

Implementasi Metode *Linear Congruential Generator (Lcg)* Dalam Game *Puzzle Fossil Berbasis Hand Tracking* (Studi Kasus: Museum Purba Unit Bukuran)

Fahrul Hidayat¹⁾, Setiyowati^{2*)}, Hasman Budiadi³⁾, Andriani Kusumaningrum⁴⁾

¹⁾ S1-Informatika, STMIK Sinar Nusantara

^{2,3)} D3-Sistem Informasi, Universitas Tiga Serangkai

⁴⁾ D3-Sistem Informasi Akuntansi, Universitas Tiga Serangkai

¹⁾ 20530014.fahrul@sinus.ac.id, ²⁾ setiyowati@tsu.ac.id, ³⁾ hasman@tsu.ac.id, ⁴⁾ andriani@tsu.ac.id

ABSTRACT

In the digital era, the use of interactive technology is increasingly widespread, including in the fields of education and entertainment. This study aims to develop a fossil Puzzle Game based on Hand Tracking at the Museum Purba Unit Bukuran using the Linear Congruential Generator (LCG) method to generate varied and random challenges. The implementation of LCG in this Game is expected to enhance the variation and randomization of Puzzle pieces, providing a more engaging and immersive learning experience for visitors. The Hand Tracking method is chosen to offer a more natural and intuitive interaction, allowing users to interact with the Game using hand gestures without the need for additional devices such as a mouse or keyboard. This technology not only increases user comfort but also adds an interactive element that brings the virtual experience closer to reality. The results of the study show that the use of LCG successfully randomizes Puzzle pieces with great variation, thus increasing the Game's replayability. Additionally, the integration of Hand Tracking in the Game enhances user engagement and satisfaction. Trials conducted on a group of museum visitors showed positive responses, with the majority of participants finding the Game enjoyable and interactive.

Keyword: Puzzle Game, Linear Congruential Generator (LCG), Hand Tracking

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sensor dan pemrosesan citra telah membuka peluang baru dalam pengembangan permainan interaktif, terutama dalam konteks pengenalan gerakan manusia. Salah satu teknologi yang menarik perhatian adalah *Hand Tracking*, yang memungkinkan sistem untuk melacak gerakan tangan pengguna tanpa memerlukan perangkat keras tambahan. *Hand Tracking* memungkinkan sistem secara real-time mengidentifikasi arti dari pergerakan tangan manusia. Hal ini membuka peluang sangat luas untuk membuat aplikasi yang lebih intuitif (Khasyi Atisomya -, 2023).

Dalam konteks pembangunan permainan *Puzzle* fosil di Museum Purba Unit Bukuran, penggunaan *Hand Tracking* menjadi pilihan yang menarik. Museum Purba Unit Bukuran memiliki koleksi fosil yang kaya dan beragam, yang menjadi fokus utama pengalaman pengunjung. Namun, untuk meningkatkan interaktivitas dan daya tarik pengunjung, diperlukan pendekatan inovatif yang memanfaatkan teknologi terkini. Dengan memanfaatkan *Hand Tracking* menggunakan kamera webcam, permainan *Puzzle* fosil dapat dirancang untuk memungkinkan pengunjung berinteraksi langsung dengan elemen permainan menggunakan gerakan tangan mereka. Pendekatan ini tidak hanya memberikan pengalaman interaktif yang lebih alami, tetapi juga meminimalkan hambatan penggunaan perangkat tambahan, sehingga memperluas jangkauan pengguna yang potensial.

Puzzle fosil dipilih sebagai subjek permainan karena keterkaitannya dengan koleksi museum purba. Penggunaan metode *Linear Congruential Generator (LCG)* dalam pembangunan permainan menambah dimensi keunikan dengan memanfaatkan pendekatan matematis untuk menghasilkan elemen-elemen permainan secara acak. Pendekatan ini memungkinkan variasi yang tak terduga dalam pengalaman permainan, menjaga keunikan

dan tantangan yang konsisten bagi pengguna. Metode *Linear Congruential Generator (LCG)* dinilai cocok untuk diterapkan dalam pengacakan gambar *Puzzle* saat *Game* dimulai karena dapat membangkitkan bilangan acak yang sederhana (Diana Nawang Safitri, Iskandar Fitri, 2021)

Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian dengan membuat *Game Puzzle* berbasis *Hand Tracking* menggunakan metode *Linear Congruential Generator (LCG)* dalam pengacakan posisi kepingan gambar dari *Game* tersebut. Diharapkan Penelitian yang menggabungkan konsep permainan *Puzzle* fosil, metode *LCG*, dan *Hand Tracking* di Museum Purba Unit Bukuran memiliki potensi untuk menjadi kontribusi yang berharga dalam pengembangan teknologi pembelajaran interaktif serta meningkatkan daya tarik museum sebagai destinasi wisata edukatif di era digital.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Game dan Puzzle*

Kata "permainan" dalam bahasa Inggris berarti "permainan" atau "pertandingan", atau bisa diartikan sebagai aktivitas terstruktur yang biasanya dimainkan untuk bersenang-senang. Namun, beberapa game bertujuan untuk meningkatkan keterampilan, seperti game teka-teki, *puzzle*, dan cerdas-cermat, antara lain. (Putra & Harianto, 2018).

Puzzle adalah jenis permainan yang biasanya menggunakan potongan (*piece*), dan pemain diminta untuk memindahkan potongan (*piece*) secara bebas. *Puzzle* biasanya memiliki potongan (*piece*) dengan bentuk yang kompleks, sehingga selama kita berusaha mencocokkan gambar, kita juga harus mencocokkan bentuk sambungannya. Permainan *puzzle* ini menampilkan berbagai jenis gambar yang telah dipotong secara acak menjadi beberapa potongan. Tugas pemain adalah mengembalikan potongan-potongan tersebut menjadi gambar utuh. (Putra & Harianto, 2018).

Game Puzzle adalah jenis permainan yang melatih kemampuan pemain dalam memecahkan teka-teki atau tantangan mental lainnya. Pemain sering dihadapkan pada berbagai jenis teka-teki, seperti teka-teki logika, teka-teki matematika, teka-teki ruang, atau teka-teki manipulasi objek. Tujuan utama dari game *puzzle* adalah untuk meningkatkan kemampuan pemain untuk berpikir kritis, kreatif, dan memecahkan masalah. Beberapa game *puzzle* juga dapat menggabungkan elemen naratif atau cerita untuk meningkatkan pengalaman permainan. *Puzzle game* adalah jenis permainan yang menantang ingatan dan kreativitas pemain dengan mendorong mereka untuk mencoba memecahkan masalah, tetapi juga menyenangkan karena dapat dimainkan berulang kali. (Yunanto, 2021).

2.2 *Linier Congruential Generator*

Pembangkit Bilangan Acak Kongruen-Lanjar, juga dikenal sebagai *Linear Congruential Generator*, adalah pembangkit bilangan acak yang teorinya sederhana, mudah dipahami, dan mudah digunakan (Rakhmawati, 2020). *LCG* digambarkan dalam hubungan berikut.

$$X_n = (aX_{n-1} + c) \text{ mod } m$$

Dimana:

X_n = bilangan acak ke-n dari deretnya

X_{n-1} = bilangan acak sebelumnya

a = faktor pengali

c = increment

m = modulus

Penelitian yang dilakukan oleh (Alyuda Saputra S, 2023) Penggunaan Algoritma *Linear Congruential Generator (LCG)* dalam Aplikasi Susun Kata Pengenalan Budaya di

Indonesia menunjukkan hasil yang sangat baik dalam pengacakan soal dan huruf. Nilai soal, nilai faktor pengali, dan nilai peningkatan LCG sangat penting untuk nilai variabel konstanta (a , c , Z_i , dan m) dan it

Penelitian yang dilakukan oleh (Diana Nawang Safitri, Iskandar Fitri, 2021) Implementasi Metode *Linear Congruential Generator* pada Game Puzzle Kesenian Tari: Metode LCG dianggap cocok untuk game puzzle karena berfungsi untuk mengacak potongan gambar puzzle pada awal permainan, meskipun terjadi pengulangan beberapa kali. Game puzzle ini dapat membantu pengguna belajar lebih banyak tentang tari Jawa.

2.3 Black Box Testing

Pengujian fungsionalitas yang dikenal sebagai "pengujian *Black Box*" digunakan untuk mengetahui apakah semua fungsi perangkat lunak berjalan dengan benar dan memenuhi persyaratan fungsional yang telah ditetapkan. (Fahrezi et al., 2022).

2.4 Hand Tracking

Dalam teknik pengawasan dan gerakan tangan, pengawasan tangan dilakukan pada objek tangan manusia. Sumber video untuk pengawasan tangan adalah video yang dihasilkan secara real-time oleh webcam yang menunjukkan gerakan tangan seseorang. Setelah mendeteksi gerakan tangan seseorang, komputer atau webcam dapat membaca dan menerima gerakan arah dari orang tersebut. (Fadli et al., 2022).

2.5 Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang serbaguna, mudah dipahami, dan dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan pengembangan perangkat lunak. Salah satu *Game* yang di buat yakni *Game* menggunakan bahasa pemrograman Python yang menjadi bahasa pemrograman terpopuler ke-3 pada tahun 2023 Menurut stack overflow developer survey (2023) serta modul yang bernama *PyGame*. *PyGame* merupakan salah satu modul pengembangan *Game* yang populer dan digunakan secara luas dalam komunitas pengembang Python. Melalui *PyGame*, seorang pengembang dapat dengan mudah membuat permainan yang interaktif serta menarik. (I Komang Setia Buana, 2020)

2.6 Game Development Document

Game Design Document adalah sebuah bentuk dokumentasi pembuatan game pada tahap pra productions dalam pengembangan game, yang biasanya berisi tentang design game yang berfokus kepada elemen-elemen seperti genre permainan, gameplay, game mekanik/konvensional, alur cerita, karakter, tantangan, faktor kesenangan, aspek teknis. (Yunanto, 2021)

2.7 User Acceptance Testing (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah pengujian yang dilakukan oleh pengguna akhir, yaitu staf atau karyawan perusahaan yang langsung berinteraksi dengan sistem. UAT bertujuan untuk memverifikasi apakah fungsi-fungsi dalam sistem telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Setelah tahap sistem testing selesai, *acceptance testing* memastikan bahwa perangkat lunak memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Pengguna akhir memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa semua fungsionalitas yang relevan telah diuji. *Acceptance testing* umumnya bertujuan untuk menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kriteria yang telah ditentukan. (Wulandari et al., 2023)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Inisiasi

Inisiasi merupakan fase awal di mana ditentukan jenis permainan yang akan dikembangkan, karakter yang akan dihadirkan, dan cara bermainnya. Ini adalah konsep dasar dari sebuah *Game*. Pada tahap ini terdiri dari beberapa hak termasuk : menentukan jenis *Game*, konsep permainan yang diinginkan, mengidentifikasi karakter-karakter yang akan terlibat, serta menentukan fitur-fitur utama yang akan ada dalam permainan.

3.2 Pra Produksi

Pra Produksi adalah fase dalam pengembangan *Game* yang menitikberatkan pada pengembangan ide dan konsep permainan. Tujuan Pra Produksi adalah untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang permainan yang akan dibuat, serta menetapkan jadwal yang jelas tahapan pembuatan *Game*, termasuk perancangan permainan dan pembuatan prototype. Pada tahap ini terdiri dari Penulisan Storyboard, Pembuatan desain Interface *Game*, Pemilihan gambar untuk *Puzzle*, dan Pemilihan Sound Effect.

3.3 Produksi

Setelah tahap pra produksi langkah selanjutnya adalah memasuki fase produksi. Difase ini saatnya menuangkan semua ide dan konsep menjadi sebuah permainan. Algoritma yang digunakan dipertandingan ini adalah Linear Congruential Generator (LCG) yang dimana untuk pengacakan potongan *Puzzle* yang ada.

Semua tool yang dibutuhkan pada pembuatan *Game* ini harus kompatibel, supaya proses yang dijalankan dapat diolah menjadi aplikasi *Game*. Hasil perhitungan juga akan dimasukkan di dalam kode program menggunakan bahasa pemrograman python untuk script *Game*. Pada tahap ini terdiri dari Coding *Game*, Mengintegrasikan coding dan asset, Evaluasi *Game*. Pada tahap produksi terdiri dari:

a. Versi Alpha

Versi alpha adalah fase dimana *Game* itu sudah bisa dimainkan tetapi tidak lengkap. Di fase ini hanya menuangkan beberapa tingkat yang dapat dimainkan seperti pengecekan *Game* dan level yang ada didalamnya. Pada tahap ini terdiri dari Pengujian *Game* versi alpha, Memperbaiki bug/ kerusakan di dalam *Game*, Evaluasi *Game*.

b. Versi Beta

Versi beta adalah fase dimana semua *Game* sudah siap. Artinya, *Game* versi beta ini sudah full *Game*, setelah *Game* ini selesai dibuat dilakukan beberapa pengujian. Untuk menguji fungsional dari *Game* yang telah dibangun menggunakan Blackbox. pengujian kompatibel terhadap device diuji dengan beberapa perangkat PC (personal komputer). Pada tahap ini terdiri dari Pengujian *Game* versi beta, Memperbaiki bug/ kerusakan di dalam *Game*, Evaluasi *Game*.

c. Versi Peluncuran

Di versi ini *Game* sudah dapat dimainkan oleh user dalam hal ini pengunjung museum purba unit Bukuran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Sistem

Tahap pra-produksi adalah tahap dalam pembuatan *game* yang berfokus pada ide dan konsep dalam pembuatan *game* yang bertujuan memperoleh gambar jelas tentang konsep pengembangan *game*. Pada tahap ini di hasilkan sebagai berikut:

a. Narasi

Game Fossil berbasis *Hand Tracking* ini memperkenalkan Fossil dan juga rekontruksi manusia purba yang pernah di temukan di sekitar area Museum Purba Unit Bukuran.

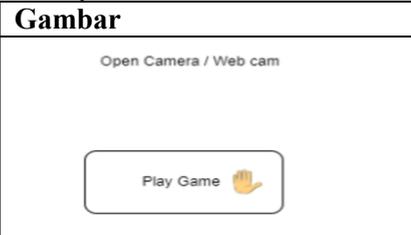
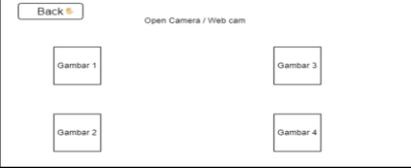
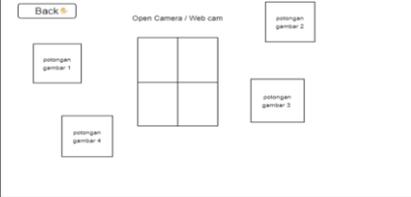
b. Misi *Game*

Game ini mempunyai misi utama yaitu menyelesaikan *Puzzle* dengan cara menyusun kepingan *Puzzle* Fossil kebagian kotak kosong yang sudah disediakan.

c. *Storyboard*

Storyboard merupakan penggambaran atau sketsa yang disusun secara berurutan yang sesuai dengan alur cerita dari *game*. Storyboard *Game Fossil* berbasis *Hand Tracking* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Storyboard

No	Gambar	Keterangan
1		Halaman ini merupakan tampilan awal ketika aplikasi dijalankan dimana kamera akan dijalankan secara otomatis untuk pemrosesan <i>Hand Tracking</i> . Arahkan tangan ke <i>button</i> atau gambar play game untuk memulai permainan.
2		Halaman ini merupakan tampilan dimana kita akan memilih gambar untuk dimainkan, mulai dari gambar satu sampai empat dengan mengarahkan tangan ke gambar yang di pilih. Arahkan tangan ke gambar atau <i>button</i> back untuk kembali ke menu awal.
3		Pada halaman ini pemain dapat mengarahkan atau menggeser gambar menggunakan tangan tanpa harus menyetuh layar kedalam kotak yang sudah di sediakan sesuai tempatnya untuk menyelesaikan <i>game</i> . Arahkan tangan ke gambar atau <i>button</i> back untuk kembali ke menu awal.
4		Pada halaman ini ketika semua kepingan <i>Puzzle</i> sudah disusun dengan benar maka gambar full dari <i>Puzzle</i> akan ditampilkan dan <i>game</i> sudah selesai dimainkan. Arahkan tangan ke gambar atau <i>button</i> back untuk kembali ke menu awal.

4.2 Target Pemain

Target pemain dalam *Game Puzzle* fosil Berbasis *Hand Tracking* ini adalah seluruh kalangan masyarakat tanpa batasan umur khususnya pengunjung museum Purba Unit Bukuran.

a. Perancangan Gambar *Puzzle*

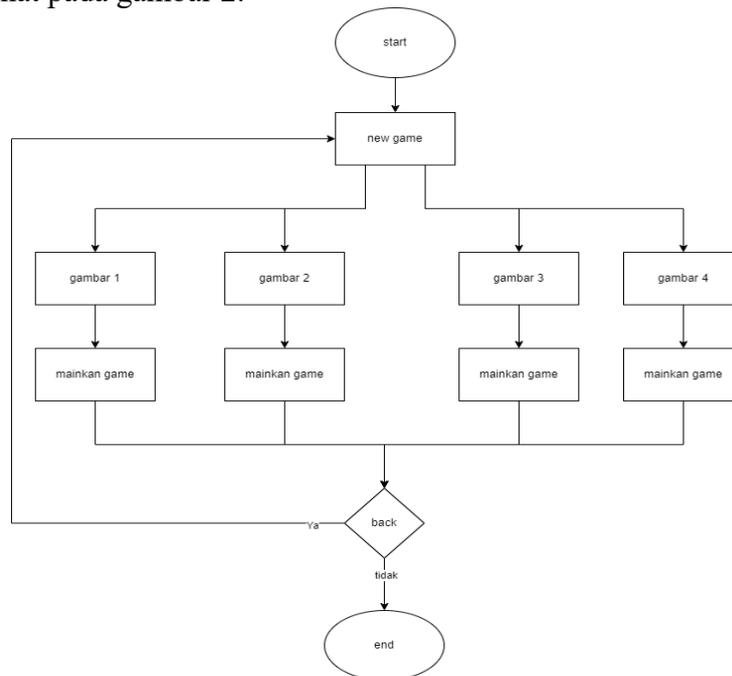
Gambar yang akan digunakan dalam *Game Puzzle* fosil ini adalah gambar temuan fosil kepala dari manusia purba dan juga rekontruksi dari hasil temuan tersebut, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Gambar *Puzzle*

b. Flowchart Sistem

Berikut adalah flowchart dari *Game Puzzle* fosil berbasis *Hand Tracking* yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Sistem

c. Implementasi Sistem

1) Implementasi Tampilan *Play Game*

Implementasi tampilan awal (*Play Game*) ini akan tampil pertama ketika aplikasi dijalankan, kamera perangkat secara otomatis dijalankan dan akan muncul *button play Game* di layar. Arahkan tangan ke *button play Game* untuk masuk ke menu pemilihan gambar *Puzzle* yang akan dimainkan. Implementasi dari tampilan menu awal (*Play Game*) dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Tampilan *Play Game*

2) Implementasi Menu Pilihan Gambar

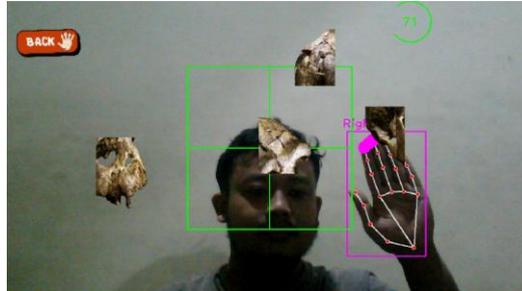
Implementasi tampilan menu pilih gambar berisi gambar yang dapat dipilih oleh pemain untuk di mainkan. Arahkan tangan ke gambar yang tersedia untuk memainkan *game puzzle* fosil berbasis *Hand Tracking* ini. Implementasi dari tampilan menu pilih gambar dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Pilih Gambar

3) Implementasi *Game Puzzle*

Pada tampilan menu ini pemain dapat memainkan *Game Puzzle* fosil dengan cara menggeser kepingan gambar *Puzzle* ke dalam kotak yang tersedia sesuai letak kepingan gambar tanpa harus menyentuh layar. Implementasi dari tampilan menu utama (*Game Puzzle*) dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Tampilan *Game Puzzle*

4) Implementasi Tampilan Akhir *Game*

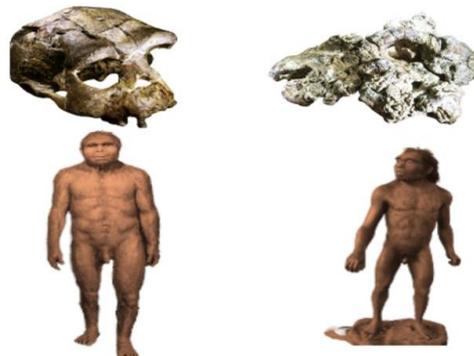
Ketika semua kepingan *Puzzle* sudah selesai di susun maka akan muncul gambar *Puzzle* secara utuh dan *Game* sudah selesai di mainkan. Apabila ingin bermain lagi maka arahkan tangan pada *button back* yang ada pada layar untuk kembali ke menu awal dan memainkan *Game Puzzle* kembali. Implementasi dari tampilan menu akhir dapat dilihat di gambar 6.



Gambar 6 Tampilan Akhir *Game*

5) Implementasi Gambar *Puzzle*

Gambar yang digunakan dalam *Game Puzzle* ini di ambil dari arsip Museum Purba Unit Bukuran. Selanjutnya gambar akan di potong menjadi empat kepingan gambar yang kemudian di aplikasikan ke dalam *Game Puzzle* fosil ini. Gambar yang akan digunakan dalam aplikasi ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Gambar *Puzzle*

6) Implementasi metode *Linear Congruential Generator*

Dalam game *puzzle* fosil berbasis Hand Tracking, metode Linear Congruential Generator (LCG) digunakan untuk mengacak letak koordinat kepingan gambar *puzzle* pada layar. Pengacakan ini memastikan bahwa setiap kali gambar yang sama dimainkan berulang kali, posisi kepingan gambar akan selalu berubah sesuai dengan hasil perhitungan dari LCG. Hal ini memberikan variasi dan tantangan yang berbeda pada setiap permainan.

Berikut adalah implementasi pengacakan posisi kepingan gambar *puzzle* dalam game ini menggunakan LCG :

Parameter LCG

Faktor pengganda (a)	= 1664525
Konstanta penambahan (c)	= 1013904223
Modulus (m)	= 2^{32}
Nilai awal (X_0)	= 250

Resolusi layar dan gambar pada perangkat :

Lebar layar	: 1366 piksel
Tinggi layar	: 768 piksel
Lebar gambar	: 100 piksel
Tinggi gambar	: 100 piksel

Parameter *LCG* menggunakan tiga konstanta, yaitu $a=1664525$, $c=1013904223$ dan $m=4294967296$ atau 2^{32} . Pemilihan angka tersebut mengacu nilai-nilai parameter yang direkomendasikan (Rakhmawati, 2020).

Dengan menggunakan persamaan $X_n = (aX_{n-1} + c) \bmod m$, kita dapat melakukan perhitungan untuk mendapatkan koordinat X dan Y pada layar. Berikut iterasi perhitungan metode LCG pada game *puzzle* fosil berbasis hand tracking pada dimensi 2 x 3 atau 6 kepingan *puzzle*. Berikut iterasi (x,y)

$$X_1 = (1664525 \cdot 250 + 1013904223) \% 2^{32} = 1430035473$$

$$x = 1430035473 \% (1366 - 100) = 124$$

$$y = 1430035473 \% (768 - 100) = 443$$

koordinat x,y (124,443)

$$X_2 = (1664525 \cdot 1430035473 + 1013904223) \% 2^{32} = 4099581500$$

$$x = 4099581500 \% (1366 - 100) = 323$$

$$y = 4099581500 \% (768 - 100) = 310$$

koordinat x,y (323,310)

$$X_3 = (1664525 \cdot 4099581500 + 1013904223) \% 2^{32} = 4280372331$$

$$x = 4280372331 \% (1366 - 100) = 762$$

$$y = 4280372331 \% (768 - 100) = 61$$

koordinat x,y (762,61)

$$X_4 = (1664525 \cdot 4280372331 + 1013904223) \% 2^{32} = 3959781070$$

$$x = 3959781070 \% (1366 - 100) = 141$$

$$y = 3959781070 \% (768 - 100) = 472$$

koordinat x,y (141,472)

$$X_5 = (1664525 \cdot 3959781070 + 1013904223) \% 2^{32} = 2756565$$

$$x = 2756565 \% (1366 - 100) = 670$$

$$y = 2756565 \% (768 - 100) = 519$$

koordinat x,y (670,519)

$$X_6 = (1664525 \cdot 1126770161 + 1013904223) \% 2^{32} = 3182252984$$

$$x = 3182252984 \% (1366 - 100) = 139$$

$$y = 3182252984 \% (768 - 100) = 306$$

koordinat x,y (139,306)

Hasil pecahan gambar pada game dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 posisi pecahan gambar pada *game puzzle* dimensi 2 x 3
 Kemudian hasil perhitungan metode *LCG* pada program aplikasi dapat dilihat pada gambar 9.

```
posisi image satu
250 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 124 koordinaty 443
00.png [124, 443]
1430035473 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 323 koordinaty 310
01.png [323, 310]
4099581500 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 762 koordinaty 61
02.png [762, 61]
4280372331 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 141 koordinaty 472
10.png [141, 472]
3959781070 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 670 koordinaty 519
11.png [670, 519]
2756565 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 139 koordinaty 306
12.png [139, 306]
```

Gambar 9 hasil perhitungan metode *LCG* pada *game puzzle* dimensi 2 x 3
 Sebagai perbandingan berikut adalah iterasi untuk pengacakan posisi 4 kepingan *puzzle* atau *puzzle* berdimensi 2 x 2. Dengan parameter *LCG* sebagai berikut :

Parameter *LCG*

- Faktor pengganda (a) = 1664525
- Konstanta penambahan (c) = 1013904223
- Modulus (m) = 2^{32}
- Nilai awal (X_0) = 200
- Resolusi layar dan gambar pada perangkat
 - Lebar layar : 1366 piksel
 - Tinggi layar : 768 piksel
 - Lebar gambar : 100 piksel
 - Tinggi gambar : 100 piksel

Berikut adalah perhitungan iterasinya :

$$X_1 = (1664525 \cdot 200 + 1013904223) \% 2^{32} = 1346809223$$

$$x = 1346809223 \% (1366 - 100) = 676$$

$$y = 1346809223 \% (768 - 100) = 373$$

koordinat x,y (676,373)

$$X_2 = (1664525 \cdot 1346809223 + 1013904223) \% 2^{32} = 1800965434$$

$$x = 1800965434 \% (1366 - 100) = 657$$

$$y = 1800965434 \% (768 - 100) = 448$$

koordinat x,y (657,448)

$$X_3 = (1664525 \cdot 1800965434 + 1013904223) \% 2^{32} = 3269278545$$

$$x = 3269278545 \% (1366 - 100) = 280$$

$$y = 3269278545 \% (768 - 100) = 315$$

koordinat x,y (280,315)

$$X_4 = (1664525 \cdot 3269278545 + 1013904223) \% 2^{32} = 5308871519$$

$$x = 5308871519 \% (1366 - 100) = 893$$

$$y = 5308871519 \% (768 - 100) = 182$$

koordinat x,y (893,182)

Hasil Pengacakan posisi pecahan gambar pada *puzzle* berdimensi 2 x 2 dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 posisi pecahan gambar pada *game puzzle* dimensi 2 x 2

Kemudian hasil perhitungan metode *LCG* pada pada *game puzzle* berdimensi 2 x 2 dapat dilihat pada gambar 11.

```
posisi image Dua
200 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 676 koordinaty 373
00.png [676, 373]
1346809223 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 657 koordinaty 448
01.png [657, 448]
1800965434 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 280 koordinaty 315
10.png [280, 315]
3269278545 1664525 1013904223 4294967296
posisi free [] koordinatx 893 koordinaty 182
11.png [893, 182]
```

Gambar 11 hasil perhitungan metode *LCG* pada *game puzzle* dimensi 2 x 2

d. Pengujian Sistem

- 1) Pengujian Fungsional *Game* ini menampilkan hasil uji blackbox dari setiap komponen yang telah dibuat dan telah di implementasikan. Pengujian yang dilakukan berupa fungsi *Hand Tracking*, perpindahan antar *scene*, *button*, dan *Gameplay*. Hasil pengujian *blackbox* dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Pengujian Blackbox

No	Fungsi	Jenis	Pengujian	keterangan
1	<i>Hand Tracking</i>	Menu awal (<i>play Game</i>)	kamera dijalankan secara otomatis ketika <i>Game</i> dimainkan	Berhasil
		Menu awal (<i>play Game</i>)	Gerakan tangan dapat terdeteksi oleh kamera webcam	Berhasil
		Menu awal (<i>play Game</i>)	Masuk ke menu pilih gambar ketika tangan diarahkan ke <i>button play Game</i>	Berhasil
		Menu pilih gambar	<i>Game</i> akan dimulai ketika tangan diarahkan ke salah satu gambar yang dipilih	Berhasil
		Menu utama <i>Game Puzzle</i>	Kepingan <i>Puzzle</i> dapat digerakkan menggunakan sensor tangan	Berhasil
2	Scene	<i>Play Game</i>	Tampil ketika aplikasi dijalankan pertama kali	Berhasil
		Pemilihan gambar	Tampil setelah scene <i>play Game</i>	Berhasil
		<i>Game Puzzle</i>	Tampil setelah scene pemilihan gambar	Berhasil
3	Button	<i>Play Game</i>	Berpindah dari scene menu awal ke scene pemilihan gambar	Berhasil
		Gambar <i>Puzzle</i>	Berpindah dari scene pemilihan gambar ke scene permainan <i>Puzzle</i>	Berhasil
		Back	Kembali ke menu awal (<i>Play Game</i>)	Berhasil
4	<i>Gameplay</i>	Pergerakan kepingan <i>Puzzle</i>	Kepingan <i>Puzzle</i> dapat digerakkan berdasarkan gerakan tangan yang dilakukan	Berhasil

2) *User Acceptance Testing*

Metode *acceptance test* ini berguna untuk untuk mengetahui apakah *Game Puzzle* fosil berbasis *Hand Tracking* dapat mudah di mainkan atau tidak, dengan variabel kuisisioner antara lain : ketertarikan, tampilan, kemudahan pengguna, dan kelengkapan fitur. Hasil pengujian menggunakan *UAT* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil *UAT*

No	Variabel	Pertanyaan	Hasil
1	Kemudahan Aplikasi	Apakah anda mudah memahami cara menggunakan hand tracking dalam permainan ini ?	91%
2		Apakah game <i>puzzle</i> fosil berbasis <i>Hand Tracking</i> ini interaktif ?	
3	Ketertarikan	Apakah anda tertarik dengan game <i>puzzle</i> fosil berbasis <i>Hand Tracking</i> ?	85,5%
4		Apakah anda tertantang memainkan game <i>puzzle</i> fosil berbasis <i>Hand Tracking</i> ?	
5	Tampilan	Apakah tampilan game <i>puzzle</i> fosil berbasis <i>Hand Tracking</i> menarik ?	86,5%
6		Apakah gambar <i>puzzle</i> yang ditampilkan jelas ?	
7	Kelengkapan fitur	Apakah sensor <i>Hand Tracking</i> dapat berfungsi secara akurat ?	83%
8		Apakah fitur pada game <i>puzzle</i> fosil berbasis <i>Hand Tracking</i> lengkap ?	

Dari hasil pengujian *UAT* yang disebarkan kepada 25 pengguna didapat rata-rata nilai sebesar $(91+85,5+86,5+83)\%/4 = 86,5\%$. Dari persentase tersebut kemudian dapat diketahui bahwa tingkat usability game *puzzle* fosil berbasis *hand tracking* berdasarkan persepsi pengguna tergolong sangat kuat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul Implementasi Metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dalam *Game Puzzle* Fosil Berbasis *Hand Tracking* di Museum Purba Unit Bukuran. Dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem Penelitian ini menghasilkan sebuah *Game Puzzle* Fosil berbasis *Hand Tracking* dengan mengimplementasikan metode *Linear Congruential Generator* untuk mengacak letak kepingan gambar *Puzzle* pada layar.
2. Penerapan metode *Linear Congruential Generator* telah mampu mengacak koordinat kepingan gambar *Puzzle* dengan baik dan tidak ada yang menumpuk sehingga dapat menjadi solusi yang terbaik dalam penelitian ini
3. Hasil Pengujian Fungsionalitas dengan *Uji Black Box* menunjukkan hasil bahwa Aplikasi berfungsi dengan baik dan tidak. Hasil Uji *User Acceptance Testing* sebesar 86,5% sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Game Puzzle* Fosil berbasis *Hand Tracking* termasuk dalam kategori kuat.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran penulis untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Kekurangan Program yang telah dibuat masih cukup sederhana karena keterbatasan fitur dan juga pemecahan potongan gambar *Puzzle* yang hanya 2x2 dan 2 x 3 (4 dan 6

pecahan gambar), sehingga pada proses pengembangan selanjutnya diharapkan dapat menambahkan beberapa fitur baru dan pecahan gambar *Puzzle*.

2. Untuk *Game* yang telah dibuat hanya memuat gambar fosil dan rekonstruksi dari manusia purba, sehingga pada pengembangan *Game* selanjutnya diharapkan dapat menambah variasi gambar seperti gambar fosil hewan purba dan juga rekonstruksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alyuda Saputra S, S. S. (2023). Penerapan Algoritma LCG pada aplikasi pengenalan budaya Indonesia(Alyuda Saputra S) |53. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 7(1), 53–61.
- Diana Nawang Safitri, Iskandar Fitri, R. N. (2021). Implementasi Metode Linear Congruential Generator pada Game *Puzzle* Kesenian Tari. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(1), 129–140. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i1.632>
- Fadli, R., Syaputra, H., Mirza, A. H., & Oktaviani, N. (2022). Perancangan Artificial Intelligence Hand Tracking menggunakan Algoritma Pyramidal Lucas-Kanade Optical Flow. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(4), 79. <https://core.ac.uk/download/pdf/322599509.pdf>
- Fahrezi, A., Salam, F. N., Ibrahim, G. M., Syaiful, R. R., & Saifudin, A. (2022). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan* , 1(1), 1–5. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- I Komang Setia Buana. (2020). Implementasi Aplikasi Speech to Text untuk Memudahkan Wartawan Mencatat Wawancara dengan Python. *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)*, 14(2), 135–142. <https://doi.org/10.30864/jsi.v14i2.293>
- Khasyi Atisomya -, A. (2023). *Aplikasi Algoritma Divide and Conquer Pada Hand Tracking Sederhana*. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2020->
- Putra, H. E., & Harianto, K. (2018). Implementasi Linear Congruential Generator untuk Pengacakan Gambar Pada Permainan *Puzzle*. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 89–96. <https://doi.org/10.33372/stn.v4i1.302>
- Rakhmawati, D. R. (2020). Artikel Ilmiah Artikel Ilmiah. *STIE Perbanas Surabaya*, 101, 0–16.
- Wulandari, Nofiyani, & Hasugian, H. (2023). User Acceptance Testing (Uat) Pada Electronic Data Preprocessing Guna Mengetahui Kualitas Sistem. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer*, 4(1), 20–27.
- Yunanto, D. (2021). Game Edukasi *Puzzle* Rumah Adat Tradisional Indonesia Berbasis Android. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(3), 414–420. <https://doi.org/10.33365/jatika.v2i3.1254>