

GAME EDUKASI SENYAWA IONIK SEBAGAI ALTERNATIF MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN *FINITE STATE MACHINE*

Retnani Latifah^{1, *)}, Ilham Azis²⁾, Rita Dewi Risanty³⁾

^{1, 2, 3)} Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Indonesia 10510

^{*}Corresponding Author: retnani.latifah@umj.ac.id

Abstrak

Senyawa ionik merupakan salah satu bentuk senyawa kimia yang memiliki muatan dan berjumlah cukup banyak sehingga beberapa orang kesulitan untuk mempelajari. Meskipun beberapa game edukasi kimia sudah dikembangkan, namun yang berfokus pada senyawa ionik cukup jarang ditemukan. Demikian juga dengan game edukasi kimia yang memanfaatkan adanya agen cerdas untuk membuat game menjadi lebih interaktif dan bertipe petualangan. Penelitian ini mengembangkan suatu game edukasi senyawa ionik berbasis android yang memiliki sebuah agen cerdas sebagai non-player character (NPC) yang perilaku otomatisnya dirancang menggunakan metode Finite State Machine (FSM). Dari hasil pengujian diperoleh bahwa agen cerdas sudah berjalan sesuai dengan rancangan FSM dan semua fungsi juga bekerja sesuai harapan dengan kendala minor. Selain itu, responden juga menyebutkan bahwa game ini dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran dengan reliabilitas kuesioner mencapai 0,854, walaupun tingkat kemudahannya masih perlu ditingkatkan.

Kata kunci: game edukasi; senyawa ionik; finite state machine; senyawa kimia

Abstract

Ionic compound is a compound in chemistry which has electrical charges. It is great in numbers thus make it difficult for some people to learn. Although several chemistry education games have been developed, but the one focusing on ionic compound is still lacking. The same apply for games with intelligent agents to make it more interactive and adventurous. This study developed an android based ionic compound games which use an intelligent agent as non-player character (NPC) using Finite State Machine method to design the automatic movements. This agent is able to work properly according to the design and all functions in the game are working as what to be expected despite the minor issues. In addition, respondents who took part in testing claimed that the game could be used as alternative learning media with 0,854 reliability on the questionnaire, although it is necessary for level of convenience to improve.

Keywords: educational game; ionic compounds; finite state machine; compounds

1. Pendahuluan

Belajar kimia merupakan hal yang penting, terutama bagi yang mempelajari teknologi, hal ini dikarenakan memahami kimia adalah hal yang esensial dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknik, namun kimia agak sulit untuk dipelajari termasuk bagi mahasiswa perguruan tinggi[1]. Dalam mempelajari kimia, beberapa siswa maupun mahasiswa mengalami kesulitan [2][3]. Pada suatu penelitian [4] menyatakan bahwa pembelajaran dengan metode yang sudah ada seperti menggunakan buku adalah kurang efektif (67%). Saat ini di bidang pendidikan sudah banyak menggunakan media pembelajaran selain buku, seperti cerita kartun berbasis multimedia [5], maupun berbagai aplikasi berbasis *game*.

Game edukasi atau *game-based learning* adalah *game* yang digunakan untuk proses belajar yang dirancang untuk menstimulasi daya pikir [1][4]. Salah satu *game* edukasi yang sudah dikembangkan di Indonesia terutama untuk bidang kimia adalah *boardgame* kimia berbasis android [6], teka-teki silang tentang hidrokarbon[7], *mobile game* pembelajaran laju kimia [8], rpg *game* tentang redoks dan tata nama senyawa[9], *game* tebak kata unsur kimia [3], *game* tembakan unsur kimia [10], *game* pengenalan unsur kimia [11], dan *game* pengenalan unsur dan senyawa kimia [4]. Secara umum *game-game* tersebut meningkatkan kemampuan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan di dalam *game* atau efektif digunakan untuk pembelajaran [3][4][6][9][10].

Dari penelitian-penelitian mengenai *game* edukasi kimia tersebut, pengembangan *game* yang membahas tentang senyawa ionik dan menggunakan konsep *game* petualangan, masih jarang ditemukan. Salah satu materi kimia dasar yang perlu untuk dipelajari adalah mengenai senyawa kimia yang merupakan gabungan dari unsur-unsur kimia. Senyawa kimia memiliki beberapa tipe senyawa asam, basa, garam, dan ionik. Senyawa ionik merupakan ion-ion yang bergabung karena suatu ikatan kimia. Ikatan kimia merupakan topik yang abstrak karena tidak bersinggungan dengan kehidupan manusia serta tidak bisa dilihat secara kasat mata [12].

Penelitian ini mengembangkan *game* edukasi senyawa kimia ionik dengan kekhususan pengenalan senyawa kation, anion dan senyawa garam. Pemilihan senyawa ini dikarenakan senyawa-senyawa tersebut berjumlah cukup banyak, sehingga perlu waktu untuk mengingat dan membedakan setiap senyawa. Dikarenakan *game* merupakan *game* petualangan, sehingga diperlukan adanya rintangan seperti karakter musuh yang merupakan sebuah NPC (*non-player character*). NPC dapat diatur sebagai agen cerdas, sehingga NPC dapat memberikan reaksi atau respon secara otomatis. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merancang perilaku otomatis tersebut adalah dengan menggunakan *Finite State Machine* (FSM) [11], [13]–[17].

Beberapa penggunaan FSM pada penelitian sebelumnya adalah untuk merancang *reward* secara dinamis [13][14], merancang perubahan karakter [14], merancang perilaku musuh [11], dan merancang perilaku NPC protagonis [15][16][17]. *Game* edukasi senyawa kimia ionik yang dikembangkan ini hampir mirip dengan *game* yang dikembangkan pada [11]. Perbedaannya ada pada misi dan tujuan *game* yaitu *game* tersebut memiliki misi untuk mengumpulkan unsur-unsur kimia yang berhubungan dengan pertanian, sedangkan *game* yang dikembangkan ini bertujuan untuk mengenali senyawa ionik kation, anion dan senyawa garam.

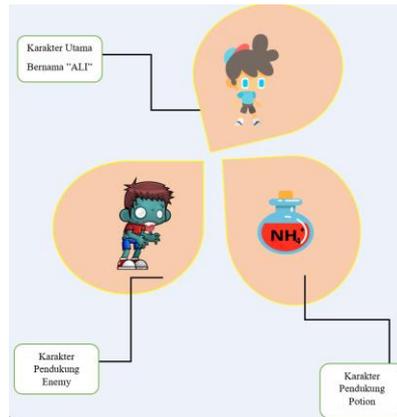
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan penelitian yaitu pembuatan konsep dan alur *game*, perancangan FSM, implementasi dan pengujian *game*.

2.1 Konsep dan Alur Game

Konsep dari *game* edukasi senyawa ionik ini adalah *game* petualangan dimana pemain akan menjalankan karakter yang disebut sebagai *player* untuk menyelesaikan misi. Misi yang harus diselesaikan adalah mengambil senyawa ionik yang tepat yang digambarkan sebagai *potion* (ramuan). Senyawa ionik yang digunakan adalah 67 senyawa kation, 68 senyawa anion dan 14 senyawa garam. Pengambilan *potion* dengan senyawa yang tepat akan menyebabkan penambahan nilai.

Game dibagi menjadi 3 level dengan level 1 dan 2 memiliki dua *scene* (latar permainan) yang berbeda. Setiap level berfokus pada senyawa ionik tertentu, misal level 3 adalah tentang senyawa garam sehingga apabila *player* mengambil *potion* dengan senyawa yang salah, maka poin yang didapatkan akan berkurang. Selain karakter *player* dan *potion*, karakter yang penting lainnya adalah NPC musuh yang digambarkan sebagai zombie. NPC ini akan bergerak secara otomatis sesuai state yang dirancang menggunakan FSM. Gambar karakter yang penting pada *game* ini dapat dilihat pada Gambar 1.

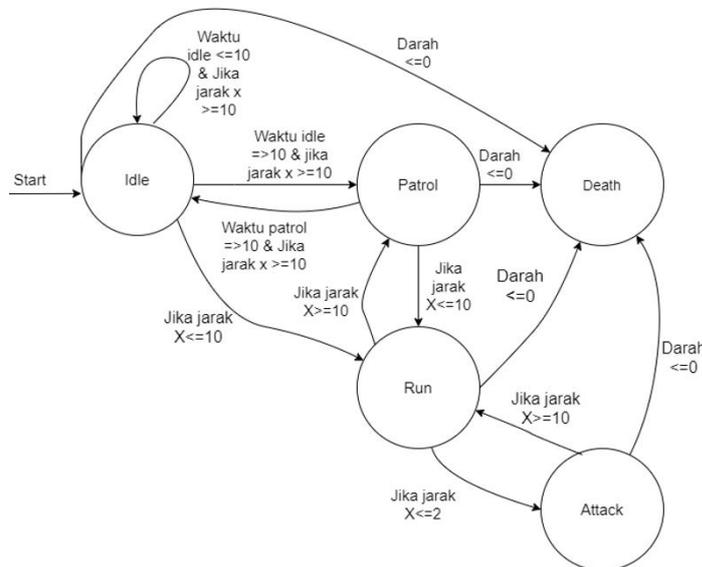


Gambar 1. Karakter pada Game Edukasi Senyawa Ionik

Secara umum alur cerita *game* adalah pada saat *player* masuk dan memilih level, maka *player* memiliki misi untuk diselesaikan. Untuk bisa sukses maka *player* harus memiliki poin minimum 60 dan sampai di akhir scene. Pengambilan senyawa yang benar akan menambah poin (+10), jika salah maka poin berkurang (-5). *Player* kemudian berjalan menyusuri *scene*, mencari *potion* dengan senyawa yang tepat serta menghindari jebakan dan musuh. Jika ada jebakan, maka *player* harus menghindari dan jika ada musuh maka *player* dapat menyerah musuh sampai musuh mati. Jika terkena musuh maka poin *player* akan berkurang. Permainan akan berakhir jika *player* terjatuh atau terkena jebakan atau poin habis.

2.2 Perancangan Finite State Machine

FSM merupakan metodologi untuk merancang sistem pengontrol yang menggambarkan perilaku ataupun cara kerja sistem menggunakan tiga komponen yaitu *state* (keadaan), *event* (kejadian) dan *action* (aksi) [15][16]. Sistem akan berada pada salah satu *state* yang aktif dan kemudian berpindah *state* jika mendapatkan input tertentu serta memberikan aksi yang sesuai. Pada penelitian ini FSM digunakan untuk merancang pergerakan otomatis dari musuh (*zombie*), dimana diagram FSM dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Finite State Machine Zombie

NPC zombie di *game* ini akan berperan sebagai agen cerdas dimana pada awalnya karakter tersebut akan berada di *state idle*. Apabila jarak dengan *player* menjadi ≤ 10 dan waktu *idle* sudah lebih dari 10 detik maka zombie akan berpindah ke *state patrol* dan bergerak ke kanan dan ke kiri untuk memberi rintangan pada *player*. Jika jarak dengan *player* ≤ 10 ,

baik dari *state idle* maupun *patrol*, maka *zombie* akan berlari ke arah *player*. *Zombie* akan diserang jika jarak dengan *player* ≤ 2 dan jika diserang maka energi, yang direpresentasikan sebagai darah, akan berkurang dan mati jika nilai darah ≤ 0 .

2.3 Implementasi dan Pengujian Game

Game dibangun menggunakan *Unity 3D Engine*, yang merupakan *software* yang dapat didapatkan secara gratis, berbasis grafis 2 dimensi. Untuk beberapa pembuatan latar dan karakter juga digunakan beberapa *software photo editing*. Setelah *game* selesai dibangun, *game* dapat digunakan secara gratis¹¹. Pengujian *blackbox* terhadap *game* edukasi senyawa ionik ini dilakukan menggunakan dua *smartphone* dengan spesifikasi yang berbeda. Selain itu *game* edukasi ini juga diuji kepada mahasiswa teknik kimia untuk mengetahui apakah *game* dapat dijadikan alternatif pembelajaran serta untuk mengetahui pengalaman yang dirasakan saat menggunakan *game*. Pengujian dilakukan pada bulan Juli 2020.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi *game* edukasi senyawa kimia yang memiliki 3 level. Tampilan setiap *scene* di setiap level dapat dilihat pada Gambar 3. Level 1 digunakan untuk mengenali senyawa kation, level 2 untuk mengenali senyawa anion dan level 3 untuk mengenali senyawa garam. Simbol plus (+) yang diikuti dengan *bar* adalah energi dari *player*, gambar *poiton* di bawahnya menunjukkan poin dari pengambilan senyawa. Tombol bulat di pojok bawah kanan dan kiri digunakan untuk menggerakkan *player*. Tombol dengan simbol kanan atau kiri digunakan untuk menggerakkan *player* ke kanan dan ke kiri. Simbol di kanan bawah paling atas digunakan untuk membuat *player* melakukan *sliding* yang bisa digunakan untuk menghindari rintangan. Di bawahnya adalah tombol untuk menyerang *zombie* dan tombol di sebelah *zombie* digunakan untuk melompat.



Gambar 3. Tampilan Level pada Game Edukasi Senyawa Ionik

Aplikasi *game* senyawa ionik ini kemudian dilakukan pengujian. Pengujian yang pertama adalah pengujian *blackbox* menggunakan dua *smartphone* dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Smartphone* pertama menggunakan android versi Pie (9.0) dengan RAM 3GB dan resolusi 2280 x 1080 pixel.
2. *Smartphone* kedua memiliki android versi Nougat (7.1), RAM 2GB dan resolusi 1280 x 720p

Tabel 1. Hasil Pengujian Blackbox

No	Item yang diuji	Hasil
1	Loading splash screen	Tidak ada perbedaan yang berarti dan keduanya tampil dalam waktu 5 detik
2	Melihat menu utama, menu belajar, menu bermain, menu pengaturan dan menu tentang	Semua tombol untuk ke menu-menu tersebut bekerja dengan baik di kedua smartphone
3	Memulai game di setiap level	Smartphone dengan android nougat agak terlambat 2-3 detik dalam menampilkan scene game di setiap level
4	Memilih tombol pada menu belajar	Semua tombol, baik itu tombol kation, anion, senyawa garam, dan cara bermain dapat menampilkan tampilan sesuai yang seharusnya
5	Memilih tombol pada saat game sedang berjalan	Tombol misi, pause, resume dan option, keduanya tidak mengalami permasalahan. Hanya saja pada saat memilih quit saat melakukan pause terdapat perbedaan 2 detik untuk menampilkan menu utama, dari kedua smartphone
6	Menekan tombol kanan dan kiri untuk bermain	Saat ditekan dapat menyebabkan karakter bergerak ke kanan atau kiri sesuai tombol, di kedua smartphone. Namun, agar karakter dapat bergerak dengan lancar maka pengguna perlu menekan dan menahan tombol, jika tidak maka karakter akan berjalan secara terpatah-patah
7	Menekan tombol melompat saat bermain	Kedua smartphone menunjukkan tidak ada permasalahan saat pengguna menekan tombol melompat untuk melompat secara vertikal, maupun saat mengkombinasikan tombol tersebut dengan arah ke kanan kiri untuk melompat melewati rintangan. Jika tombol lompat ditekan secara terus-menerus maka lompatan akan tidak beraturan dan karakter tidak berjalan secara normal.
8	Menekan tombol slide saat bermain	Dengan mengkombinasikan tombol slide dan tombol kanan atau kiri, maka karakter dapat melakukan sliding sesuai arah tombol di kedua smartphone
9	Menekan tombol attack saat bermain	Kedua smartphone menunjukkan bahwa tombol ini dapat berfungsi dengan baik dan musuh akan mati jika tombol attack ditekan secara terus-menerus
10	Misi permainan	Kedua smartphone menunjukkan tampilan dan respon yang benar untuk misi yang benar maupun salah. Respon untuk misi yang selesai atau gagal juga sudah sesuai dengan harapan.
11	Menguji state pada finite state machine	Kedua smartphone menunjukkan bahwa state idle, attack, patrol, dead dan run sudah sesuai dengan aturan yang ada di finite state machine

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan dua smartphone yang berbeda spesifikasinya, tidak ada perbedaan yang berarti dari tampilan game edukasi senyawa ionik. Selain itu semua fungsi juga dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa delay yang terjadi, tidak terlalu signifikan dan tidak mempengaruhi pengalaman bermain. NPC zombie juga diketahui dapat bergerak sesuai hasil rancangan FSM yang sudah dibuat. Dengan merancang sebuah finite state machine, implementasi untuk membuat karakter menjadi sebuah agen cerdas menjadi lebih terarah.

Pengujian yang kedua adalah pengujian penerimaan pengguna (User Acceptance Test/ UAT) yang dilakukan terhadap mahasiswa Teknik Kimia. Responden yang memberikan umpan balik sebanyak 18 orang yang sebagian besar berumur 18 – 21 tahun. Sekitar 58,8% dari mereka telah mempelajari senyawa kimia selama 4 – 6 tahun. Pengujian UAT dilakukan dengan meminta responden untuk mengunduh dan melakukan instalasi game di smartphone masing-masing. Setelah itu, responden mengisi kuesioner dari link yang sudah diberikan.

Dari hasil kuesioner dapat diketahui bahwa media pembelajaran yang paling banyak digunakan adalah pembelajaran di kelas dan melalui buku teks / modul seperti. Jumlah responden yang menggunakan video pembelajaran juga setengah dari keseluruhan responden. Namun, jumlah mahasiswa yang memantapkan game atau aplikasi VR/AR hanya ada satu. Hasil keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Sebaran Media Pembelajaran Kimia yang Digunakan

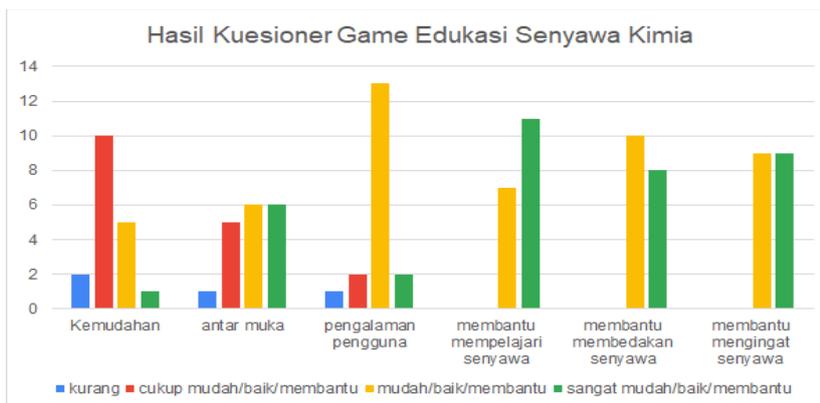
Sebelum melakukan evaluasi terhadap game yang telah dikembangkan, dilakukan juga pengujian apakah ada keterhubungan antara sering bermain game dengan dapat menyelesaikan level pada game serta memudahkan permainan. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa tingkat keseringan bermain game tidak memiliki korelasi secara signifikan terhadap penyelesaian suatu level di game dan terhadap opini responden terkait kemudahan dalam memainkan game dimana kedua nilai $p > 0,5$. Dari tabel juga dapat diketahui bahwa yang memiliki korelasi signifikan adalah faktor membaca petunjuk sebelum bermain dengan penyelesaian game, dimana korelasinya cukup dan berarah negatif dengan $p = 0,045$. Untuk faktor membaca petunjuk di tengah game dan membaca rangkuman jenis-jenis senyawa, keduanya tidak memiliki korelasi signifikan terhadap penyelesaian level game dan kemudahan memainkan permainan.

Tabel 2. Korelasi Kepemilikan Pengetahuan dengan Penyelesaian dan Kemudahan Game

	sering bermain game		membaca petunjuk sebelum bermain		membaca petunjuk ditengah game		membaca jenis-jenis senyawa	
	corr	p	corr	p	corr	p	corr	p
Level game dapat diselesaikan	-0,119	0,64	-0,478	0,045	-0,395	0,104	-0,1	0,693
kemudahan memainkan game	0,105	0,679	-0,345	0,16	-0,215	0,391	0,17	0,5

Untuk fungsionalitas dari game edukasi senyawa ionik, diketahui nilai reliabilitas kuesioner pada item pertanyaan terkait fungsionalitas game adalah sebesar 85,4% dengan menggunakan *Cronbach Alpha*. Pertanyaan-pertanyaan fungsionalitas yang ditanyakan

meliputi kemudahan menggunakan game, opini terkait desain antar muka, pengalaman yang dirasakan setelah menggunakan game, serta apakah game dapat membantu mempelajari, mengingat dan membedakan senyawa kimia. Dari hasil kuesioner diketahui bahwa *game* cukup mudah digunakan (52,6%) dan memiliki antar muka yang baik dan sangat baik (63,2%). Sekitar 68,4% responden juga menyatakan bahwa pengalaman yang dirasakan dalam menggunakan *game* adalah baik dan sangat baik. Sebanyak 61% responden menyatakan *game* edukasi senyawa kimia ini sangat membantu dalam mempelajari senyawa kimia. Selain itu 52,6% dari responden juga menyatakan bahwa *game* edukasi senyawa kimia dapat membantu dalam membedakan kation, anion dan senyawa garam dengan sisanya menyatakan *game* ini sangat membantu. *Game* ini juga dianggap membantu mengingat senyawa apa saja yang termasuk ke dalam kation, anion dan senyawa garam. Grafik keseluruhan hasil dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Kuesioner *Game* Edukasi Senyawa Ionik sebagai Alternatif Media Pembelajaran

Semua responden menyatakan bahwa *game* yang dikembangkan dapat menjadi alternatif untuk mempelajari senyawa ionik kation, anion dan senyawa garam. Hal ini juga didukung dari responden yang merasa terbantu untuk mempelajari, membedakan dan mengingat senyawa-senyawa ionik tersebut. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian-penelitian *game* edukasi kimia sebelumnya yang menyebutkan bahwa kemampuan pembelajar meningkat setelah menggunakan *game* edukasi.

Meskipun demikian, *game* ini masih terdapat beberapa kekurangan yaitu tingkat kemudahan penggunaan *game* masih di level cukup. Hal ini dikarenakan tidak semua orang bermain *game* petualangan sehingga beberapa orang mungkin mengalami sedikit kendala saat mengoperasikan *game*. Di sisi lain, latar *game* cukup sederhana bagi mereka yang suka bermain *game* petualangan sehingga pengguna mungkin akan merasa bosan setelah beberapa kali bermain. Dalam perkembangan selanjutnya, *game* ini dapat memanfaatkan penggunaan metode kriptografi seperti kurva eliptik diffie-helman[18] untuk meningkatkan keamanan dari *game*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah mengembangkan sebuah *game* petualangan untuk mengenali senyawa ionik kation, anion dan senyawa garam dimana player memiliki misi untuk menemukan senyawa yang tepat. *Game* ini memiliki sebuah agen cerdas yang berperan sebagai musuh yang mana reaksinya dibangun berdasarkan rancangan FSM yang sudah dibuat dan sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Semua fungsi-fungsi yang ada pada *game* juga dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, hanya saja ada beberapa tombol atau fungsi yang menyulitkan pengguna yang tidak terbiasa bermain *game*. Namun, untuk yang terbiasa, *game* ini tidak terlalu menantang. Dari responden diketahui bahwa *game* dapat menjadi alternatif media pembelajaran untuk mempelajari, mengingat dan membedakan senyawa ionik dengan reliabilitas kuesionernya adalah 0,854 atau 85,4%.

Referensi

- [1] A.-N. Lay and K. Osman, "Developing 21 st Century Chemistry Learning through Designing Digital Games," *J. Educ. Sci. Environ. Heal.*, vol. 4, no. 1, 2018, doi: 10.21891/jeseh.387499.
- [2] J. Winter, M. Wentzel, and S. Ahluwalia, "Chairs!: A Mobile Game for Organic Chemistry Students to Learn the Ring Flip of Cyclohexane," *J. Chem. Educ.*, vol. 93, no. 9, pp. 1657–1659, 2016, doi: 10.1021/acs.jchemed.5b00872.
- [3] D. Handayani and R. Agustini, "Pengembangan Permainan Tebak Kata sebagai Media Pembelajaran pada Materi Kimia Unsur," *Unesa J. Chem. Educ.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [4] D. Harwanto *et al.*, "Aplikasi Game Edukasi Pengenalan Unsur Dan Senyawa Kimia," vol. 14, no. 1, pp. 63–70, 2019, doi: 10.35793/jti.14.1.2019.23838.
- [5] D. A. Maryanto, I. Mulyana, and A. Qur, "Penerapan Teknik Neuro Language Programe Of Metaphor pada Media Pembelajaran Fisika Melalui Cerita Kartun Berbasis Multimedia," *J. Komputasi J. Ilm. Komput. dan Mat.*, vol. 13, no. 2, 2016.
- [6] S. Wardani, L. Lindawati, and S. B. W. Kusuma, "The development of inquiry by using android-system-based chemistry board game to improve learning outcome and critical thinking ability," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 6, no. 2, pp. 196–205, 2017, doi: 10.15294/jpii.v6i2.8360.
- [7] A. Mardiah and S. A. Akbar, "Kerjasama Siswa Dalam Pembelajaran Melalui Media Game Edukasi (TTS Kimia)," *J. Pendidik. Kim.*, vol. 1, no. December, pp. 147–150, 2017.
- [8] U. Cahyana, M. Paristiowati, M. F. Nurhadi, and S. N. Hasyrin, "Studi Tentang Motivasi Belajar Siswa Pada Penggunaan Media Mobile Game Base Learning Dalam Pembelajaran Laju Reaksi Kimia," *JTP-Jurnal Teknol. Pendidik.*, vol. 19, no. 2, pp. 143–155, 2017.
- [9] M. N. Wildana, "Keefektifan Desain Media Role Playing Games Berbasis Android Pada Materi Redoks Dan Tata Nama Senyawa," *J. Inov. Pendidik. Kim.*, vol. 14, no. 1, pp. 2524–2535, 2020.
- [10] N. Fatimah and R. Hidayah, "International Journal of Active Learning The Development of CIHOE Game As A Learning Media In The Elemental Chemistry Material," *Int. J. Act. Learn.*, vol. 6, no. 2, pp. 49–57, 2021, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>.
- [11] H. Tito, Bimantoro1, Hanny, "Pemodelan Perilaku Musuh Menggunakan Finite State Machine (FSM) Pada Game Pengenalan Unsur Kimia," *Appl. Intell. Syst.*, vol. Vol.1, No., no. 3, pp. 210–219, 2016.
- [12] A.- Yasthophi and P. S. Ritonga, "MISKONSEPSI MAHASISWA MENGENAI IKATAN ION DALAM SENYAWA NaCl," *Konfigurasi J. Pendidik. Kim. dan Terap.*, vol. 1, no. 2, p. 195, 2018, doi: 10.24014/konfigurasi.v1i2.4306.
- [13] H. Haryanto, "Reward Dinamis dalam Skenario Adaptif Menggunakan Metode Finite State Machine pada Game Edukasi," *J. Appl. Intell. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 144–153, 2016.
- [14] A. Fauzi and A. Ariesta, "Penerapan Metode Finite State Machine Pada Pembuatan Map Dungeon Pada Game Rpg ' Temukan Jalanmu ,'" vol. 15, no. 2, pp. 107–114, 2019.
- [15] 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.
- [16] B. Armedianto Putro, J. Dedy Irawan, and S. Adi Wibowo, "Kombinasi Metode Finite State Machine Dan Fuzzy Pada Game Escape From Punk Hazard," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 71–78, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3276.
- [17] M. K. Aulia, A. Mahmudi, and S. Achmadi, "Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game Pandemic Nightmare Berbasis Android," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 291–298, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.uksw.edu/jms/article/view/4432>.
- [18] A. Saepulrohman and T. P. Negara, "Implementasi Algoritma Tanda Tangan Digital Berbasis Kriptografi Kurva Eliptik Diffie-Hellman," *J. Ilm. Ilmu Komput. dan Mat.*, vol. 18, no. 1, pp. 22–28, 2021.

