U.K. Patel, P. Patel, H. Hexmoor, dan N. Carver. "Improving Behavior of Computer Game Bots Using Fictitious Play," *International Journal of Automation and Computing*, Vol. 9, No. 2, hal. 122-134, 2012.
- [21] W.P. Subagyo, S.M.S. Nugroho, dan S. Sumpeno, "Simulation Multi Behavior NPCs in Fire Evacuation Using Emotional Behavior Tree," *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, 2016, hal. 184-190.
- [22] M. Kopel, dan T. Hajas, "Implementing AI for Non-player Characters in 3D Video Games," *Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems*, 2018, hal. 610-619.
- [23] V. Krishnan, *Probability and Rrandom Processes*, Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2015.
- [24] V.K. Rohatgi, dan A.M.E. Saleh, *An Introduction to Probability and Statistics*, Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2015.
- [25] B.B. Agarwal, S.P. Tayal, dan M. Gupta, *Software Engineering and Testing*, Burlington, USA: Jones & Bartlett Learning, 2010.