

Penerapan multiplicative congruent random number generator pada objek game dalam game 3D “Letters Hijaiyah”

Mohamad Arif Abdul Syukur^{1*}, Rivaldi Tri Wijayanto², Fakhar Muhammad Hidayat³, Fresy Nugroho⁴, Juniardi Nur Fadila⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

e-mail: * 200605110044@student.uin-malang.ac.id

Kata Kunci:

game; edukasi; kecerdasan buatan; RNG; MCRNG

Keywords:

game; education; artificial intelligence; Random Number Generator; MCRNG

ABSTRAK

Penelitian ini mencoba merancang sebuah permainan dengan menerapkan kecerdasan buatan Multiplicative Congruential Random Number Generator. Random Number Generator (RNG) adalah program untuk menghasilkan urutan angka atau simbol yang tidak beraturan. Pada penelitian ini Random Number Generator yang digunakan adalah Multiplicative Congruential Random Number Generator (MCRNG) pada Game objek huruf Hijaiyah untuk menghasilkan objek yang muncul secara acak dan tidak beraturan, sehingga pemain tidak akan mudah memilih objek. Penggunaan generator ini dimaksudkan agar pemain mendapatkan tantangan dalam memilih benda hijaiyah yang bendanya keluar secara acak. Hasil dari penelitian ini adalah game 3D berbasis edukasi yang menyenangkan dengan menerapkan Algoritma Pembangkit Bilangan Acak Perkalian Kongruen sehingga objek huruf hijaiyah muncul secara acak dan pemain dapat memilih huruf hijaiyah sesuai dengan perintah dari sistem. Sehingga game yang dibuat tidak membuat pemain bosan untuk memainkan game ini dan secara tidak langsung pemain melakukan kegiatan pembelajaran tentang huruf hijaiyah.

ABSTRACT

This study tries to design a game by applying artificial intelligence Multiplicative Congruential Random Number Generator. Random Number Generator (RNG) is a program for generating an irregular sequence of numbers or symbols. In this study, the Random Number Generator used is the Multiplicative Congruential Random Number Generator (MCRNG) on the Hijaiyah letter object Game to produce objects that appear randomly and irregularly, so that players will not easily choose objects. The use of this generator is intended so that players get a challenge in choosing hijaiyah objects whose objects come out randomly. The result of this research is a fun educational-based 3D game by applying the Congruential Multiplicative Random Number Generating Algorithm so that hijaiyah letter objects appear randomly and players can choose hijaiyah letters according to the commands from the system. So that the games made will not make players bored to play this game and players indirectly carry out learning activities about hijaiyah letters.

Pendahuluan

Game termasuk sebagian besar kemajuan teknologi yang menyebabkan adanya generasi muda yang disebut sebagai “game generation”(Games & Learning, n.d.). Oleh karena itu, generasi masa depan sudah kecanduan teknologi sehingga membutuhkan



This is an open access article under the CC BY-NC-SA license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

pendekatan yang berbeda dalam dunia pembelajaran. Kini manusia telah mampu mengembangkan aplikasi modern, begitu juga dengan industri game saat ini. Bahkan industri game saat ini saling bersaing dalam mengembangkan produknya masing-masing di pasar lokal maupun internasional(Nasol, 2013).

Perlu adanya inovasi yang lebih menarik dalam pembuatan game disertai dengan rasa ingin tahu anak yang sangat tinggi, sehingga membutuhkan media yang cerdas. Sebagian besar dari berbagai media sudah memiliki teknologi yang di dalamnya terdapat kecerdasan. Jadi tidak ada salahnya menerapkan kecerdasan buatan dalam pembuatan game, baik itu game 2D maupun game 3D(Milak et al., 2020).

Unsur pendidikan seperti matematika, pengetahuan umum, bahkan sosial kemasyarakatan dapat dimasukkan ke dalam permainan. Dengan demikian kita dapat membuat atau mengembangkan game yang di dalamnya terdapat unsur edukasi, sehingga game yang dibuat dapat dijadikan sebagai pembelajaran berupa game game atau aplikasi game dan sebagainya. Pendidikan di sini tidak hanya membentuk otak manusia yang cerdas dan terampil dalam melaksanakan tugas, tetapi juga menghasilkan manusia yang berbudi pekerti luhur, sehingga akan melahirkan generasi-generasi unggul di masa yang akan datang(Rahayu & Fujiati, 2018).

Random Number Generator (RNG) Algoritme adalah program atau alat untuk menghasilkan urutan angka atau simbol yang tidak beraturan. Sistem ini diterapkan di berbagai bidang, seperti: sampel statistik, simulasi komputer, kriptografi, bahkan untuk desain(Andrinan et al., 2021).

Multiplicative Congruential Random Number Generator adalah algoritma yang digunakan untuk mengacak sesuatu. Algoritma ini merupakan salah satu jenis algoritma Random Number Generator (RNG) yang dikemukakan oleh D. H. Lehmer pada tahun 195. Bilangan acak adalah bilangan yang tidak dapat diprediksi. Bilangan acak yang dihasilkan komputer merupakan bilangan acak semu (Pseudo Random Numbers) karena menggunakan rumus matematika. Pada metode Perkalian, nilai m (modulo) dipilih menjadi bilangan bulat dan kata yang cukup besar yang digunakan dalam komputer. Keuntungan dari metode Multiplicative adalah mempercepat kecepatan pengacakan objek, karena memerlukan beberapa operasi sehingga nantinya pemain akan mendapatkan objek yang keluar berbeda(Nurhasan & Purnomo, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini dirancang dan dibangun sebuah Game Huruf Hijaiyah berbasis 3D dan bergenre edukasi yang menyenangkan dengan menerapkan AI di dalamnya. Penelitian ini berfokus pada pengembangan game yang menerapkan Multiplicative Congruential Random Number Generator sebagai AI (Artificial Intelligence) pada Game Object huruf hijaiyah yang berfungsi membangkitkan objek hijaiyah secara acak.

Rumusan masalah yang menjadi pokok bahasan penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun Game Huruf Hijaiyah 3D, bagaimana menerapkan Multiplicative Congruential Random Number Generator (MCRNG) untuk Objek Game pada objek hijaiyah yang muncul secara acak.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah game 3D “Surat Hijaiyah” menggunakan metode GDLC (Game Development Life Cycle), menerapkan Multiplicative Congruential Random Number Generator pada Game Object huruf hijaiyah sehingga muncul secara acak. Sehingga pemain tidak akan merasa bosan dalam permainan ini.

Metode

RNG (Random Number Generator)

Random Number Generator (RNG) adalah algoritma yang menghasilkan angka acak yang tidak dapat diprediksi, artinya angka berikutnya yang keluar dari pemrosesan algoritma tidak mungkin diprediksi. Dalam hal ini penulis menggunakan algoritma pembangkit bilangan acak bawaan dari aplikasi Unity, dengan menggunakan fungsi Random Range pada vektor(Andrinan et al., 2021).

Untuk memperoleh bilangan acak pada zaman dahulu biasanya dilakukan dengan cara melempar dadu dan mengocok kartu, sedangkan pada zaman modern yaitu pada tahun 1940-an ke atas, bilangan acak dapat diperoleh dengan cara membentuk bilangan acak secara numerik atau aritmatika dengan menggunakan komputer. Angka acak harus memiliki distribusi yang seragam (0,1) dan tidak berkorelasi dengan angka, menghasilkan cepat, penyimpanan tidak besar, periode besar dan dapat direproduksi karena kemungkinan angka acak akan dihasilkan berulang kali(Pemodelan et al., 2010).

Angka acak adalah angka yang kemunculannya tidak dapat diprediksi dan tidak ada perhitungan yang benar-benar dapat menghasilkan serangkaian angka acak sempurna. Angka acak yang dihasilkan oleh komputer adalah angka acak semu karena menghasilkan rumus matematika. Bilangan acak dapat dibangkitkan dalam pola tertentu yang disebut distribusi mengikuti fungsi distribusi yang ditentukan(Hidayat, 2011).

Sifat-sifat pembangkitan bilangan acak semu adalah Independent, Seragam, Padat dan Efisien. Independen, yaitu setiap variabel harus bebas dari kondisi. Seragam adalah distribusi umum (distribusi probabilitas) dan sama untuk semua kuantitas yang dikeluarkan atau diambil. Padat adalah Distribusi Probabilitas Kepadatan yang harus mengikuti persyaratan probabilitas (antara 0 dan 1). Efisien yaitu dapat dikatakan cukup sederhana dan dalam menggunakan metode ini harus terlebih dahulu memilih angka-angka untuk variabel yang sesuai(Pemodelan et al., 2010).

LCG (Linear Congruential Generator)

Menurut I Putu Gede Budayasa & Gusde Prayatna, (2013) Bilangan acak yang dihasilkan oleh program komputer merupakan bilangan acak semu, hal ini dikarenakan proses pembangkitannya menggunakan operasi aritmatika. Algoritma atau metode telah banyak digunakan untuk membangkitkan bilangan acak. Algoritma Linear Congruential Generator (LCG) merupakan salah satu metode pembangkitan bilangan acak yang banyak digunakan dalam program komputer(Perbawa, 2022).

Metode Linear Congruential Generator digunakan untuk membangkitkan bilangan acak dengan distribusi yang seragam. Kunci pembangkit adalah benih yang

biasa disebut umpan. LCG memiliki periode tidak lebih besar dari modulus (m) dan dalam kebanyakan kasus kurang dari itu. LCG memiliki periode penuh ($m-1$) jika memenuhi kenaikan (c) relatif terhadap m . perkalian (a) $a-1$ habis dibagi semua faktor dari m . $a-1$ adalah kelipatan 4 jika m adalah kelipatan 4. Modulusnya lebih dari nilai maksimum a,c dan seed. Faktor pengalinya lebih dari nol dan kenaikannya juga lebih dari nol(Triwibowo et al., 2022).

Penentuan konstanta LCG (a , c , dan m) sangat menentukan diperoleh tidaknya bilangan acak yang diperoleh dalam arti diperoleh bilangan acak seolah-olah tidak ada pengulangan. Pedoman pemilihan a , c , dan m untuk mewujudkan panjang siklus maksimum yaitu $m = 2b$, dimana b ditentukan berdasarkan jumlah bit per kata dalam komputer yang digunakan, karena kebanyakan komputer menggunakan 32 bit, maka angka 31 adalah nomor yang merupakan pilihan tepat atau cocok. Kenaikan (c) dan modulus (m) sehingga faktor persekutuan terbesar adalah 1 (satu-satunya bilangan bulat positif yang membagi m dan c adalah 1). Faktor pengali (a) = $1 + 4k$, di mana k adalah bilangan bulat. Panjang siklus maksimum yang dapat dicapai LCG adalah m . LCG dapat mencapai panjang siklus penuh lebih dari 21 miliar angka acak(Ramadhan et al., 2015). Algoritma Linear Congruential Generator diusulkan oleh D. H. Lehmer pada tahun 1949 yang ditentukan oleh 4 bilangan bulat(Nur Fadila, 2014), termasuk modulus (m), faktor pengali (a), kenaikan (c) dan bilangan awal (Z_0).

Bentuk rumus Linear Conruential Generator :

$$Z_i = (aZ_{i-1} + c) \bmod m \quad (1)$$

$$R_i = Z_i / m \quad (2)$$

Z_i = angka acak-i dari deret

Z_{i-1} = angka acak sebelumnya

a = faktor pengali

c = pertambahan

m = modulus

R_i = bilangan acak i [0,1]

Kunci generatornya adalah Z_0 yang disebut juga umpan (seed).

MCRNG (Multiplicative Congruential Random Number Generation)

Pada penelitian ini menggunakan Multiplicative Congruential Random Number Generator untuk algoritma kecerdasan buatan pada objek hijaiyah dalam game yang berfungsi agar objek hijaiyah yang muncul tidak dapat diprediksi oleh pemain sehingga objek hijaiyah akan muncul secara acak dan tidak dapat diprediksi. Angka acak adalah angka yang muncul tanpa memprediksi nilai apa yang muncul dan kapan muncul. Biasanya digunakan untuk menggambar sesuatu atau untuk enkripsi password. Dahulu angka acak diperoleh dengan cara melempar dadu atau mengocok kartu namun sekarang angka acak dapat diperoleh dengan cara membentuk angka acak secara

numerik dengan menggunakan komputer yang disebut dengan “Pseudo Random Number” atau biasa disebut dengan bilangan acak semu(Pemodelan et al., 2010).

Bilangan acak yang dihasilkan komputer merupakan bilangan acak semu karena menggunakan rumus matematika. Sehingga pada hakikatnya tidak ada perhitungan yang benar-benar sempurna untuk menghasilkan deret bilangan acak. Banyak metode atau algoritma yang dapat digunakan untuk membangkitkan bilangan acak. Salah satunya adalah Multiplicative Congruential Random Number Generation yang merupakan pengembangan dari metode atau algoritma Linear Congruential Generators(Krisdiawan, 2018). Jika kenaikan nilai Linear Congruential Generator (c) adalah 0 maka algoritma ini disebut Multiplicative Congruential Generator. Jadi bentuk semu dari Multiplicative Congruential Generator adalah sebagai berikut(Sweetser & Wiles, 2002).

Bentuk rumus Multiplicative Congruential Random Number Generator :

$$Z_i = (aZ_{i-1}) \bmod m \quad (3)$$

$$R_i = Z_i / m \quad (4)$$

Z_i = angka acak-i dari deret

Z_{i-1} = angka acak sebelumnya

a = faktor pengali

m = modulus

R_i = bilangan acak i [0,1]

Kunci generatornya adalah Z_0 yang disebut juga umpan (seed).

Pembahasan

Penelitian yang akan dikembangkan menggunakan metode GDLC (Game Development Life Cycle) dengan media pembelajaran berbasis game yang bertujuan untuk menghasilkan produk baru melalui proses pengembangan yang terintegrasi dengan kegiatan penelitian. GDLC merupakan proses pengembangan game yang menerapkan pendekatan iteratif yang terdiri dari enam fase, yaitu inisialisasi, praproduksi, produksi, pengujian (pengujian alfa dan pengujian beta), dan terakhir rilis(Enstein et al., 2022).

Tabel 1. Hasil Random Generate Untuk Lokasi Hijaiyah.

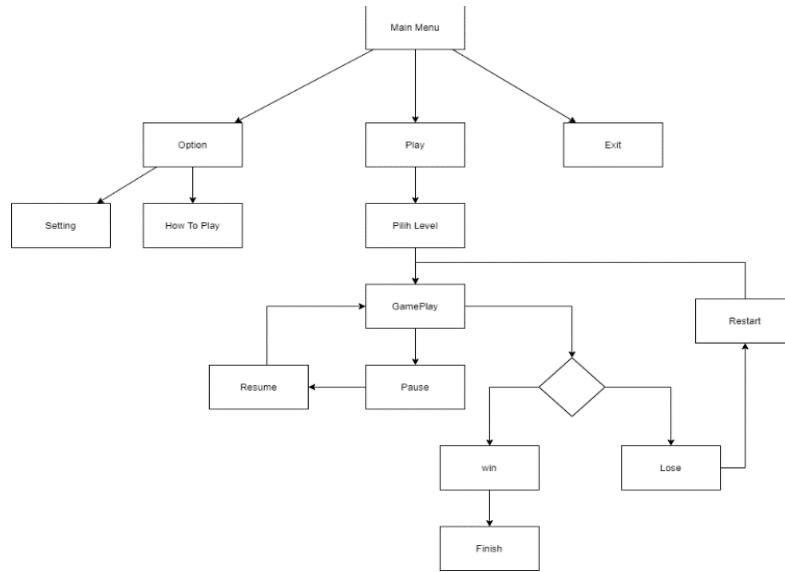
Second	Track				
	Track 1	Track 2	Track 3	Track 4	Track 5
1	a				

2			ta		
3		ba			
4				ja	
5					tsa
6			ba		
7		ja			
8				a	

Overview Game

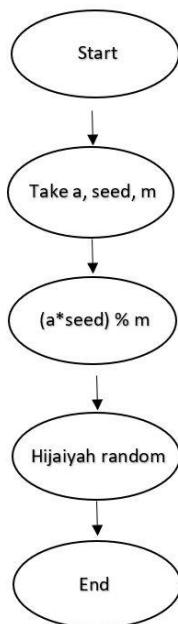
Perjalanan seorang anak ke masjid untuk mengaji dan Guru menugaskannya untuk menghafal huruf hijaiyah. Sehingga ditengah perjalanan anak memasuki dunia imajinasinya untuk menghafal huruf hijaiyah. Dan akhirnya anak masuk ke dalam permainan Letters Hijaiyah. Pertama, pemain hanya memiliki 3 nyawa untuk memainkan permainan ini, kemudian pemain disuruh memilih beberapa huruf hijaiyah. Jika pilihan yang dipilih salah maka nyawa pemain akan berkurang dan jika pilihan pemain benar maka pemain akan mendapatkan 10 poin. Jika pemain telah memperoleh 100 poin maka permainan akan diubah ke level berikutnya. Di dalam permainan, pemain akan diberikan pertanyaan berupa benda hijaiyah yang harus dipilih dan untuk dapat menyelesaikan permainan pemain harus mengumpulkan 100 poin untuk setiap level hingga semua level selesai. Jika pemain menjawab dengan benar sesuai urutan maka point akan bertambah, namun jika jawaban pemain salah maka nyawa pemain akan berkurang. Jika nyawa pemain habis, permainan berakhir.

Game Play Design



Gambar 1. Alur Permainan Letters Hijaiyah.

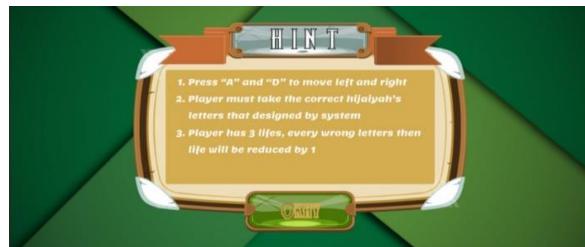
Alur permainan dibuat mulai dari tampilan menu utama setelah itu pada menu utama akan ada pilihan tiga tombol yang akan menuju ke tampilan masing-masing tombol. Tombol pertama adalah tombol Option. Pada tombol pilihan akan masuk ke tampilan pengaturan dan tampilan cara bermain yang berisi tentang pengaturan permainan dan cara permainan dimainkan oleh pengguna(Anggraini et al., 2021). Kemudian tombol yang kedua adalah tombol Play pada tombol play yang akan masuk ke pilihan level dimana jika pemain baru memainkan permainan tampilan pertama hanya ada level satu jika ingin lanjut ke level berikutnya maka pemain harus memenangkan level satu terlebih dahulu . Lalu masuk ke Gameplay jika Pause akan masuk ke Resume dan kembali ke Gameplay dan di Gameplay ini ada cabang jika Kalah maka akan masuk ke Restart dan kembali ke Gameplay sedangkan jika Menang maka permainan akan selesai dan masuk ke Finish(Nugroho et al., 2021).

**Gambar 2.** Algoritma MCRNG.

Pada Gambar 2 diatas terdapat flowchart mcrng yang setelah dijalankan maka proses selanjutnya adalah pengambilan data atau input data. Data a merupakan data yang diambil sebagai fungsi pengali. Pada penelitian ini fungsi pengali yang digunakan adalah $a = 6$. Kemudian nilai seed adalah nilai yang dijadikan sebagai umpan yang diambil dari waktu yang diperoleh dengan menggunakan deltaTime pada aplikasi unity yang digunakan untuk perancangan game. Kemudian m data merupakan data modulus yaitu nilai konstanta yang ditentukan adalah $m = 19$. Setelah itu proses selanjutnya adalah memasukkan rumus algoritma mcrng itu sendiri dengan cara mengalikan nilai a dengan nilai seed dan modulus m (Nugroho & Kurniawan, 2012). Maka nilai hijaiyah acak akan keluar dan proses terakhir selesai (Yusuf Ansori et al., 2021).

**Gambar 3.** Menu Awal.

Pada menu awal terdapat tampilan seperti pada Gambar 2 anak kecil mengaji dan juga tiga tombol yaitu New Game, How to Play dan Exit. Tombol New game digunakan untuk menuju pilihan level yang nantinya akan digunakan untuk memainkan game Huruf Hijaiyah(Wahyudi et al., 2022). Tombol Cara Bermain digunakan untuk melihat bagaimana permainan dimainkan. Dan terakhir tombol exit adalah tombol untuk keluar dari game(Erwanto, 2014).



Gambar 4. Informasi Cara Permainan

Pada tampilan Gambar 4 terdapat tampilan yang menunjukkan aturan cara bermain game yang akan dirancang. Tekan pertama "A" dan "D" untuk bergerak ke kiri dan ke kanan. Kedua, pemain harus mengambil huruf hijaiyah yang benar yang dirancang oleh sistem. Dan yang ketiga adalah pemain memiliki 3 nyawa, setiap salah huruf maka nyawa akan terhapus 1.



Gambar 5. Level Permainan

Pada Gambar 5, ini merupakan tampilan level dimana terdapat level-level yang dimainkan. Jika level satu sudah dimainkan maka level dua akan terbuka, begitu seterusnya hingga level terakhir.



Gambar 6. Permainan

Pada Gambar 6 diatas terdapat tampilan karakter, word building, game path dan juga objek game hijaiyah dan atribut lainnya dimana game tersebut sudah bisa dimainkan. Pada ikon bintang adalah jumlah poin yang diperoleh pemain. Ikon penyembuhan menunjukkan kehidupan pemain. Dan untuk find adalah perintah dimana pemain harus memilih objek hijaiyah sesuai dengan urutannya, seperti contoh pada Gambar 5 di atas adalah huruf alif.



Gambar 7. Pemain Menang

Pada Gambar 7 ini merupakan gambar jika pemain telah menang dalam suatu permainan maka karakter pemain akan bereaksi seperti pada Gambar 6 diatas.

Kesimpulan dan Saran

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah bahwa game yang dibuat dapat membuat proses bermain, keluar bahkan game yang dibuat menjadi sangat menyenangkan. Metode pengacak menggunakan Algoritma Pembangkitan Bilangan Acak Kongruensial Multiplikatif mampu mengolah indeks namun masih terdapat kelemahan ketika digunakan dengan parameter yang sama sehingga posisi indeks yang diacak akan sama. Multiplicative CRNG dapat dikatakan sebagai algoritma yang baik dan cocok digunakan sebagai generator untuk mengacak objek game dan pertanyaan dalam game. Karena menghasilkan teka-teki pada soal dan juga objek hijaiyah yang akan dipilih. Sehingga permainan yang dimainkan tidak monoton dan menyenangkan.

Daftar Pustaka

- Andrinan, M. A., Siswo, A., Ansori, R., & Dinimaharawati, A. (2021). Pembuatan Artificial Intelligence Pada Game Ucing Beling Menggunakan Algoritma Random Number Generator Artificial Intelligence Making in Ucing Beling Game Using. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 6370–6377.
- Anggraini, A. N., Fadila, J. N., & Nugroho, F. (2021). Rancang Bangun Game 2D “Finding Tajwid” Dengan Metode Finite State Machine Menggunakan Software Unity Hub. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(1), 88–93. <http://repository.uin-malang.ac.id/9514/>
- Enstein, J., Citra, U., Vera, B., Bulu, R., Roswita, B., & Nahak, L. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Bilangan Pangkat dan Akar menggunakan Genially. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 02(01), 101–109.
- Erwanto, H. B. (2014). *Navigasi player untuk pencarian obstacle pada game sepeda menggunakan metode Pathfinding A*.
- Games, I. C., & Learning, F. (n.d.). *Suciati: Implementing Computer Games in Formal Learning*. 258–267.
- Hidayat, T. R. (2011). *Random Number Generation*. 15(13509070).
- Krisdiawan, R. A. (2018). Implementasi Model Pengembangan Sistem Gdlc Dan Algoritma Linear Congruential Generator Pada Game Puzzle. *Nuansa Informatika*, 12(2), 1–9.
- Milak, A. S., Hidayat, E. W., & Aldya, A. P. (2020). Penerapan Artificial Intelligence pada Non Player Character Menggunakan Algoritma Collision Avoidance System dan Random Number Generator pada Game 2D “Balap Egrang.” *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 985.
- Nasol, R. R. (2013). *Fuzzy State Machine (FUSM) sebagai pengontrol player dalam game Assyuhada*. <http://etheses.uin-malang.ac.id/7540/>
- Nugroho, F., Basid, P., & ... (2021). Desain Serious Game Pendidikan Islam Dan

- Lingkungan Hidup Untuk Madrasah Ibtidaiyah. ... on Innovation and ..., Ciastech, 483–492. <http://repository.uin-malang.ac.id/10078/>
- Nugroho, F., & Kurniawan, F. (2012). Permainan bergenre Petualangan (Adventure Game) Berbasis Android Dengan Konten Pembelajaran Huruf Hijaiyah / Bahasa Arab. Proceeding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik 2012 “Teknologi Untuk Mendukung Pembangunan Nasional ”, 1, 403–407.
- Nur Fadila, J. (2014). Aplikasi Permainan Asteroid Shooter Menggunakan Mcrng Dan a* Sebagai Algoritma Randoming Spawn Dan Pencarian Objek Berbasis Mobile Skripsi.
- Nurhasan, U., & Purnomo, B. (2022). Terapan Mcrng Sebagai Generator Acak Untuk Game. *Jurnal SAINTEKOM*, 12(1), 1–11.
- Pemodelan, M. K., Ke-, P., & Riani, L. (2010). Pembangkit Bilangan Acak. 1–30.
- Perbawa, K. A. (2022). Application of Linear Congruential Generator (LCG) Algorithm in Android Based Mathematics Education Game Penerapan Algoritma Linear Congruential Generator (LCG) dalam Game Edukasi Matematika Berbasis Android. *Jurnal Komputer, Informasi Dan Teknologi*, 2(1), 47–56.
- Rahayu, S. L., & Fujiati, F. (2018). Penerapan Game Design Document dalam Perancangan Game Edukasi yang Interaktif untuk Menarik Minat Siswa dalam Belajar Bahasa Inggris. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(3), 341.
- Ramadhan, K., Astuti, L. W., & Verano, D. A. (2015). Game Edukasi Tebak Gambar Bendera Negara Menggunakan Metode Linear Congruential Generator (LCG) Berbasis Android. *Jurnal Informatika Global*, 6(1), 27–32.
- Sweetser, P., & Wiles, J. (2002). Current AI in Games: A Review. *Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems*, 8(1), 24–42.
- Triwibowo, D. N., Purwono, Ashari, I. A., Sandi, A. S., & Rahman, Y. F. (2022). Enkripsi Pesan Menggunakan Algoritma Linear Congruential Generator (LCG) dan Konversi Kode Morse. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 3(3), 194–201.
- Wahyudi, I., Fadilah, J. N., & Nugroho, F. (2022). Perancangan Game Pair Matching untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah Menggunakan Unity Game Engine Unity. 4(2), 139–146.
- Yusuf Ansori, Juniardi Nur Fadila, & Fressy Nugroho. (2021). Pembuatan Game 2D Susun Terjemah Kosa Kata Bahasa Arab dengan Memanfaatkan Library A* Karya Aron Granberg. *Jurnal Informatika Polinema*, 7(4), 13–18. <http://repository.uin-malang.ac.id/9779/>