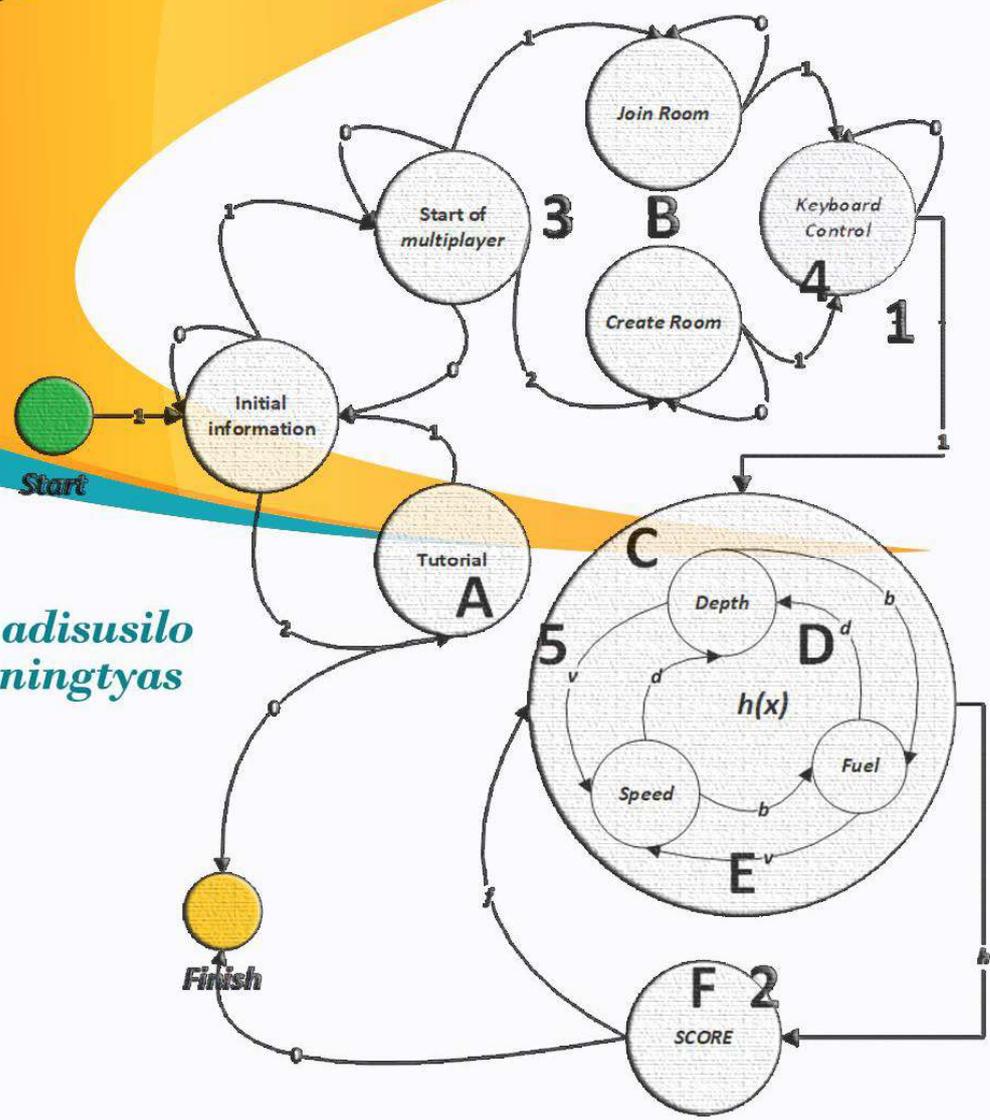


# MEKANISME MULTIPLAYER SERIOUS GAME DALAM KONSEP LM-GM



*disusun oleh*  
**Anang Kukuh adisusilo**  
**Emmy Wahyuningtyas**  
**Nia Saurina**  
**Radi**

## *Pengolahan Tanah Menggunakan Bajak Singkal* **MONOGRAF**



**Penerbit**  
 UWKS PRESS  
 Anggota IKAPI No.206/Anggota Luar Biasa/JTV/2018  
 Anggota APPTI No.002.071.1,12019

Dukuh Kupang XXV No.54, Surabaya, Jawa Timur 60225; Tlp : 031-5677577; Hp : 085745182452, 081703875858  
 email: uwkspress@gmail.com / uwkspress@uwks.ac.id



**Mekanisme *Multiplayer Serious Game*  
dalam Konsep LM-GM  
Pengolahan Tanah Menggunakan Bajak Singkal**

**Anang Kukuh Adisusilo  
Emmy Wahyuningtyas  
Nia Saurina  
Radi**



**PENERBIT  
UWKS PRESS**

**Mekanisme *Multiplayer Serious Game*  
dalam Konsep LM-GM  
Pengolahan Tanah Menggunakan Bajak Singkal**

ISBN 978-623-7354-51-2



Ukuran buku 210 x 297 Mm  
80 hlm

Cetakan ke -1, Bulan November Tahun 2022

**Penulis:**

Anang Kukuh Adisusilo  
Emmy Wahyuningtyas  
Nia Saurina  
Radi

**Editor:**

Friendha Yuanta, S.Pd., M.Pd.

**Penerbit:**

UWKS PRESS

Anggota IKAPI No.206/Anggota Luar Biasa/JTI/2018  
Anggota APPTI No.002.071.1.12019

Jl. Dukuh Kupang XXV/54 Surabaya Jawa Timur 60225  
Telp. (031) 5677577

Hp. 085745182452 / 081703875858

Email : [uwkspress@gmail.com](mailto:uwkspress@gmail.com) / [uwkspress@uwks.ac.id](mailto:uwkspress@uwks.ac.id)

**Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara  
apapun, termasuk dengan penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah  
dari penerbit**

## PRAKATA

Sistem yang menyenangkan dan interaktif cenderung kearah konsep permainan atau game, dengan sistem yang menyenangkan yang interaktif disertai dengan konsep pembelajaran maka bisa disebut sebagai konsep **Serious Game (SG)**. Tujuan utama pembelajaran tersebut menjadi acuan terbentuknya *serious game* tanpa menghilangkan sisi menyenangkan dalam interaksi dengan sistemnya.

Sebagai media pembelajaran *serious game* dapat dimanfaatkan untuk memberi training kepada para petani secara khusus dalam pengolahan tanah menggunakan bajak singkal, bahkan bisa dijadikan media pengenalan secara umum terhadap seluruh masyarakat khususnya generasi muda di era generasi milenial.

Belajar secara interaktif bukan hanya dengan sistem komputer tetapi bisa dalam bentuk kelompok baik untuk bersaing dalam belajar atau saling memberikan pengetahuan antar pengguna sistem. Dalam konsep belajar berkelompok selain membuat lebih menyenangkan adalah bisa memberi tantangan lebih sehingga diharapkan muncul *user experience*.

Dengan tujuan menambah tantangan dalam permainan dan menambah sisi menyenangkan dalam pembelajaran berkelompok maka dalam buku monograf ini, dilakukan penelitian mengenai desain mekanisme *multiplayer serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal.

Untuk mewujudkan desain *multiplayer* tersebut berdasarkan berbagai penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis disertai beberapa penelitian lain yang mendukung. Desain *multiplayer* ini berdasarkan pemodelan gaya tarik bajak serta porositas tanah yang terpengaruh oleh sudut potong mata bajak, kedalaman bajak dan kecepatan mesin motor bajak singkal. Selain menggunakan algoritma yang dibuat dalam bentuk flowchart algoritma disertai juga dengan FSM dan HFSM sebagai desain dari skenario dan *gameplay* dari *serious game*.

Semoga dengan adanya monograf ini dapat membantu kontribusi penulis bagi perkembangan serious game di Indonesia pada khususnya tentang *serious game* yang mendukung pengolahan dan pengelolaan pertanian di Indonesia.

Salam

Penulis

# DAFTAR ISI

PRAKATA .....	II
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR GAMBAR .....	IV
DAFTAR TABEL .....	VI
<b>I. LATAR BELAKANG SERIOUS GAME UNTUK PENGOLAHAN TANAH .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MULTIPLAYER DALAM SERIOUS GAME.....</b>	<b>2</b>
2.1 <i>Multiplayer Game</i> .....	2
2.2 <i>Serious Game Framework (Content dan Database)</i> .....	2
2.3 <i>Pemodelan Serious Game Pengolahan Tanah dengan Bajak Singkal</i> .....	6
2.4 <i>Desain Serious Game Pengolahan Tanah dengan Bajak Singkal menggunakan HFSM</i> 10	
<b>III. METODOLOGI SERIOUS GAME DALAM PENGOLAHAN TANAH (SOIL BIN).....</b>	<b>13</b>
3.1 <i>Percobaan dengan menggunakan Soil Bin</i> .....	14
3.2 <i>Pemodelan</i> .....	22
3.3 <i>Desain SG menggunakan HFSM</i> .....	22
3.4 <i>Desain mekanisme multiplayer SG</i> .....	22
<b>IV. DESAIN SERIOUS GAME .....</b>	<b>23</b>
4.1 <i>Desain Pembelajaran Dalam Serious Game</i> .....	23
4.2 <i>DESAIN MULTIPLAYER SERIOUS GAME</i> .....	27
4.3 <i>Desain Mekanisme Multiplayer Serious Game Pengolahan Tanah</i> .....	29
4.4 <i>Desain Multiplayer Serious Game Pengolahan Tanah Berbasis HFSM</i> .....	31
4.5 <i>Analisa Data Pendukung Serious Game Pengolahan Tanah</i> .....	35
4.6 <i>Desain Perangkat Lunak Serious Game Pengolahan Tanah Berbasis HFSM</i> .....	43
4.7 <i>Desain User Interfaces (UI)</i> .....	56
4.8 <i>Desain Objek 3D</i> .....	59
4.9 <i>Implementasi UI</i> .....	60
4.10. <i>Implementasi Objek 3D</i> .....	63
<b>V. KESIMPULAN.....</b>	<b>65</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Framework serious game</i> pembelajaran tematik Sekolah Dasar (Adisusilo, 2020).....	4
Gambar 2. 2 <i>Framework serious game</i> berdasarkan desain database untuk pembelajaran tematik Sekolah Dasar (Adisusilo, 2019).....	5
Gambar 2. 3 Grafik perbandingan setelah di lakukan proses optimasi dengan Vertex Decimation. .	6
Gambar 2. 4 Kalibrasi untuk percobaan menggunakan soil bin.....	7
Gambar 2. 5 (a). Grafik hubungan kedalaman mata bajak dan kecepatan motor bajak terhadap gaya horizontal pada ordo ke-4. (b). Grafik hubungan sudut potong mata bajak dan kecepatan motor bajak terhadap gaya horizontal pada ordo ke-4 (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018). .....	8
Gambar 2. 6 Grafik hasil percobaan berdasarkan pemodelan porositas tanah yang dipengaruhi oleh kecepatan pembajakan, sudut potong vertikal dan kedalaman pembajakan (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018).....	10
Gambar 2. 7 HFSM pengaruh kecepatan motor, sudut potong mata bajak dan kedalaman terhadap gaya tarik bajak singkal (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).....	10
Gambar 2. 8 HFSM pengaruh kecepatan motor, sudut potong mata bajak dan kedalaman terhadap porositas tanah (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018).....	11
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian desain mekanisme multiplayer SG pengolahan tanah dengan bajak singkal.	13
Gambar 3. 2 Parameter pengujian dengan <i>soil bin</i> .....	14
Gambar 3. 3 Kotak tanah sebagai pendukung dalam percobaan <i>soil bin</i> .....	15
Gambar 3. 4 Jenis bajak yang digunakan dalam percobaan <i>soil bin</i> , (a) Tipe bajak A, (b) Tipe bajak B, (c) Tipe bajak C .....	16
Gambar 3. 5 (a). <i>Strain gauge</i> , (b) Posisi pemasangan <i>strain gauge</i> pada batang besi bajak singkal dalam percobaan <i>soil bin</i> . .....	17
Gambar 3. 6 Perangkat mikrokontroler dalam percobaan <i>soil bin</i> . .....	17
Gambar 3. 7 (a).Jembatan <i>wheatstone</i> , (b). <i>Strain amplifier</i> dalam percobaan <i>soil bin</i> . .....	18
Gambar 3. 8 (a).peralatan <i>soil bin</i> , (b). Letak <i>strain gauge</i> , (c). Tanah pada kotak dan kedalaman bajak singkal.....	18
Gambar 3. 9 Persiapan tanah uji dan dilakukan penyiraman selama tiga sampai empat minggu pada percobaan <i>soil bin</i> .....	19
Gambar 3. 10 Alur <i>running</i> uji coba pada percobaan <i>soil bin</i> .....	20

Gambar 3. 11 (a). Kotak tanah pada lajur uji <i>soil bin</i> , (b). Contoh hasil uji setelah tanah dibajak dengan bajak singkal, (c). Data dari <i>strain gauge</i> terlihat di komputer, pada saat <i>running soil bin</i> .....	21
Gambar 4. 1 Diagram konsep otonomi player pada SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal	24
Gambar 4. 2 Diagram kompetensi antar pemain untuk mencapai porositas yang optimal dan bahan bakar yang efisien.....	25
Gambar 4. 3 Diagram keterikatan antara pemain dalam mekanisme SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal. ....	25
Gambar 4. 4 Desain korelasi motivasi untuk meningkatkan SDT. ....	26
Gambar 4. 5 Diagram umum hubungan mekanisme pembelajaran dan mekanisme permainan.....	27
Gambar 4. 6 Desain mekanisme pembelajaran yang bersifat abstrak dan konkrit pada SG pengolahan tanah.....	28
Gambar 4. 7 Desain mekanisme permainan yang bersifat abstrak dan konkrit pada SG pengolahan tanah.....	29
Gambar 4. 8 Desain mekanisme <i>multiplayer</i> dalam konsep LG-GM SG pengolahan tanah.....	30
Gambar 4. 9 Representatif desain mekanisme <i>multiplayer serious game</i> pengolahan tanah dengan desain alur permainan menggunakan HFSM.....	31
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan Ketika ke dalam semakin dalam maka kebutuhan bahan bakar juga meningkat.....	34
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan kecepatan motor meningkat maka kebutuhan bahan bakar juga meningkat. ....	34
Gambar 4. 12 Grafik hasil percobaan pada kedalaman 5 cm .....	36
Gambar 4. 13 Grafik hasil percobaan pada kedalaman 7,5 cm .....	37
Gambar 4. 14 Grafik hasil percobaan pada kedalaman 10 cm .....	38
Gambar 4. 15 Grafik hasil kalibrasi percobaan pada kedalaman 5 cm .....	40
Gambar 4. 16 Grafik hasil kalibrasi percobaan pada kedalaman 7,5 cm .....	41
Gambar 4. 17 Grafik hasil kalibrasi percobaan pada kedalaman 10 cm .....	42
Gambar 4. 18 FSM <i>multiplayer connection</i> (Lee et al., 2022) .....	43
Gambar 4. 19 HFSM <i>gameplay</i> (Lee et al., 2022) .....	44
Gambar 4. 20 <i>Flowchart program</i> .....	45
Gambar 4. 21 <i>Flowchart connect to photon server</i> .....	46
Gambar 4. 22 <i>Flowchart create and join rooms</i> .....	47

Gambar 4. 23 <i>Flowchart spawn players</i> .....	48
Gambar 4. 24 <i>Flowchart movement</i> .....	49
Gambar 4. 25 <i>Flowchart input u</i> .....	50
Gambar 4. 26 <i>Flowchart input i</i> .....	50
Gambar 4. 27 <i>Flowchart p1startmoving</i> .....	51
Gambar 4. 28 <i>Flowchart skorperdetik</i> .....	52
Gambar 4. 29 <i>Flowchart add fuel</i> .....	53
Gambar 4. 30 <i>Flowchart p1score dan kegemburan</i> .....	54
Gambar 4. 31 <i>Flowchart send score to photon and show score</i> .....	55
Gambar 4. 32 <i>Flowchart soil tillage</i> .....	55
Gambar 4. 33 <i>Flowchart soil tillage</i> .....	56
Gambar 4. 34 <i>Desain tampilan loading</i> .....	57
Gambar 4. 35 <i>Desain tampilan lobby</i> .....	57
Gambar 4. 36 <i>Desain tampilan gameplay</i> .....	58
Gambar 4. 37 <i>Desain 3D player</i> .....	59
Gambar 4. 38 <i>Desain 3D ruang lingkup</i> .....	60
Gambar 4. 39 <i>Tampilan Awal</i> .....	60
Gambar 4. 40 <i>Tampplan Tutorial 1</i> .....	61
Gambar 4. 41 <i>Tampilan tutorial 2</i> .....	62
Gambar 4. 42 <i>Tampilan Loading</i> .....	62
Gambar 4. 43 <i>Tampilan lobby</i> .....	62
Gambar 4. 44 <i>Tampilan gameplay</i> .....	63
Gambar 4. 45 <i>Karakter player 3D</i> .....	64
Gambar 4. 46 <i>Ruang lingkup 3D</i> .....	64

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Representatif mekanisme pembelajaran dan permainan dalam HFSM <i>multiplayer Serious game</i> pengolahan tanah menggunakan bajak singkal .....	32
Tabel 4. 2 Hasil uji coba alur <i>serious game</i> pada <i>state learning process</i> .....	33
Tabel 4. 3 Hasil percobaan <i>soil bin</i> pada kedalaman 5 cm .....	35
Tabel 4. 4 Hasil percobaan <i>soil bin</i> pada kedalaman 7,5 cm .....	36
Tabel 4. 5 Hasil percobaan <i>soil bin</i> pada kedalaman 10 cm .....	37
Tabel 4. 6 Hasil kalibrasi percobaan <i>soil bin</i> pada kedalaman 5 cm .....	39
Tabel 4. 7 Hasil kalibrasi percobaan <i>soil bin</i> pada kedalaman 7,5 cm .....	40
Tabel 4. 8 Hasil kalibrasi percobaan <i>soil bin</i> pada kedalaman 10 cm .....	41

## I. LATAR BELAKANG *SERIOUS GAME* UNTUK PENGOLAHAN TANAH

Sebuah permainan terdapat unsur hiburan dan menyenangkan, tetapi dengan mengedepankan tujuan khusus selain hiburan maka sebuah permainan dapat digunakan sebagai media lain seperti *training*, *advertising*, simulasi dan edukasi (Abt, 1987; Adisusilo & Soebandhi, 2021a; Martin & Fetzer, 2014). Permainan tersebut disebut juga dengan *serious game*. Dalam penelitian ini konsep *serious game* digunakan sebagai media pembelajaran pengolahan tanah menggunakan bajak singkal. Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan *serious game* pengolahan tanah ini berkaitan dengan *engagement*, immersifitas, pemodelan dan juga optimasi (Adisusilo et al., 2020, 2022; Adisusilo & Soebandhi, 2021b; Anang Kuku Adisusil1 Eko Mulyanto, n.d.).

Terbatasnya media pelatihan bagi petani juga menyebabkan kurangnya pengetahuan tentang mesin pertanian, sehingga media pelatihan juga belum bisa dipakai oleh masyarakat secara luas selain itu berkurangnya jumlah tenaga pendamping desa serta intensitas tenaga pendamping dalam mendampingi petani dikarenakan jarak lokasi antara pendamping dan petani yang jauh (Aryana et al., 2016). Perkembangan terkini bahwa media pelatihan dan pembelajaran secara tradisional sudah mulai digantikan berbasis komputasi atau menggunakan teknologi komputer atau sering disebut *computer based training* (CBT) dan *lecture-based computer* bahkan dalam bidang pertanian (Saddik et al., 2022; Varank, 2006).

Penggunaan *serious game* sebagai media pembelajaran sudah berkembang pesat termasuk dalam bidang pertanian. Konsep *single player* dalam *serious game* masih mengedepankan *interactivity* belum kearah aspek sosial. Aspek sosial merupakan pendorong lebih terjadinya *interactivity* selain dengan *system game* itu sendiri tetapi juga dengan pemain lainnya. Sedangkan dalam konsep pembelajaran belajar berkelompok akan lebih efisien dan menyenangkan dibandingkan belajar sendiri (Cen et al., 2014; Taqi & Al-Nouh, 2014).

Dengan mengacu bahwa pembelajaran *group* lebih menyenangkan dan efisien maka dalam penelitian menggunakan konsep *multiplayer* untuk mendesain *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal.

## II. MULTIPLAYER DALAM SERIOUS GAME

### 2.1 Multiplayer Game

Penggunaan teori permainan dalam pemodelan sudah tersebar dengan luas dan banyak digunakan, namun dalam konsep dua permainan pemain saja, atau pemain seperti bermain di lapangan di mana seorang individu bermain melawan seluruh populasi yang tidak terbatas. Penggunaan model teori permainan dan juga *multiplayer* sudah umum dalam bidang ekonomi, sosial budaya dan juga bidang lainnya, sehingga konsep multiplayer atau *multiplayer* tidak bisa diabaikan dalam perkembangan teknologi dalam permainan.

Gagasan *Computer Supported Collaborative Learning* (CSCL) sudah dilakukan banyak penelitian dengan pendekatan berbasis *game* seperti *video game* untuk pembelajaran yang sering disebut *serious games*. Kombinasi konsep pembelajaran berbasis *game* dan pembelajaran yang kolaboratif memungkinkan area aplikasi CSCL baru berbasis *game*, sehingga disebut *multiplayer serious game* (Wendel et al., 2013). Merancang *multiplayer serious game* sangat menarik karena perlu memperhatikan konsep desain *game* dalam *single player* yang termasuk *game* tradisional, konsep desain *multiplayer game*, dan konsep desain *serious game* secara bersamaan. Konsep desain yang digunakan untuk membuat *game multiplayer* dalam bentuk 3D, sehingga dapat mendorong perilaku (Wendel et al., 2013; Wendel & Konert, 2016).

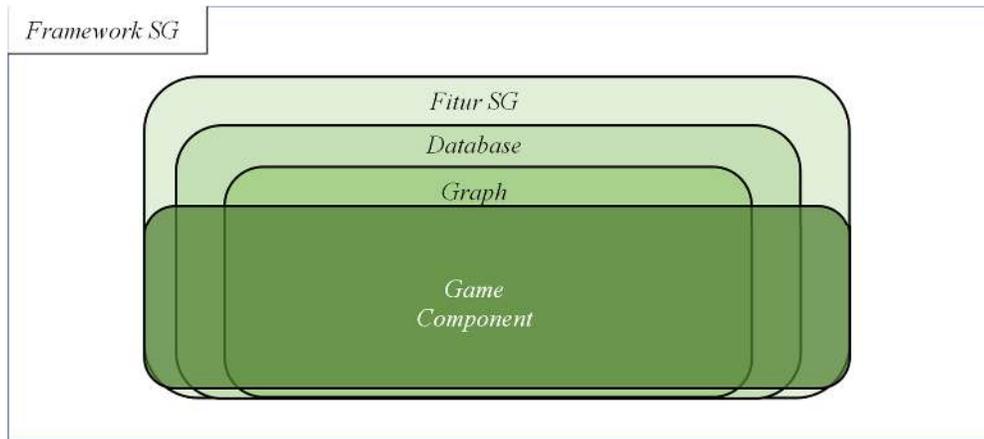
### 2.2 Serious Game Framework (Content dan Database)

*Game* yang digunakan bukan hanya kesenangan tetapi sebagai media lain yang mempunyai tujuan khusus seperti pembelajaran, simulasi, pemasaran dan lainnya mempunyai konsep untuk bisa menyampaikan informasi dan untuk mengarahkan atau mendidik, dengan menyatukan unsur tantangan khusus untuk meningkatkan *user experience* dan memberi kebebasan emosi, sehingga yang mengharuskan pengguna aktif dalam permainannya (Abt, 1987). Pendapat lain mengatakan juga bahwa sebuah permainan tidak hanya berfungsi untuk menghibur, tetapi terdapat unsur imajinatif serta memberikan pengetahuan dan disebut *serious game*, bukan karena tidak ada fungsi bermainnya, tetapi dalam permainan terdapat unsur *pedagogic* jika digunakan untuk pembelajaran (Ma et al., 2011).

Dalam konsep permainan untuk mencapai kebebasan emosi diperlukannya *engagement* pemain yang tinggi sehingga bisa tercapainya *immersifitas*. Berbagai konsep UI/UX untuk terbentuknya *engagement* menjadi beberapa fokus penelitian seperti penelitian yang mengulas tentang *interfaces game* dalam meningkatkan *engagement* berdasarkan game The Sim 3 (Abdullah et al., 2013) dan juga peningkatan konsep UI dari *web base* dalam *serious game* berdasarkan konsep *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) (Spyridonis & Daylamani-Zad, 2020)

Selain peningkatan sisi UI/UX dalam *serious game* juga dalam proses komputasinya dibuat sedekat mungkin dengan keadaan sebenarnya sehingga muncul berbagai pemodelan dalam sebuah *serious game*. Pemodelan menggunakan *polynomial* untuk pengolahan tanah menggunakan bajak singkal dihasilkan pada ordo ke-3 dan sudah mendekati nilai dari keadaan sebenarnya dengan percobaan nyata menggunakan soil bin (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018). Peningkatan pemodelan ini dengan pendekatan MOO (*Multi Objective Optimization*) dengan menggunakan *pareto* dan menghasilkan sebuah nilai yang lebih bagus daripada pemodelan menggunakan *polynomial* (Adisusilo et al., 2020; Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018). Pemodelan tersebut mengarah ke peningkatan *immersifitas* dengan memanfaatkan kontrol permainan secara umum yaitu fungsi keyboard. Dalam konsep *design game based learning* (DGBL) pemanfaatan *serious game* juga bisa mengangkat suatu bentuk ketetapan cara pembelajaran resmi yang dikeluarkan pemerintah seperti model pembelajaran berbasis tematik. Penelitian tentang *serious game* dengan mengangkat pembelajaran berbasis tematik anak sekolah dasar menunjukkan bahwa media buku yang digunakan selama ini cenderung lebih membosankan dibandingkan dengan menggunakan media digital yaitu *serious game* (Adisusilo, 2020), dengan mengambil salah satu tema dalam buku pembelajaran berbasis tematik Sekolah Dasar berhasil dibuat media pembelajaran dengan menggunakan *serious game*. Peningkatan *immersifitas* dari pemain disajikan dengan cara mengoptimalkan karakter dan aset dari *serious game* tersebut dengan menggunakan metode *vertex decimation* (Putra et al., 2022).

Pada perancangan media pembelajaran tematik Sekolah Dasar berbasis *serious game*, dihasilkan desain *framework serious game*. *Framework* tersebut meliputi *Game Component*, *Graph Design*, *Database Design* dan *Feature Design*, seperti Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Framework serious game pembelajaran tematik Sekolah Dasar (Adisusilo, 2020)

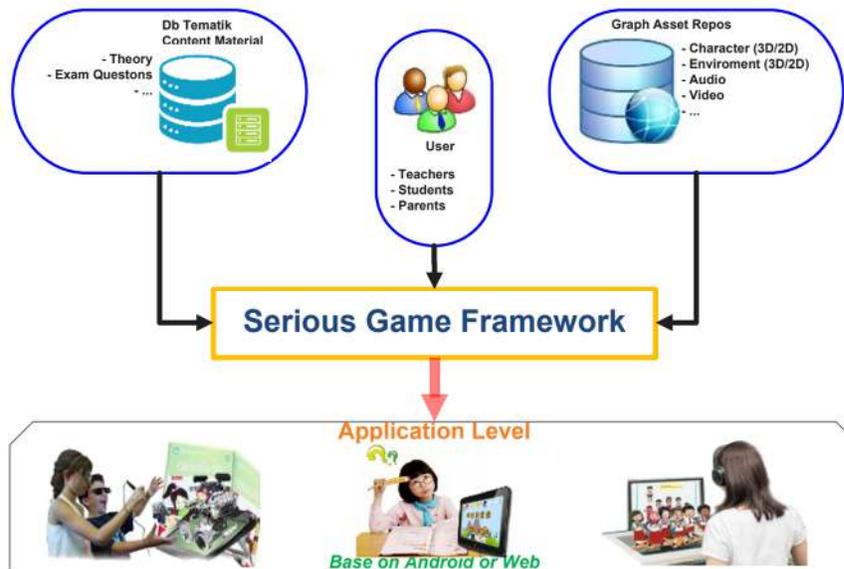
**Fitur serious game** merupakan keseluruhan dari tool yang diperuntukkan kepada user, dimana fitur ini mengacu dari *database* yang berisi grafik dan *game component*. Berdasarkan material yang berasal dari buku tematik, maka fitur utama dalam *serious game* adalah (Adisusilo, 2020) :

- Fitur visualisasi materi tanpa interaksi langsung.
- Fitur interaksi langsung.
- Fitur komunikasi dua arah.
- Fitur aksi bebas.

**Design database** dibagi menjadi konsep terdistribusi, distribusi disini adalah distribusi data materi tematik dengan jawaban hasil interaksi user dalam hal ini adalah siswa sekolah dasar.

**Graph design** merupakan bagian yang berisi tentang grafik baik 2D atau 3D dimana pada bagian ini merupakan visualisasi seluruh grafik dari materi yang berada pada buku tematik.

**Game component** berurusan dengan fitur, *database* dan *graph design*. Hal ini disebabkan karena, dalam komponen utama SG tentang *interfaces*, *game play* dan *storyboard game* merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari keseluruhan perancangan *serious game*.

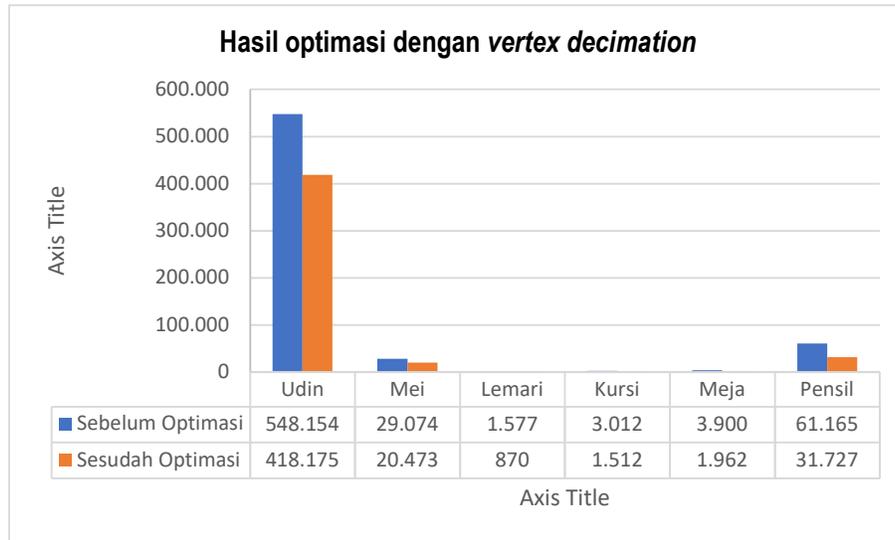


Gambar 2.2 *Framework serious game* berdasarkan desain database untuk pembelajaran tematik Sekolah Dasar (Adisusilo, 2019)

Dengan mengacu teknologi *internet* maka disajikan *framework* pembelajaran tematik berbasis *serious game* dengan penyimpanan *database* yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu *graph asset repository* dan tematik *content material*. *Graph asset repository* merupakan tempat menyimpan *asset serious game* berdasar buku tematik dimana terdiri dari berbagai gambar baik 3D atau 2D, juga audio dan video. Sedangkan database yang kedua tematik *content material* adalah berisi konten dari isi dari buku tematik berupa materi dan juga berbagai contoh soal dan soal latihan. Kedua database pokok tersebut mengacu pada buku tematik yang dibuat dan sudah ditetapkan oleh pemerintah. Sedangkan bagian dari *serious game* yang terdapat *scenario* dan juga *game play* mengikuti dari tujuan dalam teknik pembelajaran sesuai dengan tema masing masing buku tematik, sehingga bisa membuat cara belajar yang sesuai dengan lingkungan belajar di sekolah (Adisusilo, 2019), untuk lebih jelasnya seperti Gambar 2.2

Desain *framework serious game* berdasar model konten yang dimasukkan dan juga *database* didukung dengan konsep optimasi dari karakter dan *asset*, dimana optimasi tersebut menghasilkan hasil 26,7% dari keadaan sebelum dilakukan optimasi. Optimasi grafis dilakukan pada jumlah *vertex* dengan me-*reduce* jumlah *vertex* tanpa merubah bentuk atau desain grafis dari karakter dan *asset*

permainan., dengan mengacu pada uji coba optimasi grafis 3D dihasilkan seperti diagram pada Gambar 2.3.



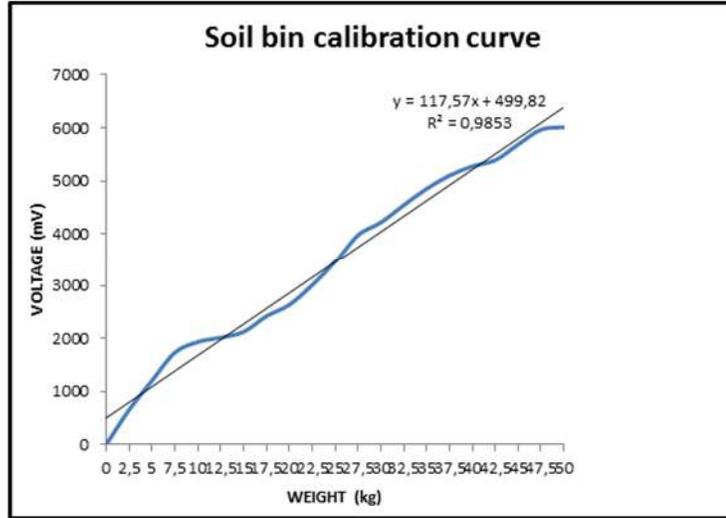
Gambar 2. 3 Grafik perbandingan setelah di lakukan proses optimasi dengan Vertex Decimation.

### 2.3 Pemodelan *Serious Game* Pengolahan Tanah dengan Bajak Singkal

Pemodelan *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal dilakukan dengan pendekatan berdasarkan percobaan di laboratorium yang dinamakan *soil bin*. Dalam percobaan tersebut diambil parameter yaitu kecepatan motor, kedalaman mata bajak masuk kedalam tanah, dan sudut potong mata bajak untuk mengukur hasil porositas tanah. Pada kalibrasi percobaan dihasilkan persamaan, seperti pada persamaan (1) (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).

$$y = 117,57 x + 499,82 \quad (1)$$

Dimana  $x$  menyatakan berat ( $kg$ ) dan  $y$  menyatakan tegangan ( $mV$ ). Dari grafik pada Gambar 4 juga diperoleh koefisien determinasi yaitu sebesar  $R^2 = 0,9853$ , dengan kondisi hubungan antara berat dan gaya yaitu  $1 Kg = 9,807 N$  maka secara umum data gaya adalah model dengan asumsi bahwa hubungan antar data bersifat linier (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).



Gambar 2. 4 Kalibrasi untuk percobaan menggunakan soil bin

Dengan 3 sudut berbeda, 2 tingkat kedalaman dan 3 kecepatan motor maka dihasilkan pemodelan untuk variabel  $\tilde{r}$  yang merupakan kecepatan motor,  $\tilde{e}$  merupakan kedalaman mata pisau bajak dan  $\tilde{t}$  adalah sudut potong bajak, maka gaya  $F$  dihasilkan dari Persamaan (2).

$$F = \{\tilde{r}, \tilde{t}, \tilde{e}\} \quad (2)$$

Dengan kondisi,

$$\tilde{r} = r + (c_{r1}r_1^{q'_1}t_1^{q''_1}e_1^{q'''_1} + \dots + c_{ri}r_j^{q'_i}t_j^{q''_i}e_j^{q'''_i} + \dots + c_{rn}r_m^{q'_n}t_m^{q''_n}e_m^{q'''_n}) \quad (3)$$

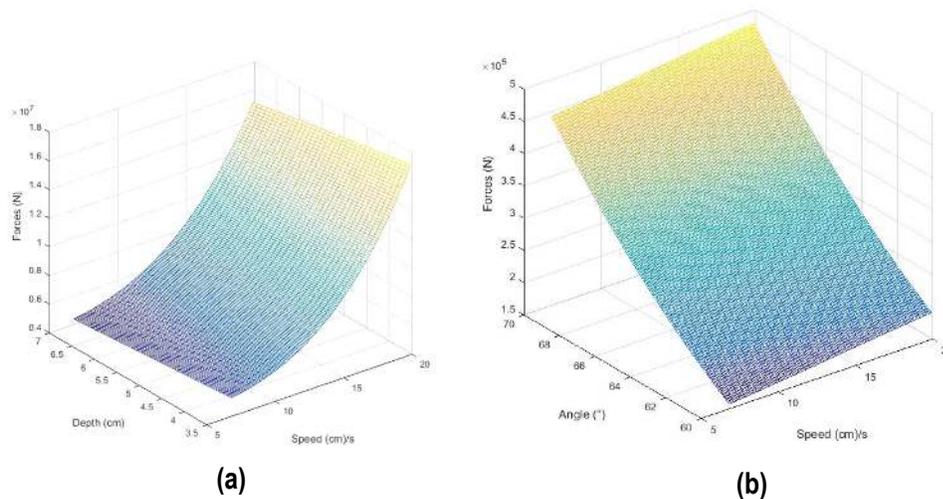
$$\tilde{t} = t + (c_{t1}r_1^{q'_1}t_1^{q''_1}e_1^{q'''_1} + \dots + c_{ti}r_j^{q'_i}t_j^{q''_i}e_j^{q'''_i} + \dots + c_{tn}r_m^{q'_n}t_m^{q''_n}e_m^{q'''_n}) \quad (4)$$

$$\tilde{e} = e + (c_{e1}r_1^{q'_1}t_1^{q''_1}e_1^{q'''_1} + \dots + c_{ei}r_j^{q'_i}t_j^{q''_i}e_j^{q'''_i} + \dots + c_{en}r_m^{q'_n}t_m^{q''_n}e_m^{q'''_n}) \quad (5)$$

Dimana  $c_{ri}$ ,  $c_{ti}$  dan  $c_{ei}$  merupakan koefisien *polynomial*, untuk nilai  $n$  merupakan variabel dependen terhadap ordo *polynomial*  $k$  yang sama dengan hasil permutasi, untuk  $q'_i, q''_i$  and  $q'''_i$  yang sesuai dengan  $q'_i, q''_i, q'''_i \in \{0,1, \dots, q\}$ ,  $q'_i, q''_i, q'''_i \leq k$  untuk seluruh nilai  $i = 0, \dots, n$ , semua nilai permutasi  $\{q', q'', q'''\}$  adalah nilai unik,  $(\tilde{r}), (\tilde{t})$  and  $(\tilde{e})$

merupakan variabel bebas atau independent untuk nilai  $r$ ,  $t$  and  $e$  (kecepatan motor, sudut potong dan kedalaman mata bajak).

Dengan menggunakan pendekatan polinomial untuk mencari error terkecil didapatkan nilai  $4,44135084419391 \times 10^{-05}$ , dihasilkan pada orde ke-4. Dari grafik pada Gambar 2.5, terlihat bahwa semakin dalam dan cepat kecepatan motor bajak maka semakin besar gaya horizontal. Di sisi lain, semakin besar sudut pemotongan vertikal, maka semakin kecil gaya horizontal (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).



Gambar 2. 5 (a). Grafik hubungan kedalaman mata bajak dan kecepatan motor bajak terhadap gaya horizontal pada ordo ke-4. (b). Grafik hubungan sudut potong mata bajak dan kecepatan motor bajak terhadap gaya horizontal pada ordo ke-4 (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).

Selain mengenai gaya tarik bajak singkal untuk pemodelan porositas tanah dengan menggunakan fungsi *polynomial* juga dilakukan pemodelan dalam perumusan seperti Persamaan (6).

$$P = f(p) \quad (6)$$

Dimana  $P$  adalah porositas tanah dan  $f(p)$  merupakan fungsi *fitting*, Variabel terikat  $P$  merupakan bagian dari variable bebas  $f(p)$  seperti Persamaan (7),

$$f(p) = \{k_1 \dots k_n, l_1 \dots l_n, m_1 \dots m_n\} \quad (7)$$

Vareable  $k$  adalah kecepatan motor bajak singkal,  $l$  adalah sudut potong vertikal dari pisau bajak dan  $m$  adalah kedalaman, untuk seluruh nilai himpunan dari  $\{0, \dots, n\}$ . Dengan fungsi polinomial dihasilkan pemodelan seperti pada Persamaan (8,9,10) (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018).

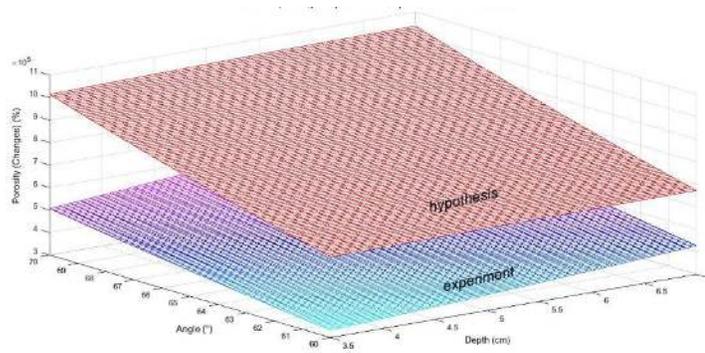
$$\tilde{k} = k + (c_{k1}k_1^{o'_0}l_1^{o''_0}m_1^{o'''_0} + \dots + c_{ki}k_j^{o'_i}l_j^{o''_i}m_j^{o'''_i} + \dots + c_{kn}k_q^{o'_n}l_q^{o''_n}m_q^{o'''_n}) \quad (8)$$

$$\tilde{l} = l + (c_{l1}k_1^{o'_0}l_1^{o''_0}m_1^{o'''_0} + \dots + c_{li}k_j^{o'_i}l_j^{o''_i}m_j^{o'''_i} + \dots + c_{ln}k_q^{o'_n}l_q^{o''_n}m_q^{o'''_n}) \quad (9)$$

$$\tilde{m} = m + (c_{m1}k_1^{o'_0}l_1^{o''_0}m_1^{o'''_0} + \dots + c_{mi}k_j^{o'_i}l_j^{o''_i}m_j^{o'''_i} + \dots + c_{mn}k_q^{o'_n}l_q^{o''_n}m_q^{o'''_n}) \quad (10)$$

Dimana  $c_{si}$ ,  $c_{ai}$  dan  $c_{di}$  merupakan koefisien *polynomial*, untuk nilai  $n$  merupakan variabel dependen terhadap ordo *polynomial*  $r$  yang sama dengan hasil permutasi, untuk  $o'_i$ ,  $o''_i$  and  $o'''_i$  yang sesuai dengan  $o'_i, o''_i, o'''_i \in \{0,1, \dots, r\}$ ,  $o'_i, o''_i, o'''_i \leq r$  untuk seluruh nilai  $i = 0, \dots, n$ , semua nilai permutasi  $\{o', o'', o'''\}$  adalah nilai unik,  $(\tilde{k})$ ,  $(\tilde{l})$  and  $(\tilde{m})$  merupakan variabel bebas atau independent untuk nilai  $k$ ,  $l$  and  $m$  (kecepatan motor, sudut potong dan kedalaman mata bajak).

Dengan menggunakan pendekatan polinomial dan mencari *error* terkecil untuk mendefinisikan model matematis untuk pengaruh kecepatan pembajakan, sudut potong vertikal dan kedalaman pembajakan terhadap porositas tanah dihasilkan pada ordo ketiga dengan rata-rata error  $1,10 \times 10^{-07}$  (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018). Pemodelan menunjukkan bahwa semakin besar sudut potong vertikal, semakin dalam dan semakin cepat motor membajak akan membuat porositas semakin meningkat dan terbukti seperti percobaan yang dilakukan seperti grafik pada Gambar 2.6.

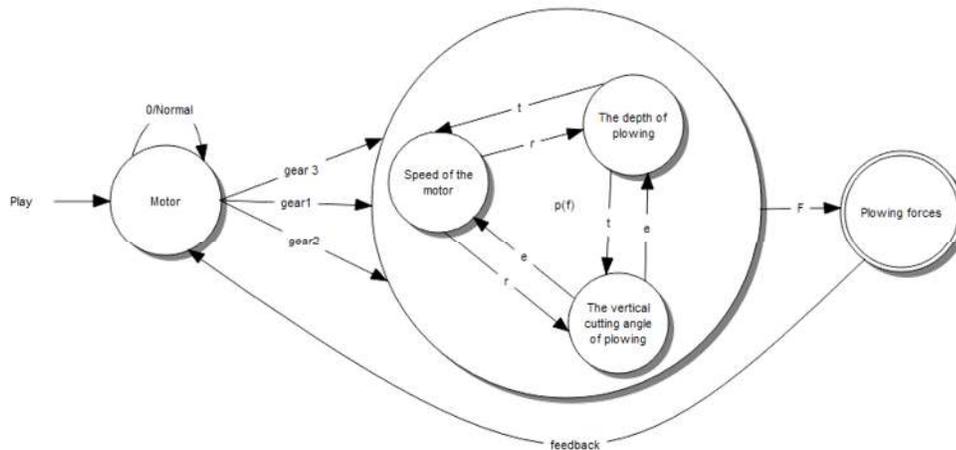


Gambar 2. 6 Grafik hasil percobaan berdasarkan pemodelan porositas tanah yang dipengaruhi oleh kecepatan pembajakan, sudut potong vertikal dan kedalaman pembajakan (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018).

#### 2.4 Desain *Serious Game* Pengolahan Tanah dengan Bajak Singkal menggunakan HFSM

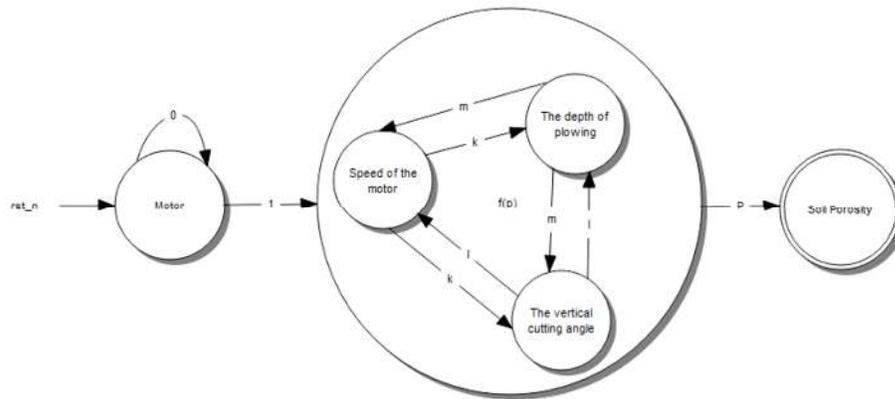
*Finite State Machine* (FSM) adalah sistem yang menentukan urutan dari berbagai *behaviour* dan disajikan dalam bentuk *state* dan *transition* sedangkan *Hierarchical Finite State Machine* (HFSM), sebuah *state* memungkinkan untuk memiliki *state* lain yang disebut *slave state* atau *substate*, dan yang mengandung *slave* disebut *master state* atau *super state*.

Desain dalam bentuk HFSM pengaruh kecepatan motor, sudut potong mata bajak dan kedalaman terhadap gaya tarik bajak singkal seperti Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 HFSM pengaruh kecepatan motor, sudut potong mata bajak dan kedalaman terhadap gaya tarik bajak singkal (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).

Pemain memulai dengan menghidupkan mesin motor sebagai keadaan awal, terdapat tiga pilihan gigi atau *gear* yang mempengaruhi kecepatan bajak, pada transisi 1 maka memiliki kecepatan rendah, jika nilai 2 transisi menunjukkan kecepatan sedang dan pada nilai 3 transisi menunjukkan kecepatan tinggi. Motor mulai bergerak, namun jika bernilai 0 motor berhenti. *Superstate*  $p(f)$  adalah fungsi polinomial yang dipengaruhi oleh transisi  $r$  untuk kecepatan *substate* motor, transisi  $t$  untuk *substate* sudut pemotongan vertikal bajak, dan transisi  $e$  untuk *substate* kedalaman bajak. Dari parameter-parameter ini, mereka saling berhubungan dan menghasilkan nilai transisi  $F$  yang merupakan keadaan gaya bajak. Transisi balik atau transisi umpan balik dari keadaan kekuatan bajak adalah bentuk upaya untuk menciptakan situasi di mana pemain merasa seperti situasi nyata. Perhitungan sederhana dilakukan dengan memberikan nilai kedalaman pembajakan, sudut potong vertikal dan kecepatan pembajakan,  $(r,t,e)$ . Misalnya kedalaman bajak, sudut potong vertikal dan kecepatan bajak  $(3,5 ;70 ; 6,8085)$ , dengan menggunakan rumus polinomial orde 4 dihasilkan gaya bajak 18,0576. (Adisusilo, Hariadi, Mulyanto, et al., 2018).



Gambar 2. 8 HFSM pengaruh kecepatan motor, sudut potong mata bajak dan kedalaman terhadap porositas tanah (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018).

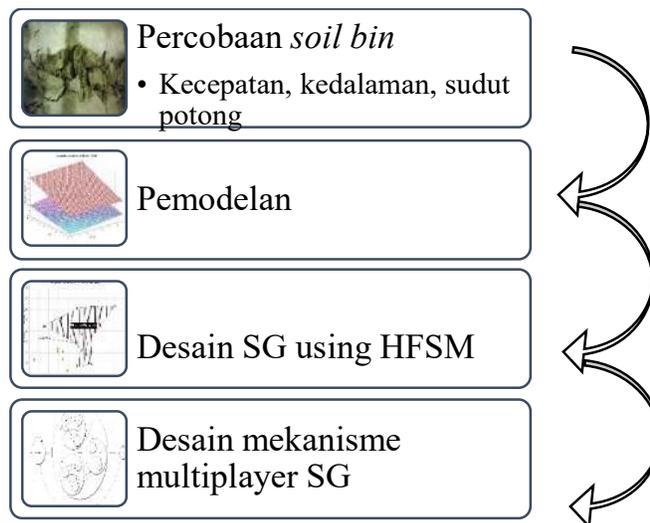
Gambar 2.8, menunjukkan desain *serious game* dengan HFSM untuk pengaruh kecepatan motor, sudut potong mata bajak dan kedalaman terhadap porositas tanah. Dimulai dengan keadaan awal motor, ketika ada nilai transisi 1, motor mulai bergerak, kemudian motor berhenti jika 0. *Superstate*  $f(p)$  adalah fungsi *polinomial* yang dipengaruhi oleh transisi  $k$  untuk kecepatan *substate* motor, transisi  $l$  untuk *substate* sudut pemotongan vertikal, dan transisi  $m$

untuk *substate* kedalaman bajak. Dari parameter-parameter tersebut saling berhubungan dan menghasilkan nilai transisi  $P$  yang merupakan keadaan porositas tanah (Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018).

### III.METODOLOGI SERIOUS GAME DALAM PENGOLAHAN TANAH (*SOIL BIN*)

Metode penelitian diawali dengan melakukan studi pustaka tentang penelitian dan literatur yang berkaitan dan mendukung penelitian, yaitu: *serious game*, *multiplayer game*, pemodelan *serious game* dan juga berbagai pustaka lain yang mendukung. Dari berbagai pustaka tersebut memunculkan sebuah permasalahan yang telah dibahas pada bagian pertama. Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan *literature review* dari berbagai publikasi baik berupa jurnal atau prosiding untuk mendukung keselarasan pada penelitian yang dijadikan buku monograf ini. Sebagai bentuk dari tindak lanjut penelitian dilakukan percobaan langsung dengan meneruskan percobaan sebelumnya yaitu menggunakan *soil bin* di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah diawali dengan uji coba pengolahan tanah yang disebut *soil bin*, dengan menggunakan bajak singkal di laboratorium Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Hasil percobaan *soil bin* tersebut adalah data penguat untuk membuat sebuah desain *multiplayer serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal, alur penelitian secara menyeluruh merupakan metode penelitian, Gambar 3.1.

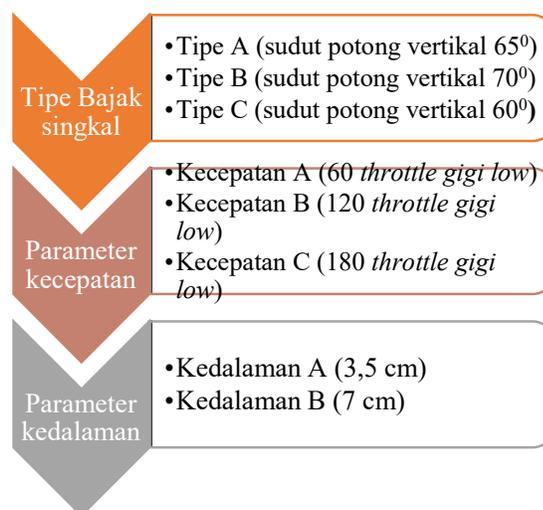


Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian desain mekanisme multiplayer SG pengolahan tanah dengan bajak singkal.

### 3.1 Percobaan dengan menggunakan *Soil Bin*

Percobaan *soil bin* dilakukan di laboratorium Teknik Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta untuk menguji pengolahan tanah menggunakan bajak singkal berdasarkan kecepatan motor, kedalaman dan sudut potong mata bajak. Bajak singkal yang digunakan ada beberapa jenis mata bajak dengan perbedaan besar sudut potong vertikal, selain itu juga dengan kedalaman yang berbeda dalam proses pembajakannya. Untuk kecepatan bajak, berdasarkan pada penggunaan *gear* / gigi motor bajak, dimana terdapat tiga perbedaan gear motor bajak seperti pada Gambar 3.2. Selain data porositas dihasilkan data gaya tarik bajak, yang diukur menggunakan sensor strain gauge, dimana hasil dari pembacaan sensor langsung bisa ditampilkan dan disimpan di dalam komputer. Gaya tarik bajak tersebut menunjukkan draf spesifik bajak yang digunakan. Jenis tanah yang digunakan beserta sifat fisik awal tanah seperti kadar air, tekstur, struktur, *cone index* tanah dan juga kepadatan tanah dianggap sama, karena dalam persiapan tanah uji dilakukan perlakuan olah tanah yang sama. Tanah yang digunakan termasuk dalam tekstur geluh pasir (sandy clay) dengan nilai index plastisitas 7,722 %, dengan kadar air sekitar 72%. Pada percobaan *soil bin* terdapat beberapa tahapan sampai akhirnya dihasilkan data, tahap tersebut adalah :

- a. Persiapan peralatan pendukung uji *soil bin*.
- b. Persiapan tanah uji.
- c. Kalibrasi *soil bin*.
- d. Menjalankan uji *soil bin* (*running soil bin*).



Gambar 3. 2 Parameter pengujian dengan *soil bin*

**Persiapan peralatan pendukung uji *soil bin*.**

**a. Kotak tanah dan rangka besi.**

Kotak tanah terbuat dari bahan kayu berfungsi sebagai tempat tanah uji yang dimasukkan kedalam *soil bin*, sedangkan rangka besi sebagai kerangka dari kotak tanah sehingga membuat kotak tanah tidak rusak ketika dilakukan penyiraman pada tanah yang berada di dalam kotak tersebut. Ukuran kotak tempat tanah adalah : lebar Kotak =52 cm, panjang kotak = 78 cm dan tinggi kotak = 30 cm. Model kotak tanah dan kerangka besi seperti pada Gambar 3.3.

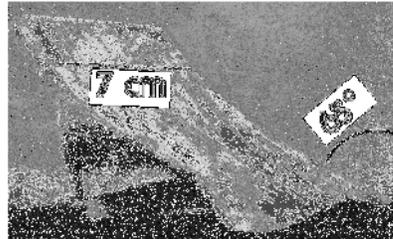


Gambar 3. 3 Kotak tanah sebagai pendukung dalam percobaan *soil bin*

**b. Bajak singkal.**

Untuk mata bajak yang digunakan ditentukan tiga jenis mata bajak dengan perbedaan sudut potong vertikal dan lebar *mouldboard*, yaitu bajak A dengan  $65^{\circ}$  dan 7cm, bajak B dengan  $70^{\circ}$  dan 7,5cm, serta bajak C dengan  $60^{\circ}$  dan 9cm . Sudut potong vertikal bajak adalah sudut potong bajak terhadap garis yang tegak lurus dengan permukaan tanah, sedangkan lebar *mouldboard* adalah lebar penampang sisi bajak. Mata bajak yang

digunakan adalah mata bajak simulasi (mini), yang sudah sesuai dan bagian dari peralatan *soil bin*. Detail spesifikasi dari masing-masing bajak singkal yang digunakan seperti pada Gambar 3.4.



(a)



(b)



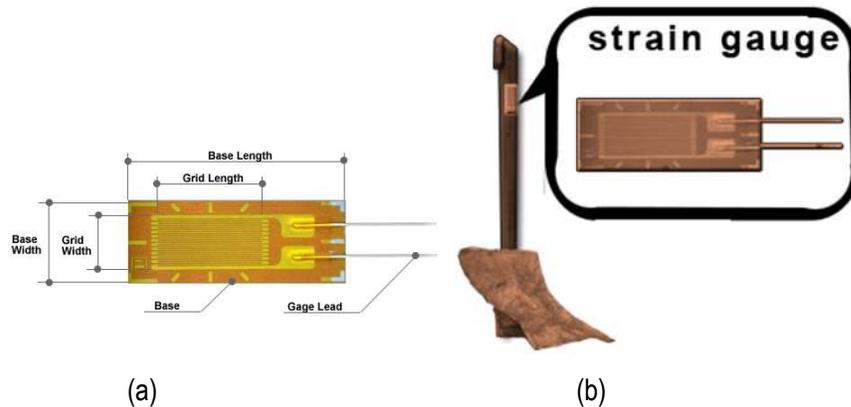
(c)

Gambar 3. 4 Jenis bajak yang digunakan dalam percobaan *soil bin*, (a) Tipe bajak A, (b) Tipe bajak B, (c) Tipe bajak C

**c. Strain Gauge.**

*Strain gauge* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur regangan suatu objek. Alat ini berbentuk foil logam yang bersifat insulatif (isolasi) yang menempel pada benda yang akan diukur tekanannya. Jika tekanan pada benda berubah, maka foilnya akan terdeformasi, dan tahanan listrik alat ini akan berubah. Perubahan tahanan listrik ini akan dimasukkan ke dalam rangkaian jembatan *wheatstone* yang selanjutnya diteruskan ke mikrokontroler sehingga data digital dapat dibaca oleh komputer. *Strain gauge*

ditempelkan pada lengan besi, dimana pada lengan besi tersebut terdapat bajak singkal. *Strain gauge* yang digunakan dalam percobaan ini adalah dua buah, detail komponen *strain gauge* dan tempat menempelkannya terlihat seperti Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 (a). *Strain gauge*, (b) Posisi pemasangan *strain gauge* pada batang besi bajak singkal dalam percobaan *soil bin*.

#### **d. Mikrokontroler.**

Perangkat *mikrokontroler* digunakan untuk melengkapi pada saat pengukuran regangan pada *soil bin* saat proses pembajakan. Perangkat ini dihubungkan dengan komputer, sehingga data regangan yang dihasilkan oleh *strain gauge* dirubah dalam bentuk digital dan dapat dibaca oleh komputer. Detail *mikrokontroler* yang digunakan dalam uji *soil bin* seperti gambar 3.6.

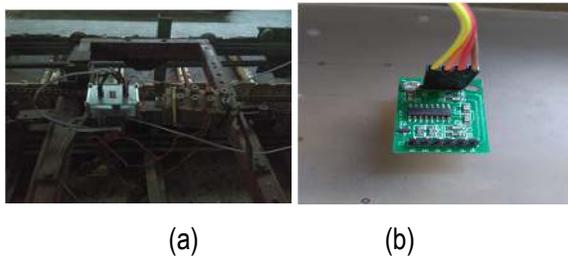


Gambar 3. 6 Perangkat mikrokontroler dalam percobaan *soil bin*.

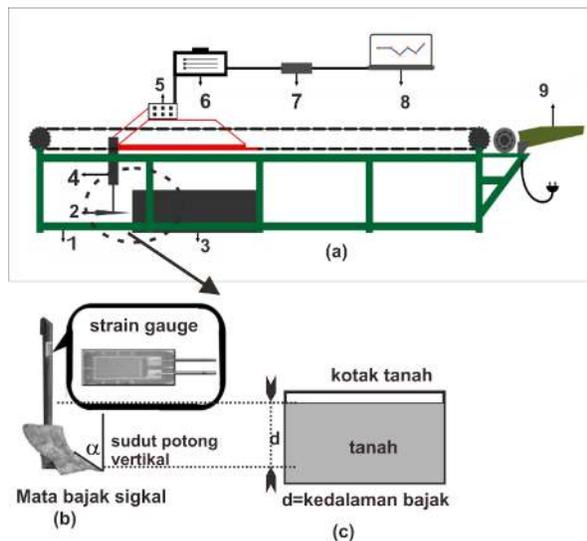
**e. Jembatan *Wheatstone* dan *Strain Amplifier*.**

Jembatan *wheatstone* dipergunakan karena perubahan *strain gauge* relatif kecil sehingga diperlukan untuk memperoleh ketelitian dalam pengukuran. Karena menggunakan dua buah *strain gauge* maka jembatan *wheatstone* pada mode aktif-dummy. Sedangkan *strain amplifier* digunakan sebagai penguat sinyal regangan dari *strain gauge*. Detail jembatan *wheatstone* dan *strain amplifier* seperti Gambar 3.7.

Seluruh perlengkapan pendukung *soil bin* dipasang dalam satu peralatan uji sehingga proses uji bisa dilaksanakan. Keseluruhan peralatan uji *soil bin* seperti Gambar 3.8.



Gambar 3. 7 (a).Jembatan *wheatstone*, (b). *Strain amplifier* dalam percobaan *soil bin*.



Gambar 3. 8 (a).peralatan *soil bin*, (b). Letak *strain gauge*, (c). Tanah pada kotak dan kedalaman bajak sigkal.

Bagian-bagian pada Gambar 3.8 (a), adalah:

1. Kerangka *soil bin*.
2. Bajak singkal.
3. Kotak tanah.
4. Batang besi penyangga mata bajak dan tempat meletakkan strain gauge.
5. Jembatan *wheatstone*.
6. *Strain amplifier*.
7. Mikrokontroler.
8. Komputer.
9. Motor penggerak bajak.

### **Persiapan tanah uji.**

Tanah uji merupakan tanah yang diambil dari daerah Sindet Bantul Yogyakarta. Sebelum dimasukkan di kotak tanah dilakukan pemisahan tanah dari kerikil dan batu serta menghilangkan kotoran dan gulma yang terbawa. Tanah dimasukkan kotak dengan tinggi tanah di dalam kotak adalah 25 cm. Untuk mengkondisikan tanah seperti keadaan di lapangan dilakukan penyiraman sehingga terjadi kepadatan pada tanah tersebut. Penyiraman dilakukan selama tiga sampai empat minggu, seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Persiapan tanah uji dan dilakukan penyiraman selama tiga sampai empat minggu pada percobaan *soil bin*

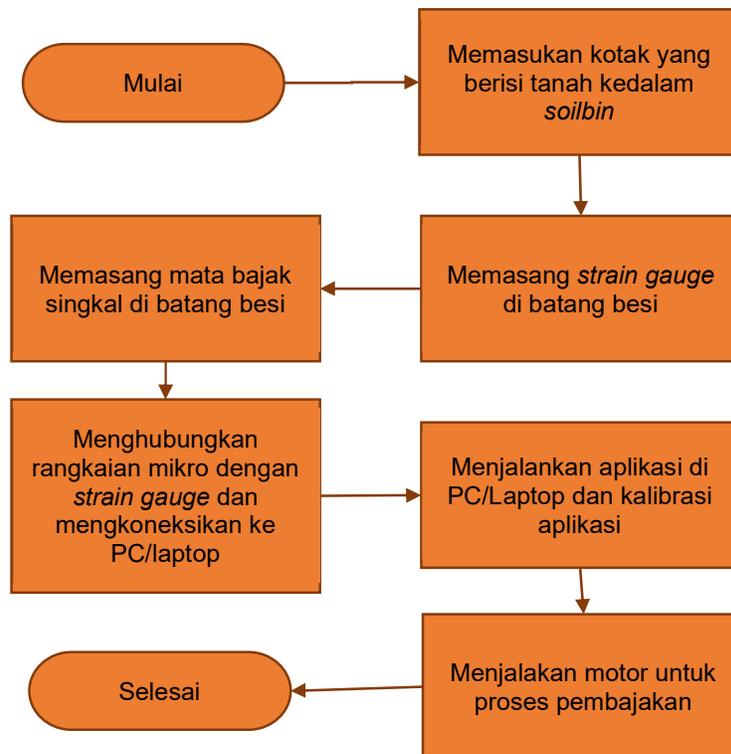
### Kalibrasi *soil bin*.

Kalibrasi ini digunakan untuk mendapatkan hasil yang baik dari uji *soil bin*, proses kalibrasi dengan cara memberi beban pada batang besi dengan secara manual ditarik dan diukur dengan timbangan tarik digital. Proses kalibrasi telah dilakukan penelitian sebelumnya dan menghasilkan Persamaan 3.1 [xxx];

$$y = 117,57 x + 499,82 \quad (3.1)$$

dengan  $x$  menunjukkan hasil pembacaan beban ( $kg$ ) dan  $y$  menunjukkan nilai tegangan ( $mV$ ), dengan nilai koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,9853$ , pada lengan batang besi 58cm. Hasil kalibrasi tersebut sebagai acuan untuk percobaan *soil bin* yang dilakukan dalam penelitian ini.

### Menjalankan uji *soil bin* (*running soil bin*).



Gambar 3. 10 Alur *running* uji coba pada percobaan *soil bin*

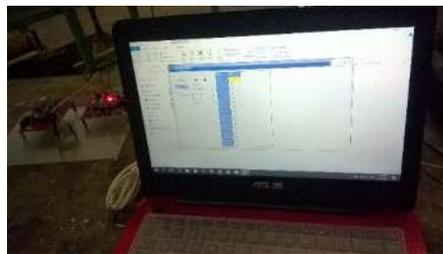
Kotak berisi tanah yang sudah dikondisikan kepadatannya, dimasukkan dalam lajur *soil bin*. *Strain gauge* dipasang pada batang besi dan juga memasang mata bajak singkal pada ujung batang besi. Seluruh rangkaian dari jembatan *wheatstone*, *strain amplifier* dan juga mikrokontroler dihubungkan dan dikoneksikan ke komputer.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. 11 (a). Kotak tanah pada lajur uji *soil bin*, (b). Contoh hasil uji setelah tanah dibajak dengan bajak singkal, (c). Data dari *strain gauge* terlihat di komputer, pada saat *running soil bin*

Sebelum dilakukan uji dilakukan kalibrasi program sehingga hasil mempunyai akurasi yang tinggi. Setelah semua siap, maka motor dijalankan dan mengatur kecepatannya dengan *gear/gigi*. Proses tersebut dilakukan berulang ulang dengan mengganti kotak tanah, mata bajak dan juga kecepatan dari motor. Hasil dari gaya akan terlihat di komputer dan untuk mengetahui porositas hasil uji dilakukan uji laboratorium untuk tanah tersebut, untuk lebih jelasnya pada Gambar 3.11.

### 3.2 Pemodelan

Pemodelan menggunakan perhitungan secara matematis dengan menggunakan fungsi polinomial, untuk mendapatkan fungsi fitting dari porositas tanah dan gaya tarik bajak. Untuk penentuan fungsi fitting dengan cara membandingkan nilai error terkecil dari setiap ordo dan selanjutnya dilakukan pemodelan dengan beberapa metode lain seperti *neural network* dan juga *multi objective optimization*.

### 3.3 Desain SG menggunakan HFSM

Desain *Serious Game* menggunakan HFSM merupakan gambaran dari skenario serious game. Pada desain ini dimunculkan domain keterlibatan pemain dengan memberi alur umpan balik dari permainan ke pemain, sehingga dihasilkan pengalaman belajar yang lebih dalam proses di *serious game*.

### 3.4 Desain mekanisme *multiplayer SG*

Pada bagian ini dengan mengacu pada *Learning Mechanics – Game Mechanics* (LM-GM) dilakukan desain *multiplayer serious game* dengan mengangkat konten secara umum yang bersifat konsep atau teorema dan juga implementatif secara konkrit .

## IV. DESAIN *SERIOUS GAME*

### 4.1 Desain Pembelajaran Dalam *Serious Game*

Penelitian ini menganalisis model LM-GM dalam perspektif *Self-determination theory* (SDT) untuk mengidentifikasi komponen SDT yang terkait dengan motivasi belajar dalam konteks *digital game based learning* (DGBL) dan untuk mengevaluasi komponen SDT yang digunakan dalam *Learning Mechanics and Game Mechanics* (LM-GM). Berdasarkan analisis tersebut, dihasilkan kerangka LM-GM dan SDT dalam konsep permainan multiplayer yang dapat membantu mengeksplorasi komponen dasar untuk meningkatkan motivasi pemain dalam *serious game*.

#### A. Motivasi dan *Self-determination theory* (SDT)

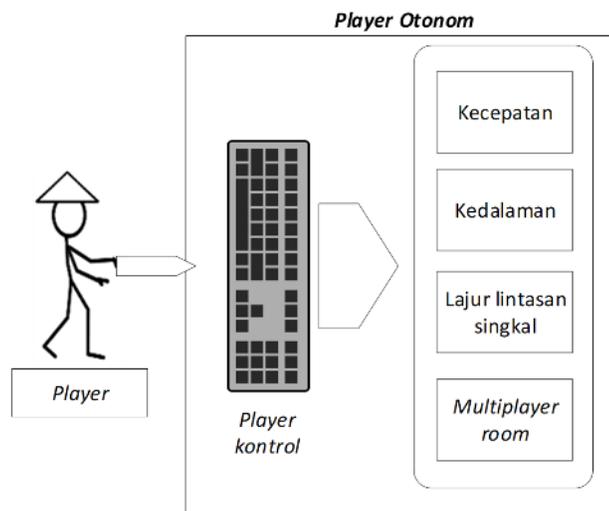
Dalam teori umum motivasi untuk konsep DGBL adalah konsep pengalaman yang mengalir atau *flow experience* (Arnab et al., 2015a; Su & Kai-Chong Hsaio, 2015), sehingga alur dari permainan secara alami bisa menimbulkan pengalaman tersendiri terhadap pemainnya. Teori aliran merupakan konsep yang disebut *flow experience*, konsep ini dapat didefinisikan sebagai proses lengkap dalam penyerapan kognitif atau *engagement* pemain, dimana individu tidak dipengaruhi oleh pikiran atau emosi yang tidak berhubungan dengan proses permainan yang mempunyai tujuan khusus untuk memasukkan suatu pengetahuan ke dalam pemain yang disertai dengan aliran berulang sebagai bentuk *feedback* kepada bermain dan terdapat evaluasi dari hasil permainannya.

Konsep motivasi pemain terdapat dua jenis yang berbeda: motivasi intrinsik dan motivasi *ekstrinsik*. *Intrinsic motivation* (IM) merupakan perilaku yang dilakukan karena minat dan kesenangan yang berasal dari diri sendiri sedangkan *ekstrinsic motivation* (EM) berkaitan dengan perilaku yang dilakukan karena dorongan dari luar untuk mencapai hasil tertentu. Motivasi *intrinsic* sering digunakan dengan dipicu permainan yang menyenangkan (Liu et al., 2011) sedangkan motivasi *ekstrinsic* bisa muncul karena terdapat tantangan dalam proses permainannya.

Sedangkan dalam SDT yang menitik beratkan pada IM dapat diartikan memunculkan kesenangan juga diperlukan dalam desain SG, tetapi dari sisi EM harus bisa menimbulkan motivasi bagi pemain melalui model tantangan yang membuat pemain penasaran dan merasa terbimbing dalam permainannya. Dalam pembelajaran siswa dalam konsep SDT bisa lebih cepat mencapai *flow experience* dan *immersive* terkait dengan konsep *Cognitive Evaluation Theory* (CET) yang merupakan inti dari SDT, dimana terdapat tiga hal untuk mencapai pertumbuhan motivasi *internal*

yang bisa dihasilkan dari konsep motivasi *ekstrinsic* yaitu otonomi, kompetensi dan keterkaitan (Deci, 1975; Shenaq, 2021).

Otonomi sebagai pemain adalah sebuah konsep yang mengacu pada kemampuan "untuk mengatur diri sendiri dan mengatur perilakunya sendiri" (Deci & Ryan, 2009), sehingga dalam mekanisme permainan terdapat kontrol sebagai bentuk kebebasan dari pemain dalam melakukan permainan dan mendukung tingkah laku secara leluasa dalam permainan. Mekanisme yang mendukung otonomi pemain seperti Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram konsep otonomi player pada SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal

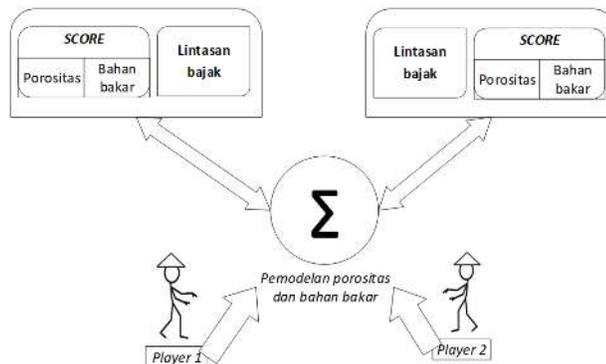
Kompetensi bisa didapatkan karena "*engagement* yang optimal" sehingga terdapat sebuah tantangan yang diselesaikan dengan keterlibatan pemain bisa optimal (Adisusilo et al., 2020), tantangan dibuat dan berkorelasi dengan keadaan realita serta keadaan sosial, dalam desain SG pengolahan tanah kompetensi dibentuk sebagai hasil ketika memecahkan masalah yang tercepat untuk membuat efisien dari bahan bakar dengan kebebasan penentuan perilaku otonom kepada pemain. Wujud mekanisme kompetensi juga terlihat dari persaingan dengan pemain lain dalam ruang multiplayer, untuk mencapai nilai porositas yang optimal dan konsumsi bahan bakar yang sedikit seperti Gambar 4.2.

Keterkaitan pemain merupakan sebuah dorongan sosial dalam pencapaian sesuatu, dan bisa dicapai jika terdapat keterkaitan dan pengalaman dalam lingkungan baik secara individual atau bersama orang lain (Deci & Ryan, 2004).



Gambar 4. 2 Diagram kompetensi antar pemain untuk mencapai porositas yang optimal dan bahan bakar yang efisien.

Dalam desain SG pengolahan tanah ini keterkaitan yang dibentuk adalah penggunaan lahan yang mempunyai bentuk sama baik luas atau secara *interfaces* sehingga mempunyai tujuan yang sama, sehingga dengan keterkaitan juga timbul persaingan dan meningkatkan tantangan dan menghasilkan pengalaman yang secara alami mengalir diantara para pemain. Keterkaitan antar pemain selain dari sisi *user interfaces* juga dari sisi pemodelan untuk mencapai porositas yang optimal (Adisusilo et al., 2015) dan bahan bakar yang efisien, untuk lebih jelasnya seperti Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Diagram keterkaitan antara pemain dalam mekanisme SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal.

**B. Korelasi motivasi dan otonomi dalam SDT**

Jenis motivasi dalam SDT dibedakan berdasar latar belakang atau tujuan terkait dengan tindakan tersebut meliputi motivasi menyangkut energi, arah, ketekunan, dan keseimbangan aspek- aspek tersebut yang secara umum dibagi menjadi tiga jenis yaitu *amotivation* atau kurangnya motivasi, motivasi *intrinsik* dan motivasi *ekstrinsik* (Deci & Ryan, 2004)

Dalam *serious game* agar muncul pengalaman yang mendalam perlu diberi kebebasan dalam hal ini merupakan otonomi pemain sehingga dapat mengembangkan pada tingkat kompetensi tertentu, dan secara sosial mempunyai keterikatan dengan pihak lain. Kemampuan peserta didik dalam otonomi berkaitan dengan keadaan di dalam kelas Reeve (2002), sehingga jika dalam sebuah permainan kemampuan pemain dipengaruhi oleh *environment* yang diciptakan dalam permainannya tersebut. Guru sebagai pengajar bisa sebagai pendorong bagi siswa untuk memiliki otonomi tertentu sehingga siswa bisa berkembang, merasa lebih kompeten, lebih percaya diri, juga lebih kreatif. Dalam permainan khususnya SG guru bisa diciptakan dari alur permainan yang terdapat feedback sehingga bisa jadi pemberi petunjuk bagi pemain dan terdapat fitur fitur otomatis dari sistem permainan untuk mendorong terjadinya peningkatan otonomi pemain yang disebut dengan *autonomous otonom*. Konsep SG yang masih terdapat sisi kesenangan bisa dijadikan penghubung tentang kebutuhan, minat, tujuan, kemampuan bahkan budaya dari pemain sehingga motivasi pemain bisa muncul. Dalam hal pengolahan tanah menggunakan bajak singkal bisa dikembangkan secara spesifik desain mekanisme permainan yang didukung dengan adanya model LG-GM. Model seperti LM-GM dalam desain SG sangat berguna, karena memberikan kemungkinan untuk menggunakan mekanisme permainan dengan cara yang mendorong komponen SDT. Korelasi motivasi dan otonomi dalam peningkatan model SDT dalam SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal seperti Gambar 4.4.

<b>Amotivation</b>	<b>Motivasi Ekstrinsik</b>				<b>Motivasi Intrinsik</b>
<b>SG tanpa skenario jelas</b>	<b>Aturan lingkungan luar SG</b>	<b>Tuntutan lingkungan SG</b>	<b>Mengidentifikasi alur SG</b>	<b>Terhubung dalam alur SG</b>	<b>SG yang menyatu dengan pemain</b>
<b>Kesenjangan motivasi</b>	<b>Motivasi terkontrol kondisi tertentu</b>		<b>Motivasi tumbuh secara alami</b>		
<b>Otonomi pemain rendah</b>	<----->				<b>Otonomi pemain tinggi</b>

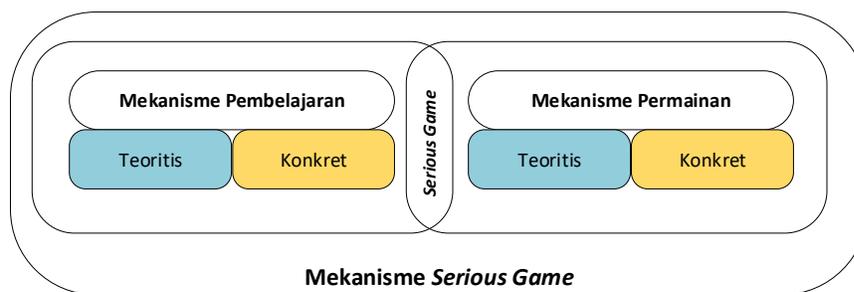
Gambar 4. 4 Desain korelasi motivasi untuk meningkatkan SDT.

Gambar 4.4, Menunjukkan bahwa *amotivation* atau kurangnya motivasi terjadi jika serious game tidak mempunyai skenario yang jelas sehingga menyebabkan kesenjangan motivasi antar pemain dan dari sisi otonomi pemain juga rendah. Untuk motivasi ekstrinsik bisa terkontrol motivasi dari pemain untuk keadaan adanya aturan pendukung dari lingkungan permainan dan terdapat tuntutan dari lingkungan permainan, dengan dua hal tersebut dapat sebagai pemicu motivasi bagi pemain. Sedangkan secara alami motivasi ekstrinsik dapat tumbuh Ketika pemain bisa mengidentifikasi alur dalam serious game dan merasa terhubung dengan serius game tersebut. Motivasi intrinsik secara alami akan muncul dari masing-masing pemain Ketika pemain bisa menyatu dengan *serious game*, sehingga konsep *engagement* dan *immersifitas* yang tinggi secara langsung akan menumbuhkan motivasi tersebut.

## 4.2 DESAIN MULTIPLAYER SERIOUS GAME

### a. Desain model LG-GM serious game pengolahan tanah

Untuk memetakan elemen pedagogis ke gameplay yang menghibur menggunakan LM-GM beracuan kepada konsep SG dimana pedagogis merupakan sebuah unsur yang abstrak sedangkan elemen gameplay merupakan bagian yang konkrit (Arnab et al., 2015b). Ini menunjukkan bahwa pedagogi dan metodenya bersifat abstrak (teoritis dan konseptual), sedangkan mekanika permainan bersifat konkrit, yaitu dengan alur jelas dan algoritma, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Diagram umum hubungan mekanisme pembelajaran dan mekanisme permainan

Dalam SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal bagian yang bersifat teoritis dan konseptual atau bersifat abstrak adalah pembelajaran tentang bagaimana pengolahan tanah

menggunakan bajak singkal yang tepat, sedangkan bagian yang konkrit merupakan penerapan teoritis tersebut dalam konsep pedagogis. Desain mekanisme pembelajaran yang bersifat abstrak dan konkrit seperti diagram Gambar 4.6.

Mekanisme Pembelajaran	
Abstrak	Konkret
Instruksi	Diulang-ulang
Petunjuk	Ditunjukkan
Partisipasi	Aktif
Umum/ Khusus	Kegiatan
Observasi	Umpan balik
Penggalian	Tanya jawab
Perencanaan	Diskusi
Obyektif	Menganalisa
Hipotesa	Pembatasan
Motivasi	Pendampingan
Memiliki	Model
Tanggungjawab	Simulasi
Menjelaskan	Penilaian
Menemukan	Hasil
Kompetisi	Kelompok

Gambar 4. 6 Desain mekanisme pembelajaran yang bersifat abstrak dan konkrit pada SG pengolahan tanah.

Berdasarkan model LG-GM Gambar 4.6 pada bagian yang dilingkari adalah untuk menekankan konsep SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkat terdapat komponen konkrit tambahan yaitu penilaian/asesmen, hasil dan kelompok. Pada mekanisme pembelajaran penilaian adalah perlu untuk mengetahui kemampuan selain itu hasil harus diketahui dan konsep belajar kelompok untuk bersaing dan bekerjasama juga bisa dimunculkan.

Untuk desain mekanisme permainan yang juga terdapat unsur bersifat abstrak dan konkrit seperti Gambar 4.7. Area yang ditandai dengan kotak merah diperlukan sebagai penjelasan dari keadaan

konkrit untuk konsep kolaborasi dan kompetisi, dimana diperlukannya *sharing* hasil / skor dan juga berkelompok terutama untuk mendukung mekanisme permainan dalam *serious game*.

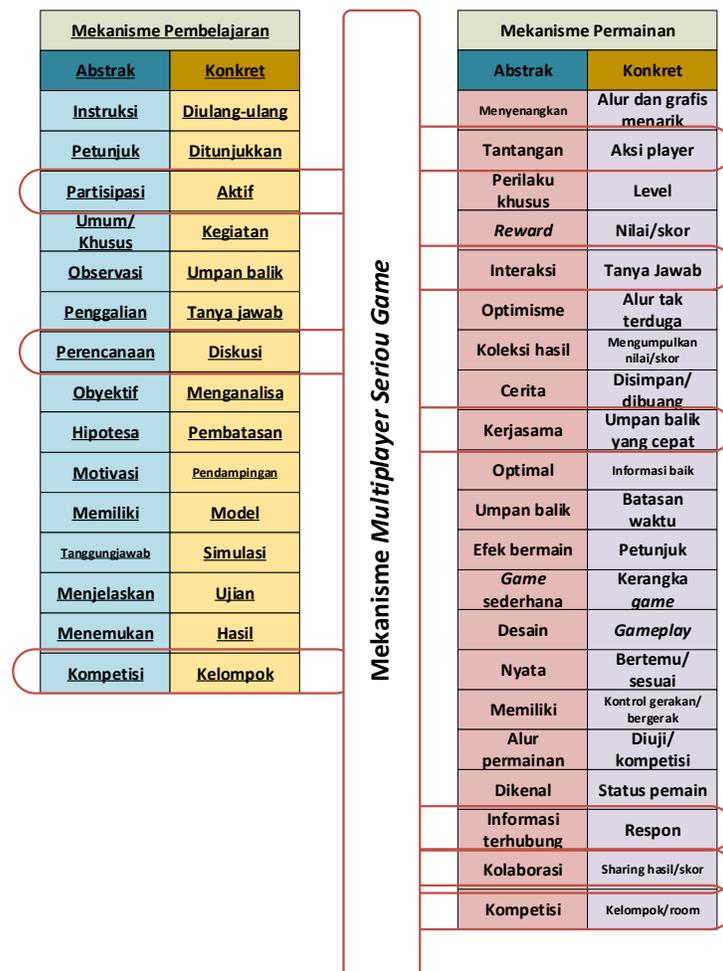
Mekanisme Permainan	
Abstrak	Konkret
Menyenangkan	Alur dan grafis menarik
Tantangan	Aksi player
Perilaku khusus	Level
Reward	Nilai/skor
Interaksi	Tanya Jawab
Optimisme	Alur tak terduga
Koleksi hasil	Mengumpulkan nilai/skor
Cerita	Disimpan/ dibuang
Kerjasama	Umpan balik yang cepat
Optimal	Informasi baik
Umpan balik	Batasan waktu
Efek bermain	Petunjuk
Game sederhana	Kerangka game
Desain	Gameplay
Nyata	Bertemu/ sesuai
Memiliki	Kontrol gerakan/ bergerak
Alur permainan	Diuji/ kompetisi
Dikenal	Status pemain
Informasi terhubung	Respon
Kolaborasi	Sharing hasil/skor
Kompetisi	Kelompok/ room

Gambar 4. 7 Desain mekanisme permainan yang bersifat abstrak dan konkrit pada SG pengolahan tanah.

#### 4.3 Desain Mekanisme *Multiplayer Serious Game* Pengolahan Tanah

*Multiplayer* yang mempunyai tujuan bahwa SG dapat dimainkan secara bersama atau mempunyai pemain lebih dari satu, dapat meningkatkan tantangan dari pemainnya sehingga bisa memunculkan *user experience* yang lebih tinggi (Barbara, 2015; Christou et al., 2011; Wendel & Konert, 2016). Berdasarkan konsep LG-GM untuk SG pengolahan tanah menggunakan bajak singkal pada Gambar 4.6, untuk mendukung *multiplayer* dari sisi abstrak atau konsep mekanisme pembelajaran untuk partisipasi, perencanaan dan kompetisi dengan keadaan konkrit mekanisme pembelajaran adalah aktif dalam permainan yang merupakan bentuk konsep dari partisipasi pemain, diskusi dengan pemain

lain yang merupakan bentuk dari konsep perencanaan dan juga saling berkompetisi dalam kelompok tertentu yang merupakan bentuk konsep dari kompetisi. Sedangkan dari Gambar 4.8 menunjukkan mekanisme permainan dimana dengan adanya *multiplayer* bisa mendukung dari sisi konsep permainan untuk tantangan, interaksi, kerjasama, informasi yang terhubung, kolaborasi dan kompetisi. Konkrit untuk konsep mekanisme permainan yang mendukung *multiplayer* adalah aksi pemain yang merupakan tantangan dalam permainan, interaksi antar pemain dalam bentuk konkrit tanya jawab antar pemain, informasi yang muncul karena adanya interaksi bisa secara konkrit terjadinya kolaborasi untuk saling *sharing* pengalaman yang juga merupakan bagian dari Kerjasama Ketika terjadi tanya jawab antar pemain, hal tersebut juga merupakan konsep kolaborasi dalam hal nilai atau skor yang didapat dan kompetisi dalam kelompok *multiplayer* tersebut. Sebagai penggambaran desain *multiplayer* dalam mekanisme *serious game* adalah seperti Gambar 4.8.

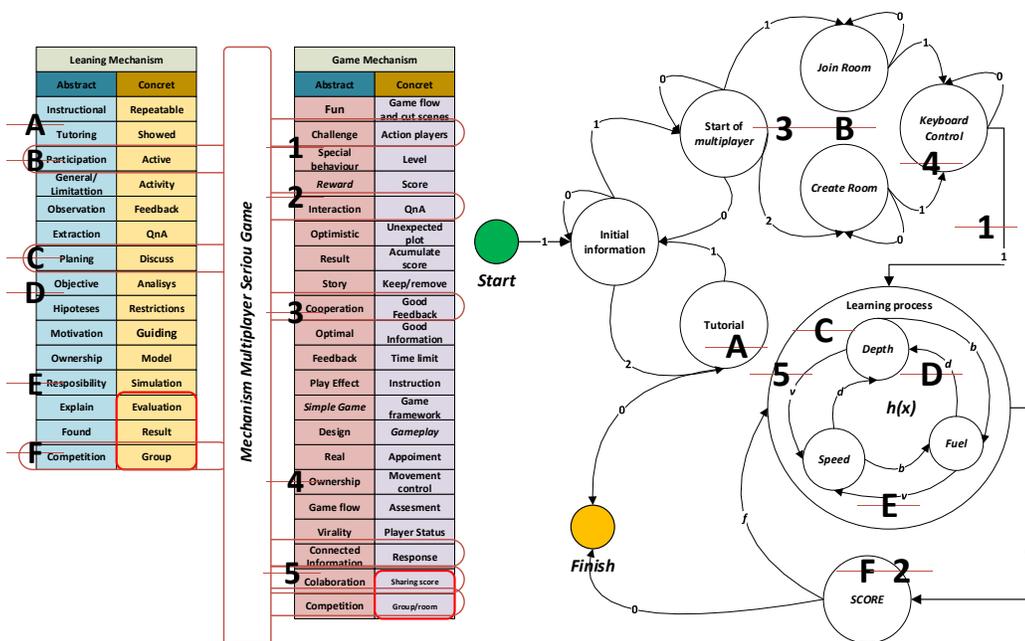


Gambar 4. 8 Desain mekanisme *multiplayer* dalam konsep LG-GM SG pengolahan tanah.

Dari Gambar 4.8. pada area penghubung yang ditandai merupakan bagian dari mekanisme konsep *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal sehingga mekanisme pembelajaran dan mekanisme permainan berdasarkan model LG-GM dapat tercapai.

#### 4.4 Desain Multiplayer Serious Game Pengolahan Tanah Berbasis HFSM

Alur *serious game* menunjukkan langkah-langkah dari pemain dalam menjalankan *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal. Alur ini merupakan *representative* dari *game play* dalam bentuk HFSM (*Hierarchical Finite State Machine*), yang merupakan representatif dari mekanisme *multiplayer serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal seperti pada Gambar.4.9. Angka dan huruf pada Gambar 4.9 menunjukkan korelasi mekanisme pembelajaran dan mekanisme permainan dalam alur *serious game* dalam bentuk HFSM, dengan penjelasan seperti Tabel.4.1.



Gambar 4. 9 Representatif desain mekanisme multiplayer serious game pengolahan tanah dengan desain alur permainan menggunakan HFSM

**Tabel 4. 1** Representatif mekanisme pembelajaran dan permainan dalam HFSM *multiplayer Serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal

<b>Learning Mechanism</b>		<b>Game Mechanism</b>		<b>State/Transition (HFSM)</b>
<b>A</b>	Instructional with repeatable	<b>1</b>	Challenge shown in Action players	Tutorial state, Transition from keyboard control state to learning process state
	Tutoring shown		Every level have a special behaviors	
<b>B</b>	Participation active	<b>2</b>	With a score to reward and shown interaction with QnA	Join room state or create room state, control a keyboard state and score state
		<b>3</b>	Make cooperation using good feedback	
<b>C</b>	Planing with a discuss	<b>4</b>	Ownership for movement control	Keyboard control state and learning process state
<b>D</b>	Objective to analysis, hipoteses about restruction			
<b>E</b>	Responsibility to use and finish simulation	<b>5</b>	Information connected and give a response, collaboration for sharing a score	learning process state
<b>F</b>	Competition in group	<b>5</b>	Competition in group room multiplayer	learning process state and score state

$h(x)$  merupakan persamaan linear sederhana untuk memodelkan hubungan antara kedalaman mata bajak, kecepatan motor penggerak dan bahan bakar yang dibutuhkan. Nilai dari transisi  $h$  pada HFSM merupakan transisi untuk masuk ke state skor permainan (Lee et al., 2022).

$$h(x) = 0.000022921 (x_1) + 0.000000701 (x_2) + 0.000035401 \quad (1)$$

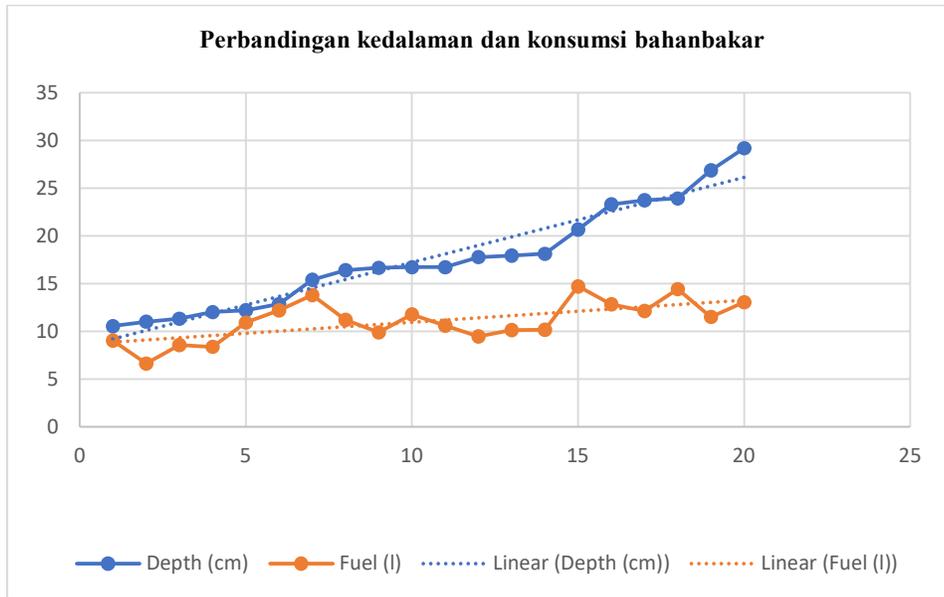
Dimana :  $x_1$ =Kedalaman ( $cm$ ),  $x_2$ =Kecepatan ( $cm/s$ ),  $h(x)$ =Konsumsi Bahan Bakar ( $l$ )

Berdasarkan persamaan (1) yang merupakan hasil dari penelitian sebelumnya [44] untuk persamaan linear sederhana dalam alur permainan yang terjadi pada state learning proses, dihasilkan data untuk 20 kali dengan kondisi kecepatan random antara 500  $cm/s$  sampai 1500  $cm/s$  dan kondisi kedalaman antara 10  $cm$  sampai 30  $cm$  maha dihasilkan data percobaan seperti Tabel 4.2.

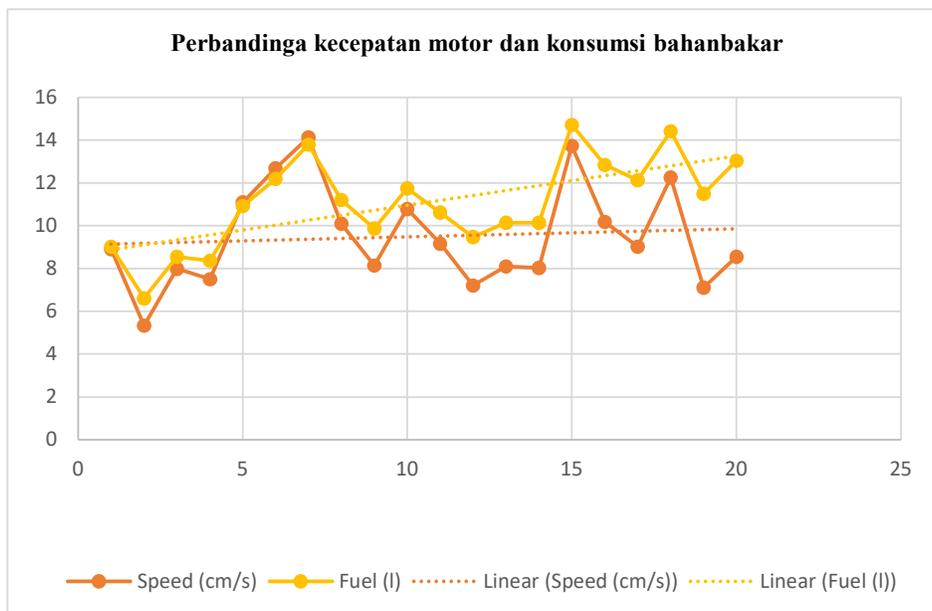
**Tabel 4. 2** Hasil uji coba alur *serious game* pada *state learning process*

<b>Depth (<math>x_1</math>)</b> <i>cm</i>	<b>Speed (<math>x_2</math>)</b> <i>cm/s</i>	<b>Fuel consumption (<math>h(x)</math>)</b> <i>liter</i>
10,54742248	891,2179128	0,000901902
10,99305016	533,0741993	0,000661058
11,31445796	798,9200858	0,000854783
12,01849832	749,4925928	0,000836271
12,18894679	1108,702521	0,001091984
12,85119472	1269,159361	0,001219644
15,39188028	1412,507274	0,001378366
16,404056	1010,576803	0,001119813
16,65463683	813,670641	0,000987525
16,70570997	1078,411131	0,001174279
16,70597701	916,9173922	0,001061078
17,76097464	720,083638	0,000947279
17,91748782	809,9238103	0,001013844
18,13496246	803,3233465	0,001014202
20,64360757	1373,684656	0,001471526
23,28770739	1018,779769	0,001283343
23,74015521	902,1926145	0,001211986
23,92010372	1225,050865	0,001442434
26,85429123	711,0291994	0,00114936
29,18528173	855,0474971	0,001303745

Dari Tabel 4.2. dapat dilihat bahwa semakin dalam kedalaman mata bajak singkal maka semakin tinggi juga konsumsi bahan bakar dan semakin cepat kecepatan motor juga semakin tinggi konsumsi bahan bakar, untuk mempermudah pembacaan grafik maka dengan penyesuaian nilai konsumsi bahan bakar di kalikan 10.000 dan nilai kecepatan dibagi 100, sehingga terbentuk grafik seperti Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan Ketika ke dalam semakin dalam maka kebutuhan bahan bakar juga meningkat.



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan kecepatan motor meningkat maka kebutuhan bahan bakar juga meningkat.

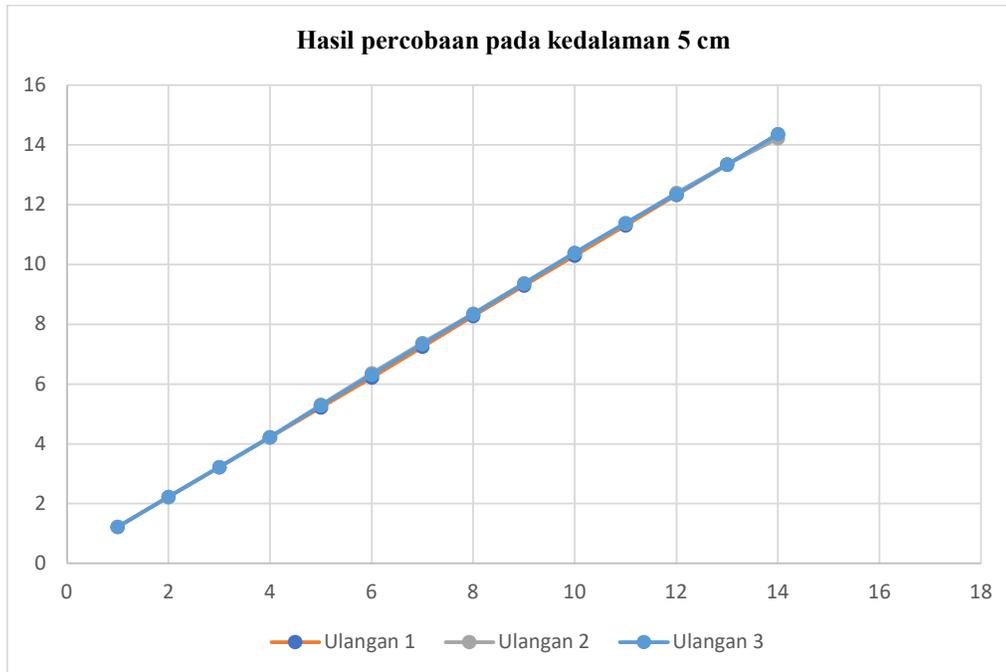
Gambar 4.10 dan Gambar 4.11, menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan kedalaman mata bajak dan juga kecepatan motor penggerak bajak singkat. Dari gambar 4.11, terdapat hal menarik bahwa grafik peningkatan konsumsi bahan bakar identik dengan kecepatan motor bajak, dimungkinkan karena perubahan kecepatan akan mempengaruhi kebutuhan daya motor sehingga berpengaruh secara identik dengan konsumsi bahan bakar.

#### 4.5 Analisa Data Pendukung *Serious Game* Pengolahan Tanah

Dengan menggunakan data terkini dari hasil uji coba soil bin pada percobaan dengan tanah liat dan dilakukan perulangan sebanyak tiga kali pada kedalaman 5cm, 7,5 cm dan 10cm, dihasilkan data seperti Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan table 4.5

**Tabel 4. 3** Hasil percobaan *soil bin* pada kedalaman 5 cm.

No	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)
1	1,2190678	1,2186121	1,2281428
2	2,2190681	2,2186157	2,2281098
3	3,2190625	3,2178733	3,2282818
4	4,2190698	4,2176336	4,2257177
5	5,2190712	5,3047719	5,2865649
6	6,2191895	6,3699945	6,3184738
7	7,2489287	7,3765484	7,3385338
8	8,2812444	8,3595955	8,3434312
9	9,2953626	9,3807793	9,3630261
10	10,2981846	10,3938653	10,3925345
11	11,312676	11,370256	11,3865002
12	12,3305915	12,4008415	12,3510192
13	13,3425484	13,3552053	13,342609
14	14,357005	14,220726	14,3628239
15	15,19511	1,1186121	1,1281428
16	16,2165859	0	0
17	1,1190678	0	0



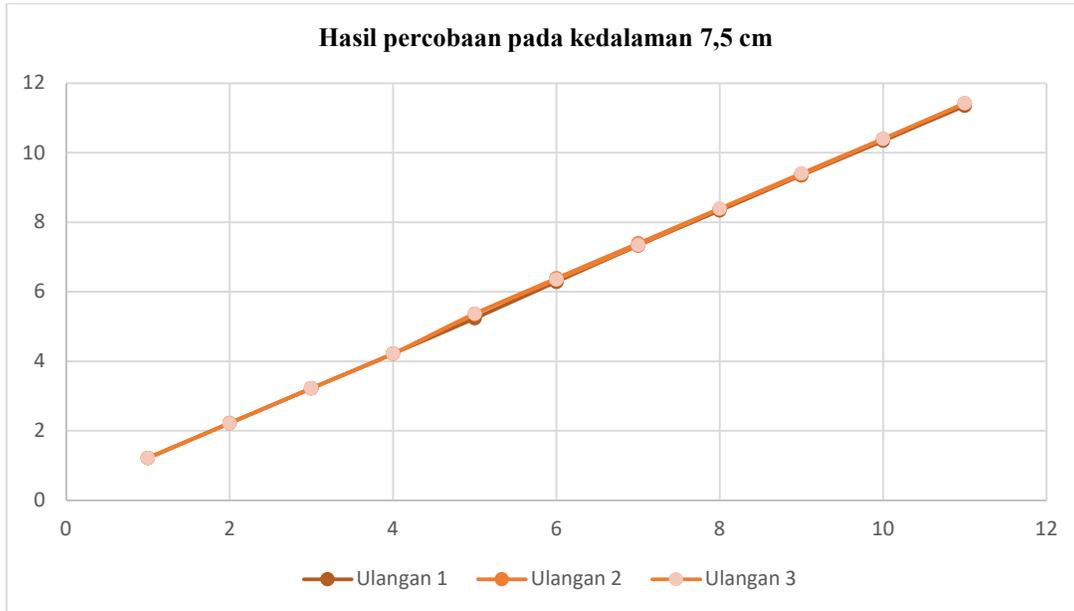
Gambar 4. 12 Grafik hasil percobaan pada kedalaman 5 cm

Gambar 4.12. menunjukkan bahwa hasil tiga kali percobaan pada kedalam 5 cm mempunyai nilai yang hampir sama dan terlihat berhimpit pada grafik, sehingga proses tersebut bisa dinyatakan berhasil. Sedangkan untuk percobaan pada kedalaman 7,5 cm dan 10 cm terlihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.

Tabel 4. 4 Hasil percobaan *soil bin* pada kedalaman 7,5 cm.

No	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)
1	1,220331	1,2226556	1,2194391
2	2,220332	2,2225953	2,2194035
3	3,220331	3,222205	3,2194896
4	4,220217	4,2215288	4,2197745
5	5,234591	5,365416	5,367696
6	6,288194	6,3918296	6,3530781
7	7,331561	7,3972666	7,3444372
8	8,341784	8,3902055	8,390731
9	9,352042	9,3752804	9,4103249
10	10,34491	10,399118	10,3996803
11	11,35054	11,420069	11,4247743

12	12,35566	1,1231156	12,425812
13	13,37554	0	13,4230269
14	1,110020	0	14,4261316
15	0	0	1,1270321



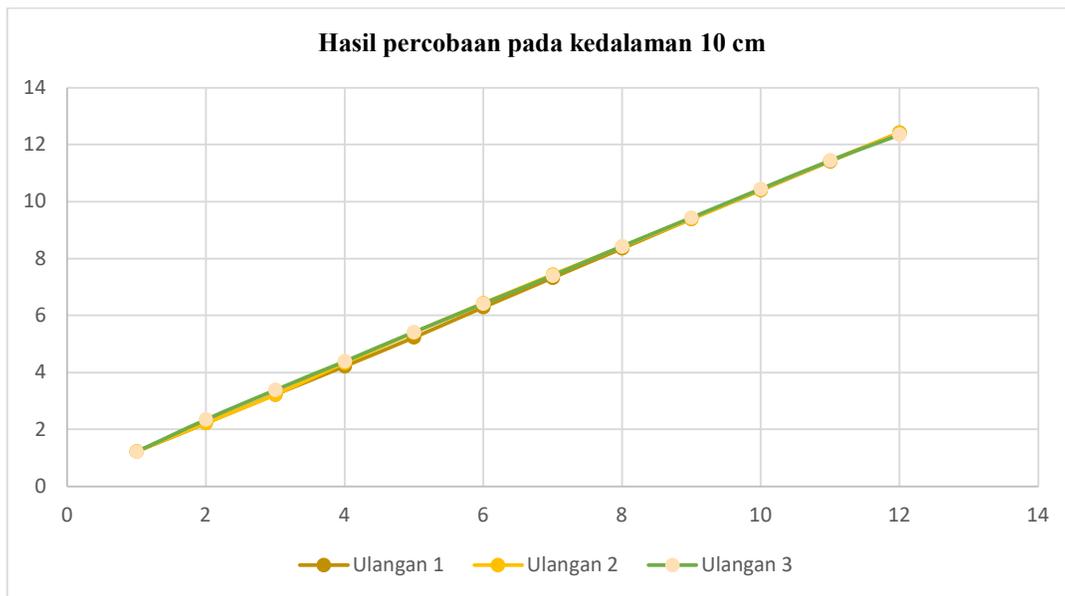
Gambar 4. 13 Grafik hasil percobaan pada kedalaman 7,5 cm

Gambar 4.13. juga menunjukkan bahwa hasil tiga kali perulangan pada kedalaman 7,5 cm menunjukkan hasil yang berhimpit, sehingga proses pada bagian percobaan ini sudah sesuai.

Tabel 4. 5 Hasil percobaan *soil bin* pada kedalaman 10 cm.

No	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)
1	1,219358	1,2231476	1,2142644
2	2,219339	2,2230874	2,3439722
3	3,220346	3,2226362	3,3862179
4	4,221005	4,3385737	4,3926285
5	5,224473	5,3996942	5,4171083
6	6,286791	6,4320636	6,4161638

7	7,322812	7,4377797	7,4031803
8	8,358392	8,4169223	8,4313272
9	9,388478	9,398417	9,4372288
10	10,40473	10,4182195	10,4467134
11	11,41869	11,432209	11,4436248
12	12,42388	12,4152392	12,3486518
13	1,129258	13,2090557	1,1542734
12	0	1,1321476	0



Gambar 4. 14 Grafik hasil percobaan pada kedalaman 10 cm

Begitu pula pada Gambar 4.14, juga menunjukkan bahwa hasil tiga kali perulangan pada kedalaman 10 cm menunjukkan hasil yang berhimpit, sehingga proses pada bagian percobaan ini sudah sesuai.

Dengan menggunakan persamaan kalibrasi alat, yaitu (Adisusilo et al., 2020; Adisusilo, Hariadi, Yuniarno, et al., 2018):

$$y = 0,087981x + 0,52201 \quad (2)$$

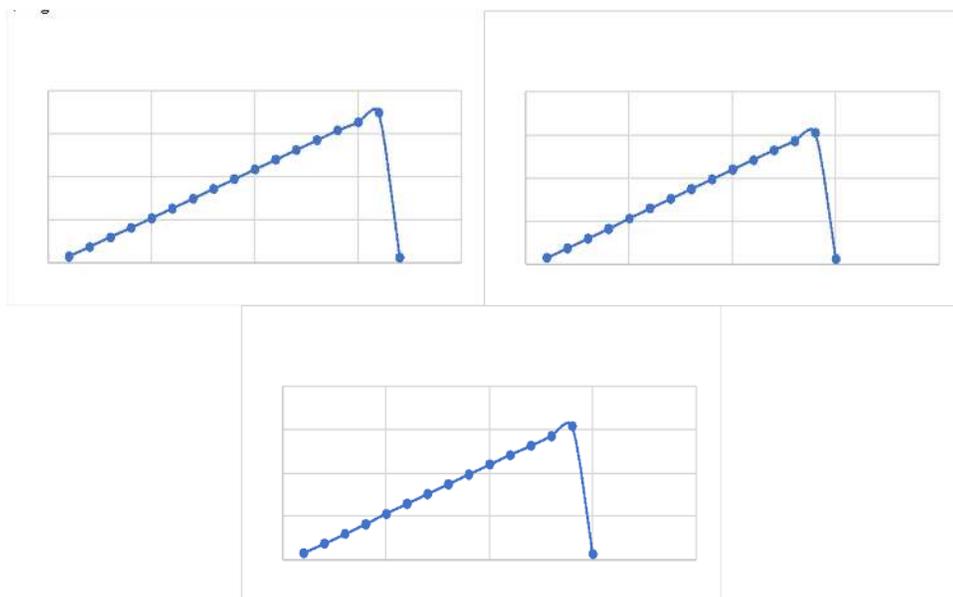
Dimana  $y$  merupakan nilai tegangan yang dihasilkan ( $mV$ ) dan  $x$  merupakan hasil dari beban ( $mg$ )

Setelah dilakukan kalibrasi maka dihasilkan data dari percobaan *soil bin* seperti Tabel 4.6, Tabel 4.7 dan Tabel 4.8, beserta grafik untuk pembandingan pada Gambar 4.15, Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.

**Tabel 4. 6** Hasil kalibrasi percobaan *soil bin* pada kedalaman 5 cm.

No	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	Gaya (mN)	Gaya (mN)	Gaya (mN)
1	0,077696342	0,077645549	0,078707872
2	0,189159647	0,189109221	0,190167464
3	0,300622293	0,300489741	0,301649907
4	0,412086378	0,411926294	0,412827374
5	0,523549805	0,533102285	0,531072873
6	0,635026261	0,65183548	0,646092814
7	0,749804361	0,76402927	0,759792038
8	0,864869645	0,873602915	0,871801189
9	0,977906577	0,987427402	0,985448572
10	1,089684397	1,100349281	1,100200945
11	1,202762927	1,209180982	1,210991613
12	1,316223118	1,324053412	1,318500056
13	1,429019144	1,430429923	1,429025898
14	1,542093794	1,526903691	1,542742388
15	1,635511719	0,066499221	0,067561544
16	1,749368764		
17	0,066550015		

Tabel 4.6. Terdapat perbedaan jumlah data berhubungan dengan lintasan pada ulangan ke 2 dan ke 3 semakin pendek.



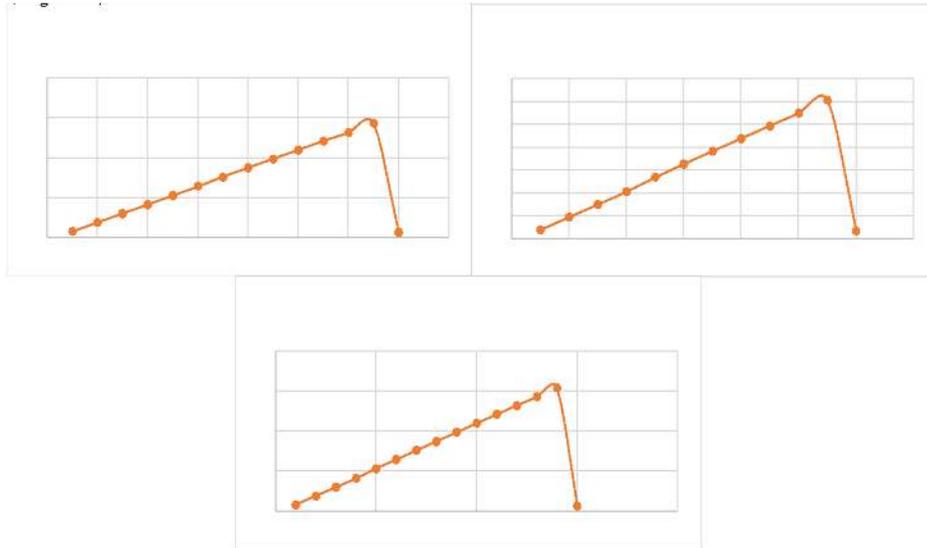
Gambar 4. 15 Grafik hasil kalibrasi percobaan pada kedalaman 5 cm

Tabel 4. 7 Hasil kalibrasi percobaan *soil bin* pada kedalaman 7,5 cm.

No	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	Gaya (mN)	Gaya (mN)	Gaya (mN)
1	0,077837087	0,07809625	0,077737729
2	0,189300547	0,1895528	0,189197031
3	0,300763718	0,300972567	0,300669899
4	0,412214237	0,412360466	0,412164926
5	0,525279692	0,539861875	0,540116011
6	0,642717673	0,654269292	0,649949923
7	0,759014794	0,766338588	0,760450051
8	0,871617565	0,877014806	0,87707338
9	0,984224293	0,986814476	0,990720651
10	1,094892384	1,100934831	1,10099744
11	1,206983461	1,214733257	1,21525777
12	1,319016833	0,067001196	1,326836706
13	1,432697086	0	1,43798954
14	0,065541574	0	1,549798871
15	0	0	0,067437742

Gambar 4.15. dari grafik hasil kalibrasi, kecenderungan menurun pada data terakhir menunjukkan bahwa tidak ada gaya yang diperlukan atau mata bajak sudah tidak terjadi gesekan dengan tanah karena sudah diluar kotak tanah percobaan.

Tabel 4.7. Terdapat perbedaan jumlah data berhubungan dengan perbedaan panjang lintasan pada kotak tanah.



Gambar 4. 16 Grafik hasil kalibrasi percobaan pada kedalaman 7,5 cm

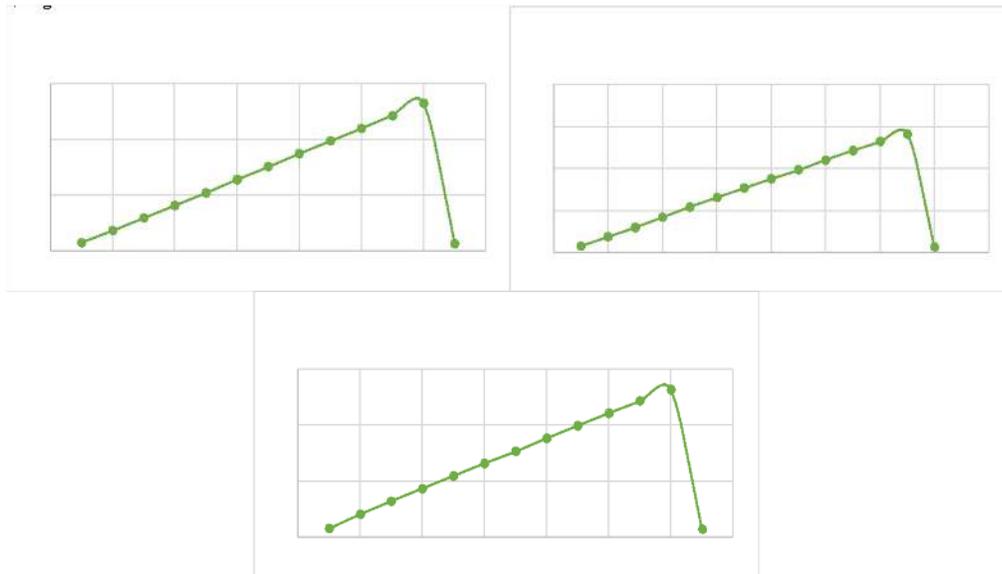
Sama seperti Gambar 4.15. pada Gambar 4.16. dari grafik hasil kalibrasi, kecenderungan menurun pada data terakhir menunjukkan bahwa tidak ada gaya yang diperlukan atau mata bajak sudah tidak terjadi gesekan dengan tanah karena sudah diluar kotak tanah percobaan.

**Tabel 4. 8** Hasil kalibrasi percobaan *soil bin* pada kedalaman 10 cm.

No	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	Gaya (mN)	Gaya (mN)	Gaya (mN)
1	0,077728689	0,07815109	0,07716094
2	0,189189864	0,189607651	0,203081866
3	0,300765367	0,301020629	0,319253981
4	0,41230207	0,425406673	0,431431798
5	0,524151885	0,543682635	0,545623667
6	0,642561312	0,658753905	0,656981661
7	0,75803968	0,770854311	0,766997749

8	0,873468713	0,879992748	0,881598365
9	0,988285513	0,989393357	0,993719447
10	1,101560652	1,103063879	1,106239903
11	1,214579092	1,216086466	1,217358908
12	1,326621091	1,325658227	1,318236178
13	0,067685848	1,414139611	0,070474147
14	0	0,068007933	0

Seperti hasil pada tabel sebelumnya pada Tabel 4.8. terdapat perbedaan jumlah data berhubungan dengan perbedaan panjang lintasan pada kotak tanah.

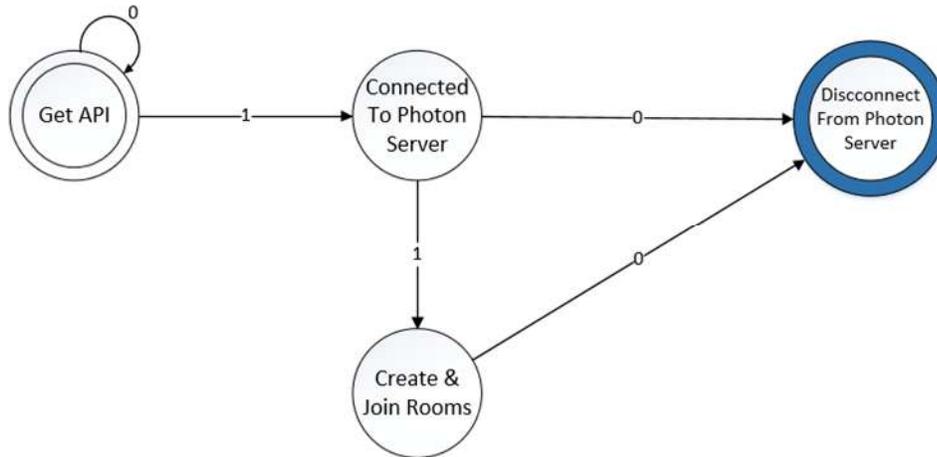


Gambar 4. 17 Grafik hasil kalibrasi percobaan pada kedalaman 10 cm

Sama seperti Gambar 4.15. dan Gambar 4.16. , pada Gambar 4.17. ini merupakan grafik hasil kalibrasi, kecenderungan menurun pada data terakhir menunjukkan bahwa tidak ada gaya yang diperlukan atau mata bajak sudah tidak terjadi gesekan dengan tanah karena sudah diluar kotak tanah percobaan.

#### 4.6 Desain Perangkat Lunak *Serious Game* Pengolahan Tanah Berbasis HFSM

##### a. FSM *Multiplayer Connection (Using Photon Server)*



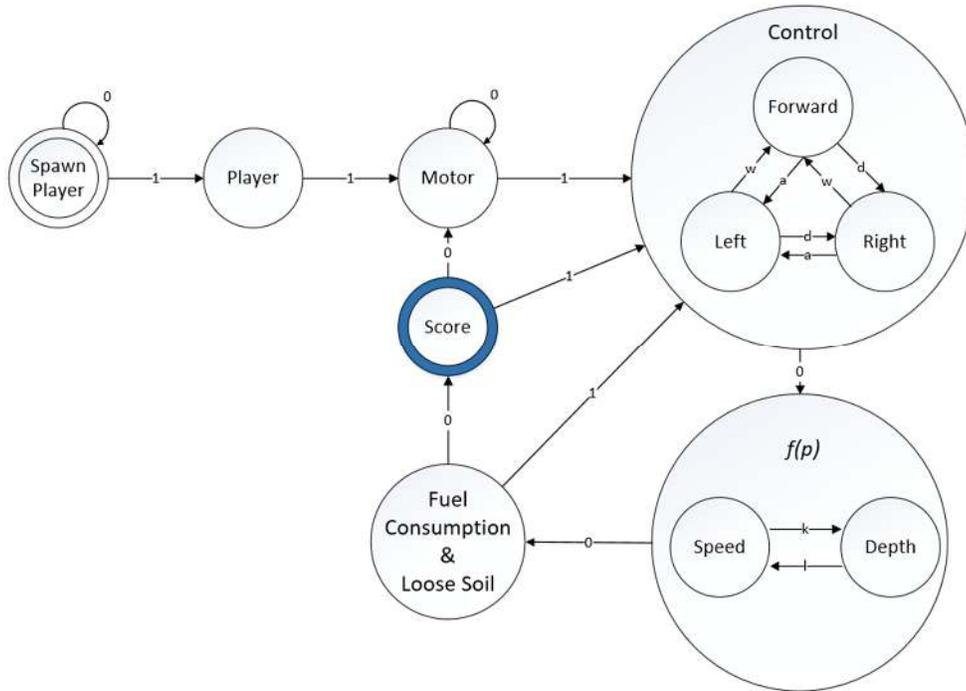
Gambar 4. 18 FSM multiplayer connection (Lee et al., 2022)

Gambar 4.18 dimulai dari *State Get API* jika ada transisi bernilai 1 maka aplikasi akan menuju *state Connected To Photon Server*, dan tidak melakukan apapun ketika transisi tersebut bernilai 0. Setelah berada pada *state Connected To Photon Server*, jika transisi bernilai 0 maka akan menuju ke *endstate Disconnect To Photon Server* dan jika transisi bernilai 1 maka akan menuju ke *state Create & Join Rooms*. *State Create & Join Rooms* akan menuju ke *endstate Disconnect From Photon Server* apabila transisi *state* tersebut bernilai 0.

##### b. HFSM *serious game berbasis multiplayer*

Pada Gambar 4.19, dimulai dari *State Spawn Player* jika ada transisi bernilai 1 maka akan menuju ke *state player*, dan tidak melakukan apapun ketika transisi bernilai 0. Pada *state player* akan ada *player 1* dan *player 2* karena pada *serious game* ini bersifat *Multiplayer*, *state player* akan melanjutkan ke *state motor* jika transisi bernilai 1. Pada *state motor* jika transisi bernilai 0 atau *Score* telah mencapai *Score target*, maka motor akan mati, tetapi jika transisi bernilai 1 maka motor akan hidup dan melanjutkan ke *superstate Control*. Pada *Superstate Control*, *player* dapat bergerak maju jika terjadi transisi yang bernilai w, rotasi kiri jika transisi bernilai a dan rotasi kanan jika transisi bernilai d, *Superstate Control* akan dilanjutkan ke

*Superstate*  $f(p)$  jika transisi bernilai 0. *Superstate*  $f(p)$  merupakan fungsi *polynomial* yang dipengaruhi oleh *substate* *Speed* yang dipengaruhi oleh transisi  $k$  dan *substate* *Depth* yang dipengaruhi oleh transisi  $l$ .



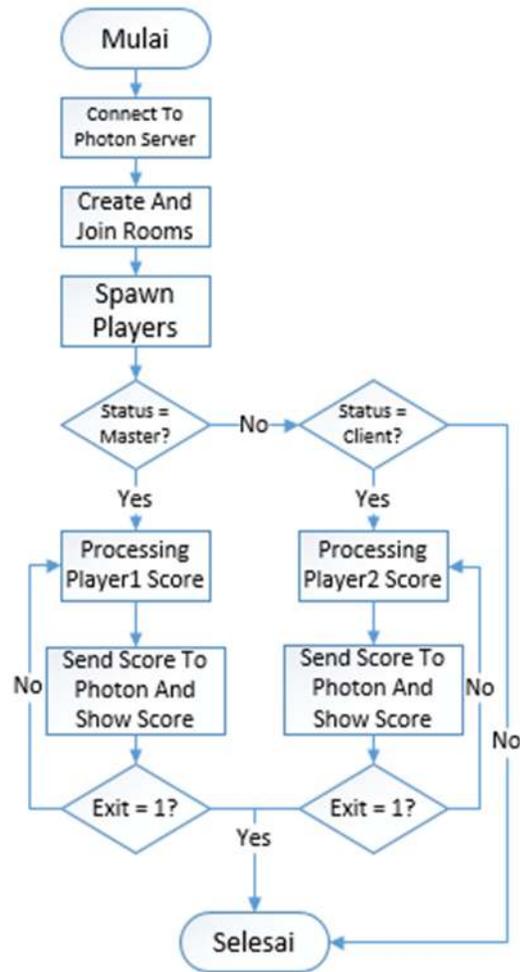
Gambar 4. 19 HFSM gameplay (Lee et al., 2022)

Dari kedua parameter tersebut akan saling berhubungan dan menghasilkan nilai transisi 0 yang merupakan *State Fuel Consumption dan Loose Soil*. *State Fuel Consumption & Loose Soil* akan kembali ke *superstate Control* jika transisi bernilai 1 dan ke endstate *Score* apabila terjadi perubahan *score* atau transisi bernilai 0, pada endstate *Score* akan kembali ke *superstate Control* apabila *score* belum mencapai *score target* atau transisi 1 dan menuju ke *state Motor* jika *score* telah mencapai *score target* atau transisi bernilai 0.

### c. Flowchart serious game berbasis multiplayer

Pada *flowchart* ini hanya memfokuskan kepada *player* pertama karena *game* ini memiliki dua *player* dengan variabel penyimpanan yang berbeda tetapi memiliki fungsi yang sama.. *Flowchart* pada Gambar 4.20, menunjukkan proses utama yang akan dilakukan program ketika dijalankan. Mulai dengan melakukan koneksi kepada *photon server* setelah itu membuat atau

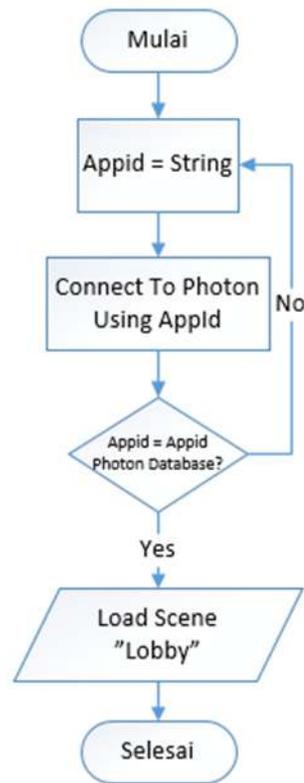
bergabung dengan *room*, ketika berada di dalam *room* maka akan memunculkan *player 1* jika memiliki status *master* dan *player 2* jika memiliki status *client*. Setelah itu *score* kedua *player* tersebut akan menjadi di *update* secara *realtime* sampai *player* tersebut keluar.



Gambar 4. 20 Flowchart program

#### d. Flowchart Connect To Photon Server

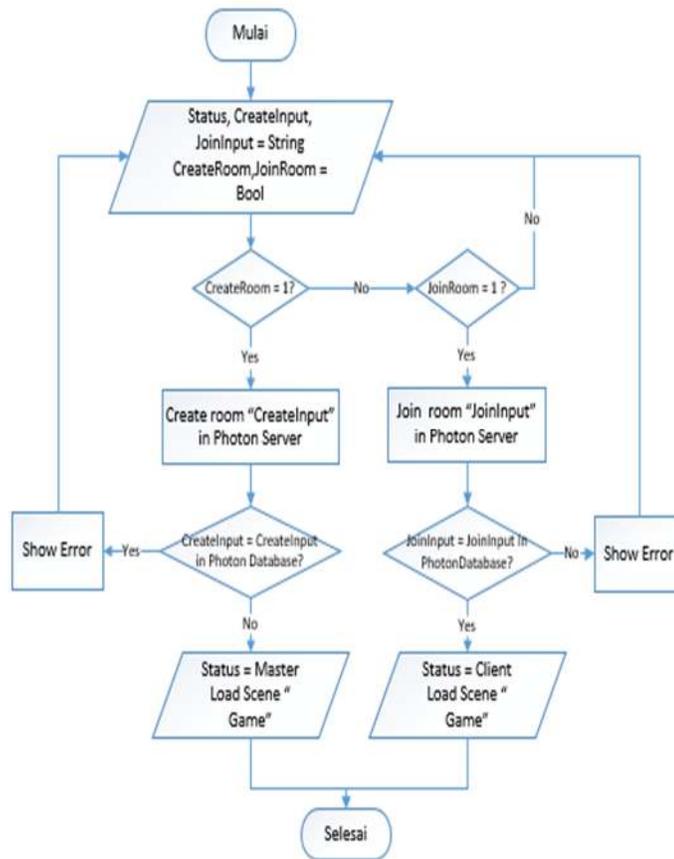
Flowchart ini menunjukkan proses bagaimana *game* dapat terhubung ke *photon server*. Ketika *game* dimulai, akan dilakukan proses pengambilan *appid* dan mencoba melakukan koneksi dengan *photon server*. Jika *appid* tersebut ada maka akan dilanjutkan ke *lobby*, jika tidak ada maka *game* tersebut tidak akan berjalan, seperti Gambar 4.21



Gambar 4. 21 Flowchart connect to photon server

**e. Flowchart Create And Join Rooms**

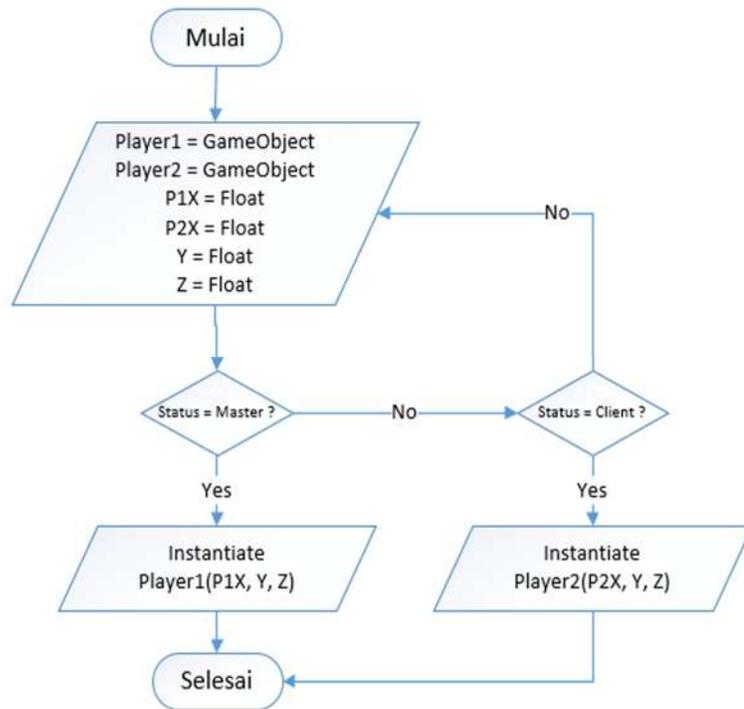
Flowchart ini menunjukkan bagaimana proses membuat *room* atau bergabung dengan *room* yang sudah ada. Ketika ada inputan 1 di *CreateRoom* maka akan membuat *room* dengan nama *room* yang ditulis di *CreateInput*, kemudian photon akan mengecek apakah nama *room* tersebut telah dibuat atau belum, jika sudah dibuat maka akan memunculkan error dan kembali, jika belum ada nama *room* tersebut maka akan membuat status sebagai *master* dan melanjutkan ke game. Ketika ada inputan 1 di *JoinRoom* maka akan bergabung dengan *room* yang memiliki nama *room* yang ditulis di *JoinInput*, kemudian photon akan mengecek apakah nama *room* tersebut telah dibuat atau belum, jika belum dibuat maka akan memunculkan error dan kembali, jika sudah ada nama *room* tersebut maka akan membuat status sebagai *client* dan melanjutkan ke game, seperti Gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Flowchart create and join rooms

**f. Flowchart proses Spawn Players**

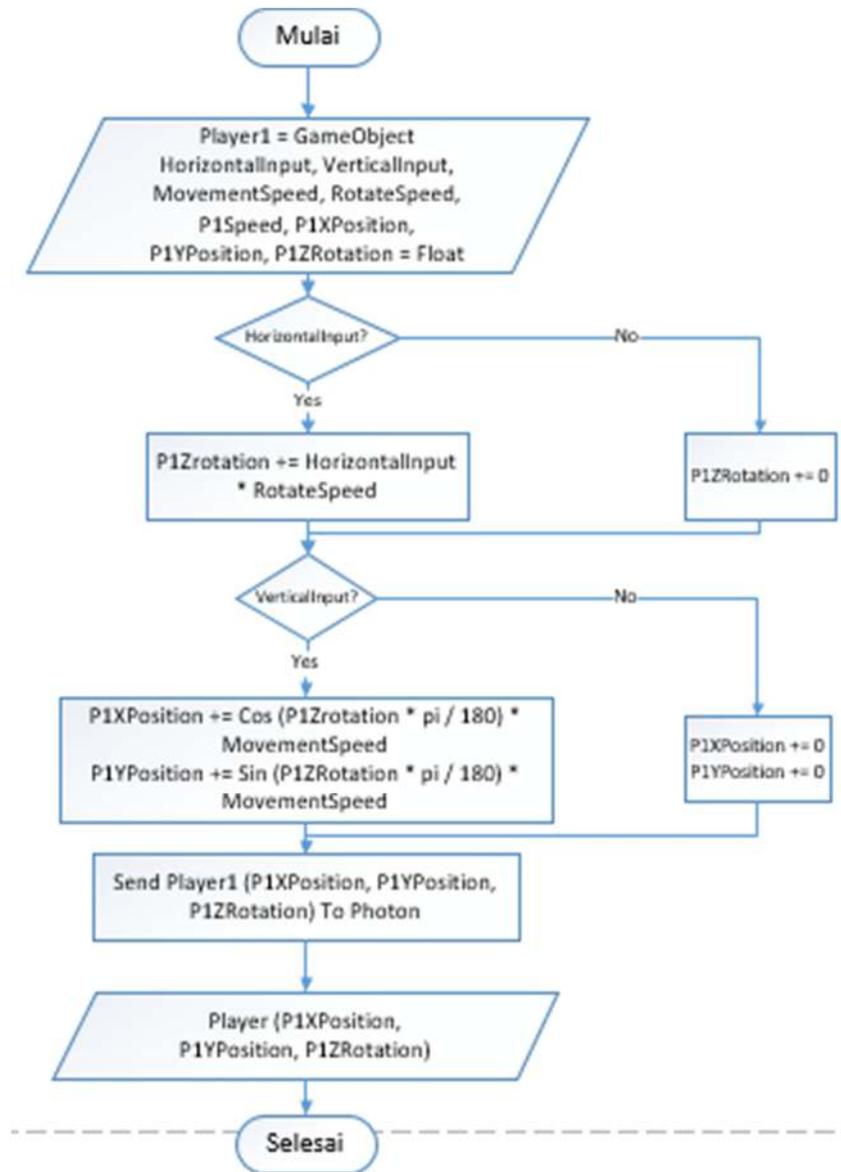
Flowchart pada Gambar 4.23, menunjukkan bagaimana *player* dapat muncul dan dipisahkan menjadi *player1* dan *player2* pada tempat yang telah ditentukan berdasarkan status di dalam *game*.



Gambar 4. 23 *Flowchart spawn players*

**g. Flowchart proses Movement**

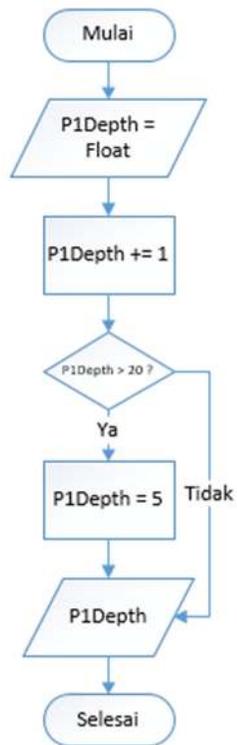
*Flowchart* pada gambar 4.24, menunjukkan bagaimana *player* dapat bergerak. Mulai dari mendeteksi inputan horizontal dan vertikal kemudian mengirimkan posisi tersebut kepada *photon server* setelah itu mengubah posisi *player* ke posisi tersebut dan akan diupdate secara *realtime*.



Gambar 4. 24 Flowchart movement

#### h. Flowchart Input keyboard “U”

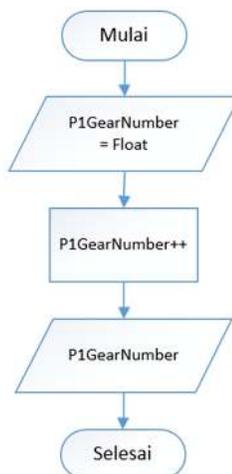
Flowchart pada Gambar 4.25, menunjukkan proses penambahan kedalaman. ketika tombol U ditekan maka akan menambahkan tingkat kedalaman pembajakan tetapi jika kedalaman tersebut melebihi 20cm maka tingkat kedalaman pembajakan tersebut akan kembali ke 5cm



Gambar 4. 25 Flowchart input u

**i. Flowchart Input keyboard “I”**

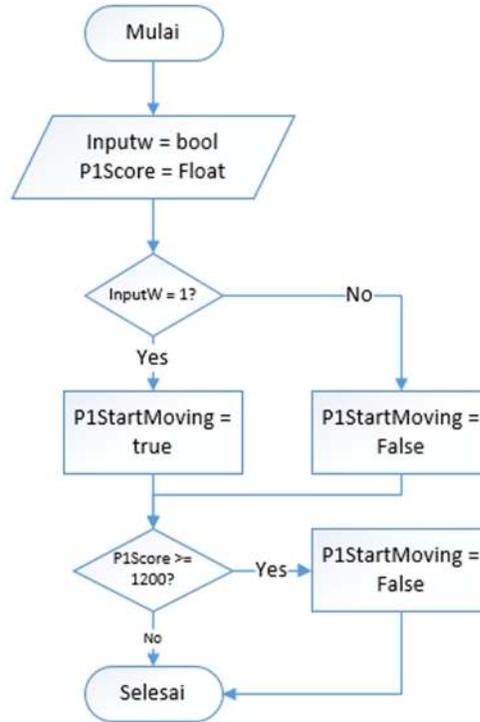
Flowchart pada gambar 4.26, menunjukkan proses penambahan tingkat gear ketika tombol I ditekan.



Gambar 4. 26 Flowchart input i

**j. Flowchart modul P1StartMoving**

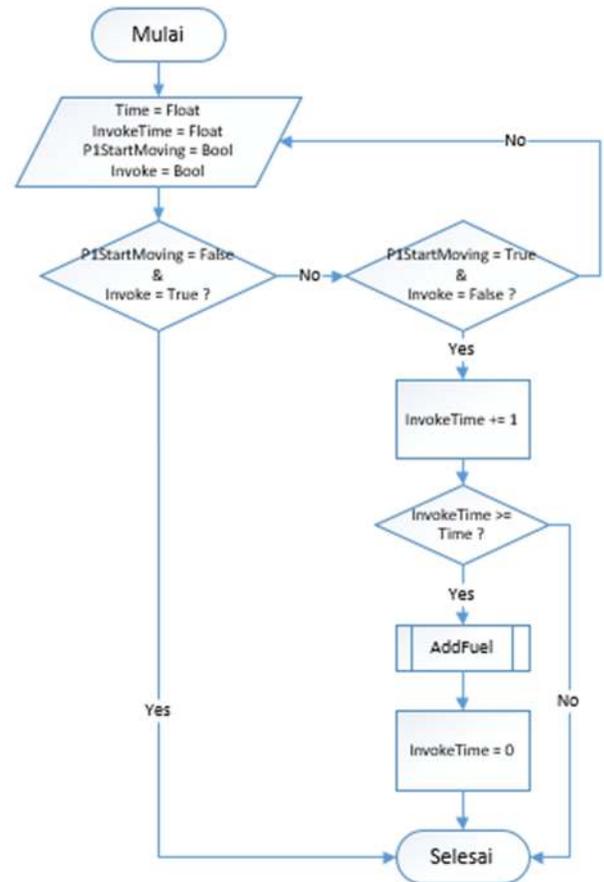
Flowchart pada Gambar 4.27, menunjukkan perubahan parameter pada modul P1StartMoving ketika mendeteksi penekanan tombol W dan ketika mencapai score tertentu.



Gambar 4. 27 Flowchart p1startmoving

**k. Flowchart Skorperdetik**

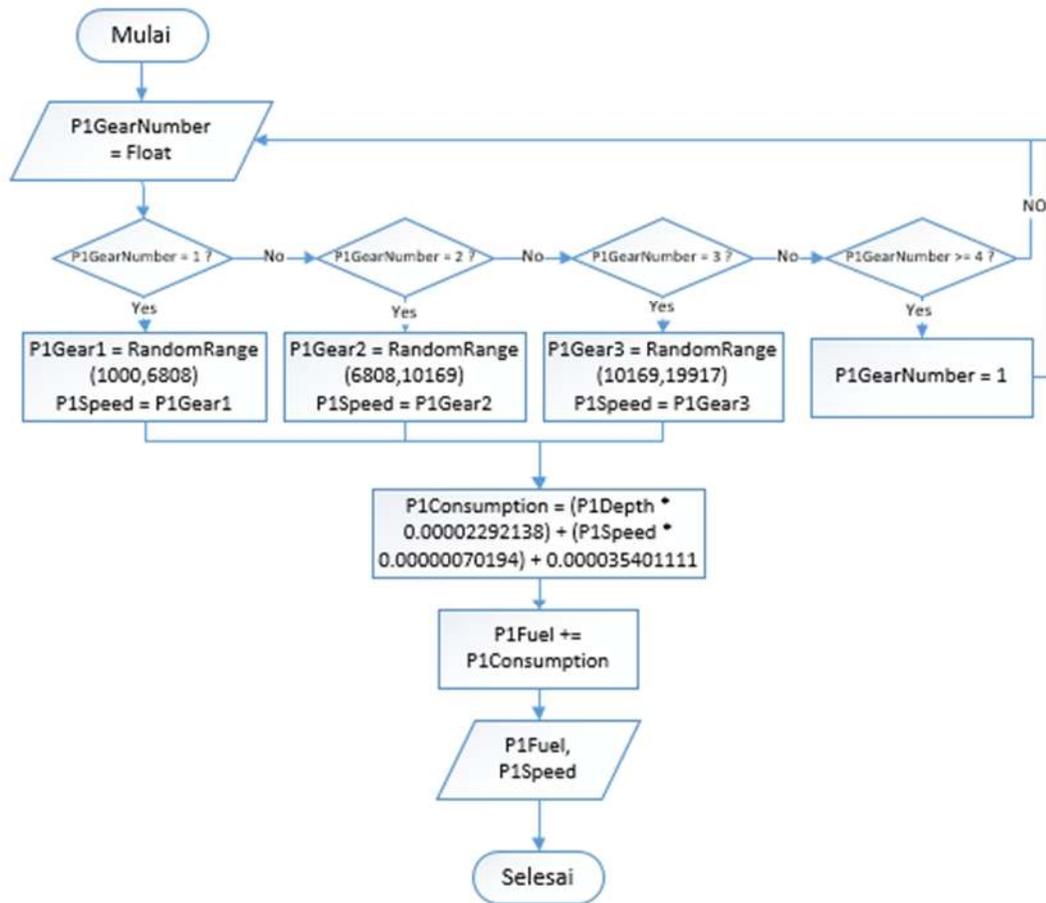
Flowchart pada Gambar 4.28, menunjukkan bagaimana score diupdate per detik.



Gambar 4. 28 Flowchart skorperdetik

#### I. Flowchart sub proses *AddFuel*

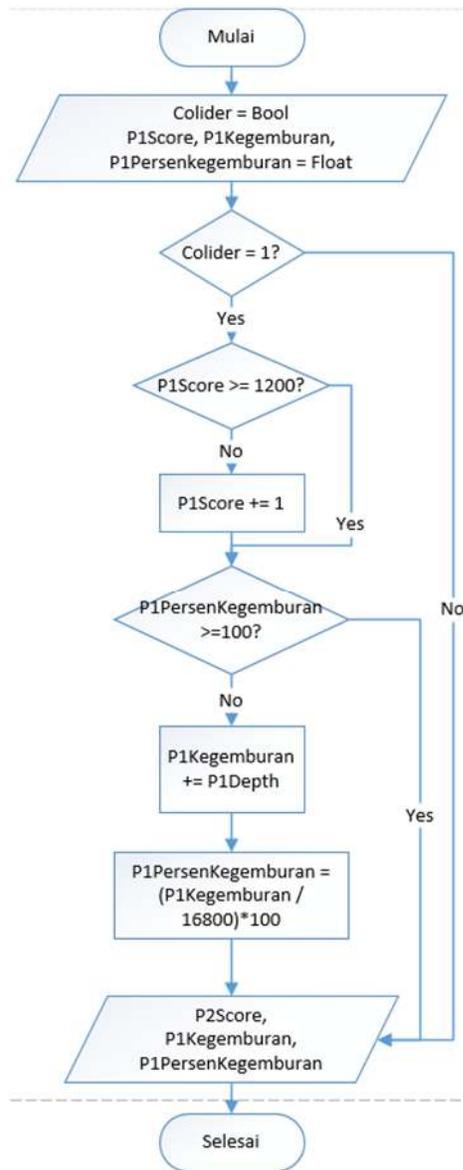
Flowchart pada Gambar 4.29, menunjukkan bagaimana proses perubahan kecepatan ketika berada pada gear tertentu, dan proses perhitungan bahan bakar untuk mendapatkan *output* kecepatan dan bahan bakar. Dimulai dari menentukan *gear*, pada *gear* 1 maka *player* akan bergerak pada kecepatan antara 1000 sampai 6808 cm per detik, pada *gear* 2 maka *player* akan bergerak pada kecepatan antara 6808 sampai 10169 cm per detik, pada *gear* 3 maka *player* akan bergerak pada kecepatan antara 10169 sampai 19917 cm per detik. Kemudian akan melakukan proses perhitungan Persamaan (1). Dengan kondisi  $y$  adalah konsumsi bahan bakar (L),  $x_1$  adalah kedalaman (cm) dan  $x_2$  adalah kecepatan (cm/s). yang akan memberikan *feedback* konsumsi bahan bakar secara konstan kepada *player* dan merupakan inti dari perhitungan pada *serious game* ini.



Gambar 4. 29 Flowchart add fuel

**m. Flowchart P1Score dan Kegemburan**

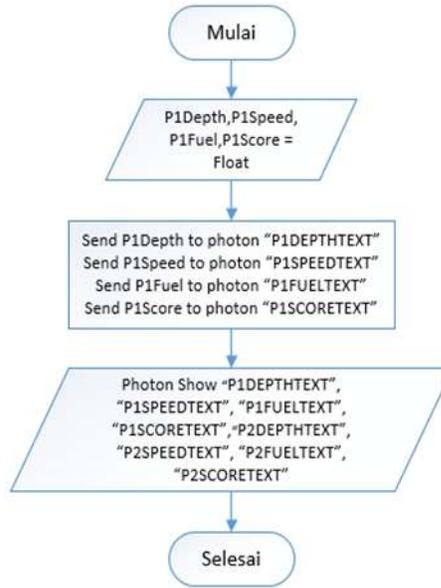
Flowchart pada Gambar 4.30, menunjukkan bagaimana score akan ditambahkan jika player menyentuh collider pada tanah. Pada saat menyentuh collider maka akan memeriksa apakah score telah mencapai score target. Jika belum maka akan menambahkan score dan akan meningkatkan persen kegemburan berdasarkan kedalaman pembajakan dan setelah itu akan diubah menjadi persen dengan rumus  $P1PersenKegemburan = (P2Kegemburan / 16800) * 100$ . Dimana 16800 didapatkan melalui score target yaitu 1200 dikalikan 14 yaitu kedalaman optimal yang akan diimplementasikan.



Gambar 4. 30 Flowchart p1score dan kegemburan

**n. Flowchart Send Score To Photon And Show Score**

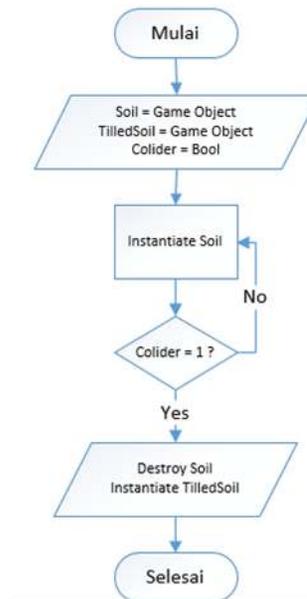
Flowchart pada Gambar 4.31, menunjukkan bagaimana score ditampilkan kepada kedua player secara *realtime*.



Gambar 4. 31 Flowchart send score to photon and show score

**o. Flowchart Soil Tillage**

Flowchart pada Gambar 4.33, menunjukkan bagaimana proses perubahan tanah ketika tanah telah di bajak.



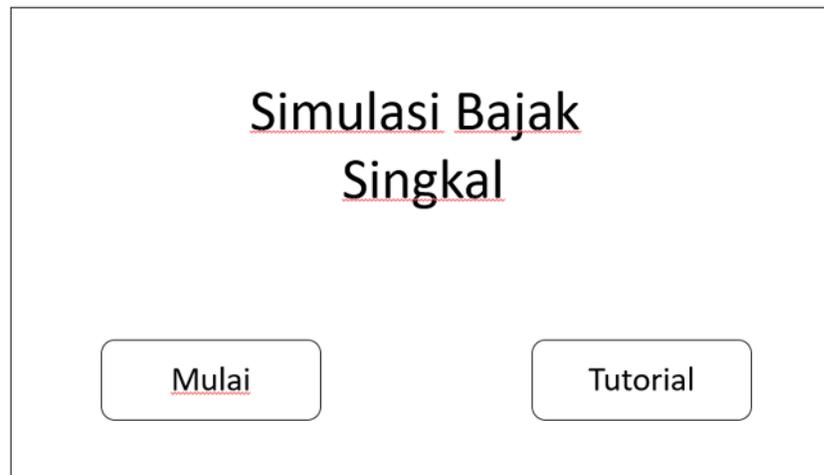
Gambar 4. 32 Flowchart soil tillage

#### 4.7 Desain User Interfaces (UI)

Perancangan Desain UI bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam mengimplementasikan perangkat lunak yang akan dibangun. UI ini juga berfungsi sebagai sarana interaksi antara pemain dan *game*.

##### a. Desain Tampilan Awal

Merupakan tampilan seperti Gambar 4.33, yang akan muncul secara otomatis ketika memulai program tersebut. Tampilan ini terdapat 2 tombol yang dapat dipilih oleh *player* yaitu Mulai dan Tutorial.



Gambar 4. 33 Flowchart soil tillage

##### b. Desain Tampilan *Tutorial*

Merupakan tampilan yang akan memberitahu pengguna tentang UI *in game* secara detail. Tampilan ini dapat diakses dengan cara menekan tombol *tutorial* pada tampilan awal. Desain *Tutorial* akan disesuaikan dengan desain *gameplay*.

##### c. Desain Tampilan *Loading*

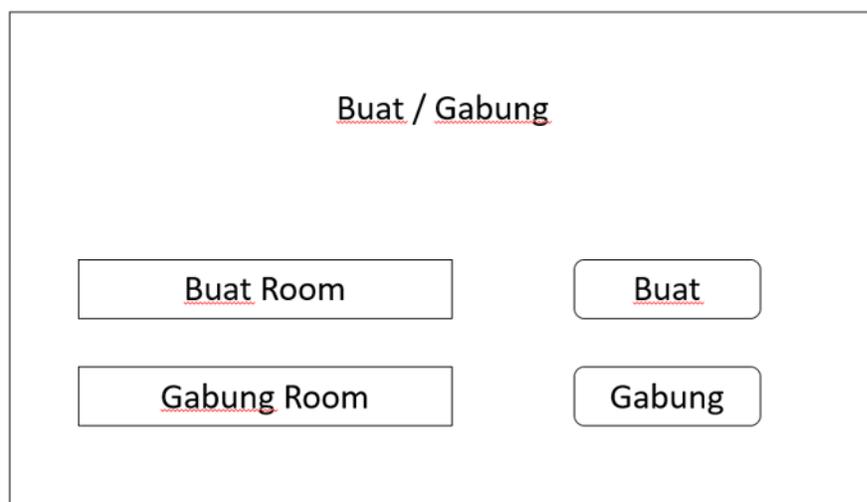
Merupakan tampilan yang akan muncul ketika menekan tombol mulai pada tampilan awal dan berfungsi sebagai feedback ketika menghubungkan antara *game* dengan server.



Gambar 4. 34 Desain tampilan *loading*

**d. Desain Tampilan *Lobby***

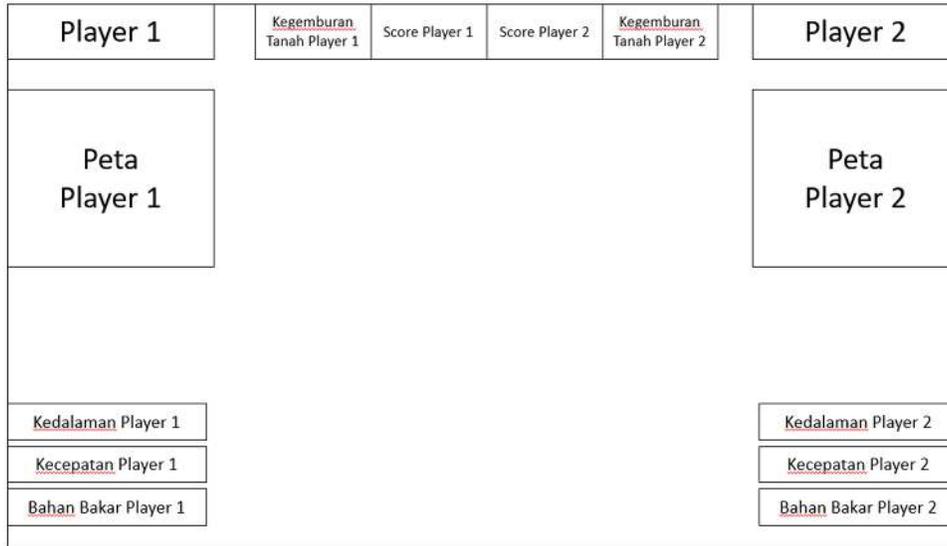
Merupakan tampilan yang akan muncul ketika game telah terhubung dengan *server*. Pada tampilan ini terdapat 2 *inputfield* dan 2 tombol, pengguna dapat membuat *room* dengan cara memasukkan nama *room* yang akan dibuat pada *inputfield* "Buat Room" kemudian menekan tombol "Buat" atau pengguna juga dapat bergabung dengan *room* yang sudah ada dengan cara memasukkan nama *room* yang ingin digabung pada *inputfield* "Gabung Room" kemudian menekan tombol "Gabung".



Gambar 4. 35 Desain tampilan *lobby*

**e. Desain Tampilan *Gameplay***

Merupakan tampilan *in game* yang akan berinteraksi kepada *player* selama *game* tersebut sedang berjalan. Pada Tampilan ini terdapat peta, kegemburan tanah, score, kedalaman, kecepatan dan bahan bakar untuk kedua player.



Gambar 4. 36 Desain tampilan *gameplay*

## 4.8 Desain Objek 3D

### a. Perancangan Desain Karakter

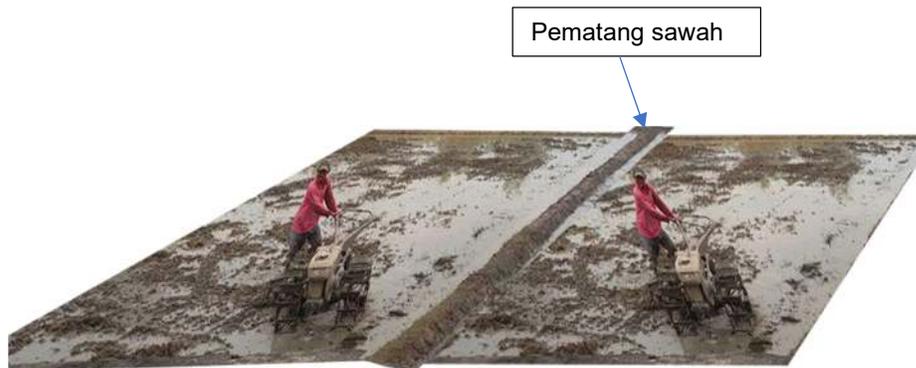
Pada tahap ini mencari desain traktor yang akan diimplementasikan sebagai karakter 3D menggunakan aplikasi *blender* yaitu sebuah traktor dengan alat bajak singkal yang akan digunakan sebagai *player*. Model traktor dapat dilihat seperti pada Gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Desain 3D *player*

### b. Perancangan Desain Ruang Lingkup

Pada tahap ini mulai merancang desain ruang lingkup 3D sesuai dengan skenario game yang telah ditentukan sebelumnya yaitu tanah yang memiliki ukuran 4 meter<sup>2</sup> kepada kedua *player* untuk dibajak dan akan diimplementasikan ke dalam game menggunakan aplikasi *Blender*. Desain ruang lingkup yang akan diimplementasikan dapat dilihat pada gambar 4.38.



Gambar 4. 38 Desain 3D ruang lingkup

#### 4.9 Implementasi UI

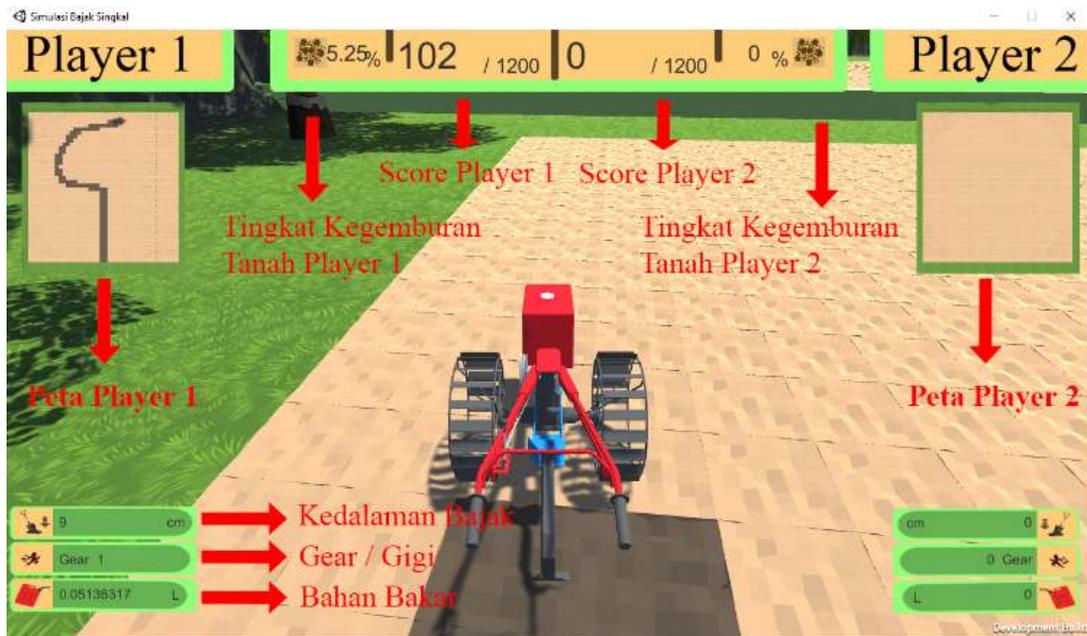
Pada tahap ini mulai mengimplementasikan UI berdasarkan desain UI yang telah dibuat menggunakan *photoshop*.

- a. UI Tampilan Awal



Gambar 4. 39 Tampilan Awal

b. UI Tampilan Tutorial 1



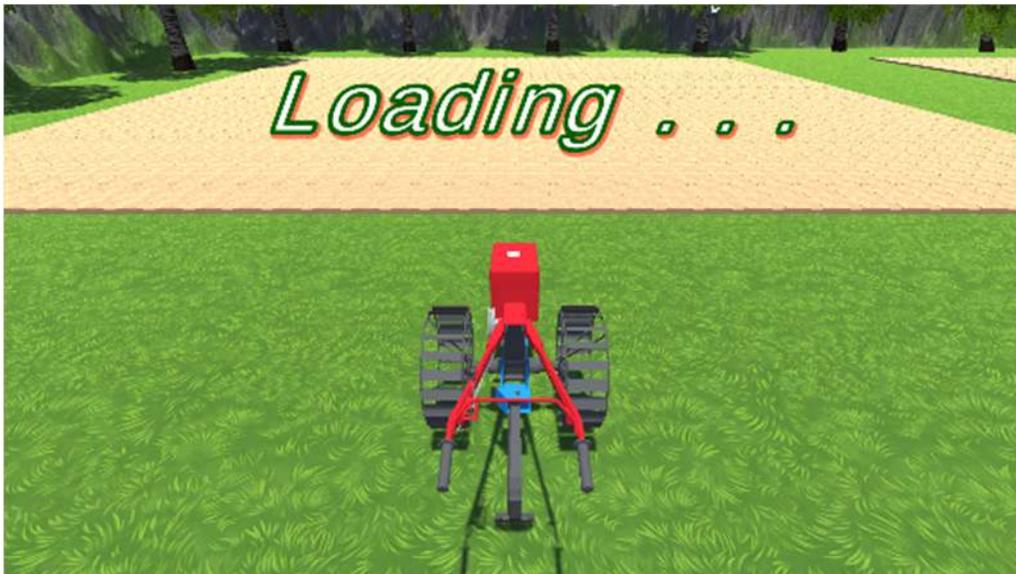
Gambar 4. 40 Tampilan Tutorial 1

c. UI Tampilan Tutorial 2



Gambar 4. 41 Tampilan tutorial 2

d. UI Tampilan *Loading*



Gambar 4. 42 Tampilan Loading

e. UI Tampilan *Lobby*



Gambar 4. 43 Tampilan lobby

f. UI Tampilan *Gameplay*

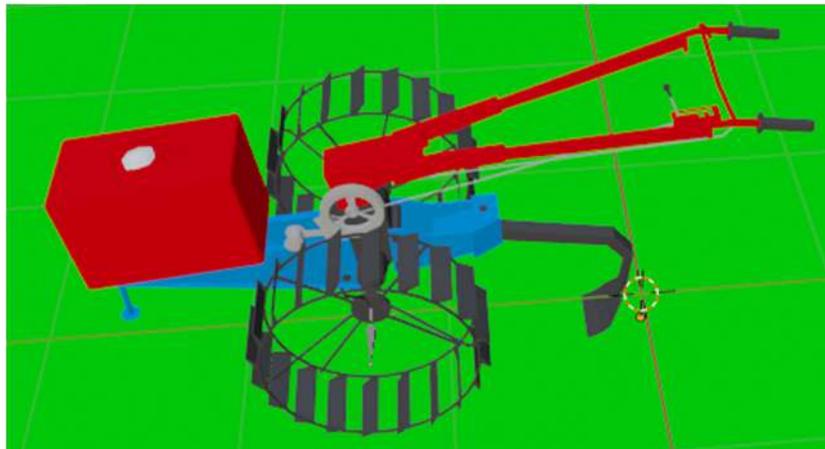


Gambar 4. 44 Tampilan gameplay

#### 4.10. Implementasi Objek 3D

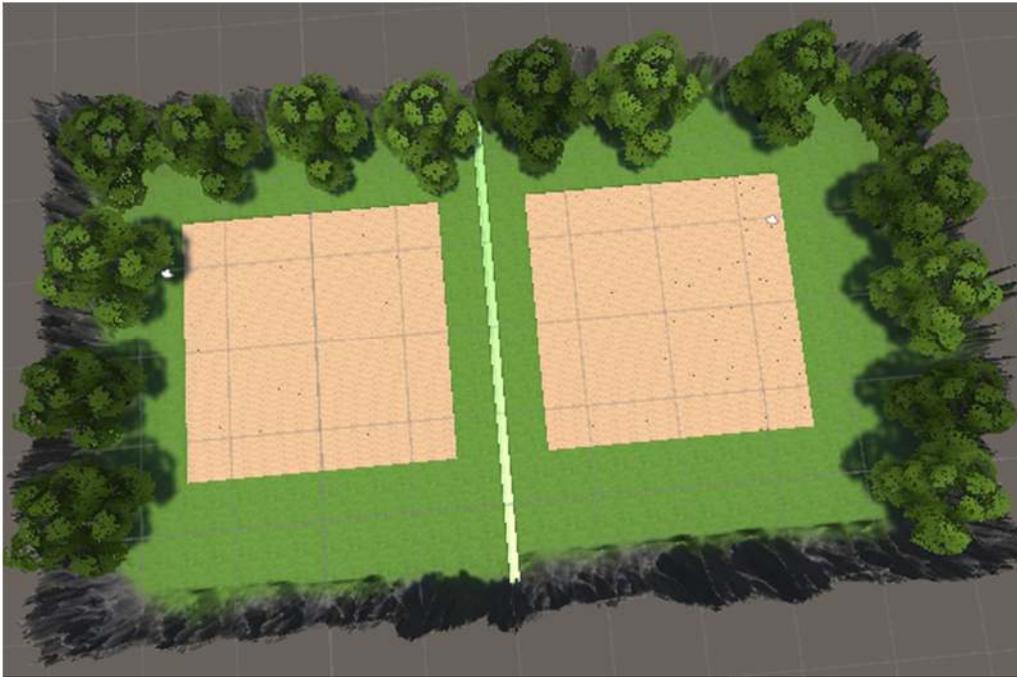
Pada tahap ini mulai mengimplementasikan karakter dan ruang lingkup berdasarkan desain objek 3D yang telah dibuat sebelumnya menggunakan *blender*.

a. Karakter



Gambar 4. 45 Karakter player 3D

b. Ruang Lingkup



Gambar 4. 46 Ruang lingkup 3D

## V.KESIMPULAN

Dari pembahasan sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal yang berkaitan dengan desain mechanism multiplayer serious game pengolahan tanah menggunakan bajak singkal, yaitu:

1. Dalam mekanisme pembelajaran dan mekanisme permainan dalam *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal dengan menggunakan metode LM-GM dihasilkan suatu komponen dalam bentuk konsep teoritis dan konkrit . Komponen tersebut merupakan konten yang dikembangkan dari konsep LM-GM yaitu penilaian atau ujian, hasil dan kelompok dalam mekanisme pembelajaran secara konkrit dan *sharing* hasil atau skor dan bermain berkelompok dalam mekanisme permainan secara konkrit .
2. Untuk mekanisme *multiplayer* dalam *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal didapatkan dari penggabungan komponen yang dihasilkan yaitu, menunjukkan mekanisme permainan dimana dengan adanya *multiplayer* bisa mendukung dari sisi konsep permainan untuk tantangan, interaksi, kerjasama, informasi yang terhubung, kolaborasi dan kompetisi. Konkrit untuk konsep mekanisme permainan yang mendukung *multiplayer* adalah aksi pemain yang merupakan tantangan dalam permainan, interaksi antar pemain dalam bentuk konkrit tanya jawab antar pemain, informasi yang muncul karena adanya interaksi bisa secara konkrit terjadinya kolaborasi untuk saling *sharing* pengalaman yang juga merupakan bagian dari kerjasama ketika terjadi tanya jawab antar pemain, hal tersebut juga merupakan konsep kolaborasi dalam hal nilai atau skor yang didapat dan kompetisi dalam kelompok *multiplayer* tersebut.
3. Desain alur multiplayer dalam *serious game* pengolahan tanah menggunakan bajak singkal dapat menggunakan FSM atau HFSM dengan implementasi di dalam perangkat lunak didesain menggunakan algoritma yang dihasilkan dalam bentuk *flowchart* algoritma.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. Z., Mohamad Ali, N., & Lee, H. (2013). Exploring the user engagement in interacting with game interfaces. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8237 LNCS, 231–240. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02958-0\\_22/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02958-0_22/COVER)
- Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University Press of America.
- Adisusilo, A. K. (2019). PEMBELAJARAN TEMATIK SEKOLAH DASAR BERBASIS SERIOUS GAME. In KOMINFO (Ed.), *Pengembangan SDM Indonesia untuk Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Digital* (pp. 236–238). Kominfo.
- Adisusilo, A. K. (2020). Perancangan Media Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar Berbasis Serious Game. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 10(3), 123–132. <https://doi.org/10.31940/MATRIX.V10I3.2141>
- Adisusilo, A. K., Hariadi, M., Mulyanto, E., & Mudji. (2015). SOIL POROSITY MODELING FOR PRIMARY TILLAGE SERIOUS GAME | Anang Kukuh - Academia.edu. *ISREM 2015 (INTERNATIONAL SEMINAR Resources, Environment, And Marine In The Global Challenge )*. [https://www.academia.edu/27950163/SOIL\\_POROSITY\\_MODELING\\_FOR\\_PRIMARY\\_TILLAGE\\_SERIOUS\\_GAME](https://www.academia.edu/27950163/SOIL_POROSITY_MODELING_FOR_PRIMARY_TILLAGE_SERIOUS_GAME)
- Adisusilo, A. K., Hariadi, M., Mulyanto, E., Purwantana, B., & I, R. (2018). Designing Immersive Serious Game Based on Soil Tillage : Polynomial Model for Horizontal Plowing Force Model. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.28), 404–410. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.28.22621>
- Adisusilo, A. K., Hariadi, M., Yuniarno, E. M., & Purwantana, B. (2020). Optimizing player engagement in an immersive serious game for soil tillage base on Pareto optimal strategies. *Heliyon*, 6(3), e03613. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03613>
- Adisusilo, A. K., Hariadi, M., Yuniarno, E. M., Purwantana, B., Radi, R., & Radi, R. (2018). Soil porosity modelling for immersive serious game based on vertikal angle, depth, and speed of tillage. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 4(2), 107. <https://doi.org/10.26555/ijain.v4i2.215>
- Adisusilo, A. K., & Soebandhi, S. (2021a). A review of immersivity in serious game with the purpose of learning media. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 18(5), 1–11. [https://doi.org/10.6703/ijase.202109\\_18\(5\).017](https://doi.org/10.6703/ijase.202109_18(5).017)

- Adisusilo, A. K., & Soebandhi, S. (2021b). A review of immersivity in serious game with the purpose of learning media. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 18(5), 1–11. [https://doi.org/10.6703/IJASE.202109\\_18\(5\).017](https://doi.org/10.6703/IJASE.202109_18(5).017)
- Adisusilo, A. K., Wahyuningtyas, E., Saurina, N., & Radi. (2022). Serious game design for soil tillage based on plowing forces model using neural network. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, Preprint*(Preprint), 1–10. <https://doi.org/10.3233/JIFS-212419>
- Anang Kukuh Adisusilo Eko Mulyanto, M. H. M. (n.d.). SOIL POROSITY MODELING FOR PRIMARY TILLAGE SERIOUS GAME. *ISREM 2015 (INTERNATIONAL SEMINAR Resources, Environment, And Marine In The Global Challenge )*. [https://www.academia.edu/27950163/SOIL\\_POROSITY\\_MODELING\\_FOR\\_PRIMARY\\_TILLAGE\\_SERIOUS\\_GAME](https://www.academia.edu/27950163/SOIL_POROSITY_MODELING_FOR_PRIMARY_TILLAGE_SERIOUS_GAME)
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., De Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015a). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391–411. <https://doi.org/10.1111/BJET.12113>
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., De Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015b). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391–411. <https://doi.org/10.1111/BJET.12113>
- Aryana, A. A. N. B., Budhi, M. K. S., & Yuliarmi, N. N. (2016). PENGARUH KARAKTERISTIK PETANI DAN PERAN PENDAMPING TERHADAP KEBERHASILAN SIMANTRI DI KABUPATEN BADUNG. *E-Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Universitas Udayana*. <https://jurnal.harianregional.com/index.php/EEB/article/view/15659>
- Barbara, J. (2015). Measuring User Experience in Multiplayer Board Games: <https://doi.org/10.1177/1555412015593419>, 12(7–8), 623–649. <https://doi.org/10.1177/1555412015593419>
- Cen, L., Ruta, D., Powell, L., & Ng, J. (2014). Learning alone or in a group - An empirical case study of the collaborative learning patterns and their impact on student grades. *Proceedings of 2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2014*, 627–632. <https://doi.org/10.1109/ICL.2014.7017845>
- Christou, G., Zaphiris, P., Ang, C. S., & Law, E. L. C. (2011). Designing for the user experience of sociability in Massively Multiplayer Online Games. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 879–882. <https://doi.org/10.1145/1979742.1979544>
- Deci, E. L. (1975). Cognitive Evaluation Theory: Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation.

- Intrinsic Motivation*, 129–159. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-4446-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-4446-9_5)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2004). *Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective*. University of Rochester Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2009). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Https://Doi.Org/10.1207/S15327965PLI1104\_01*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Lee, M. L., Adisusilo, A. K., & Prasetya, N. I. (2022). Perancangan Multiplayer Serious Game Pengolahan Tanah Menggunakan Bajak Singkal. *INSYST: Journal of Intelligent System and Computation*, 4(1), 16–21. <https://doi.org/10.52985/INSYST.V4I1.191>
- Liu, M., Horton, L., Olmanson, J., & Toprac, P. (2011). A study of learning and motivation in a new media enriched environment for middle school science. *Educational Technology Research and Development* 2011 59:2, 59(2), 249–265. <https://doi.org/10.1007/S11423-011-9192-7>
- Ma, M., Oikonomou, A. V., & Jain, L. C. (2011). *Serious games and edutainment applications*. Springer-Verlag London Ltd.
- Martin, J., & Fetzer, M. (2014). Serious Games. *Training*, 51(5), 43. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70111-0>
- Putra, D. A. T. B., Adisusilo, A. K., & Prasetya, N. I. (2022). Optimasi Aset dan Karakter Permainan 3D Berbasis Tematik Sekolah Dasar. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 4(01), 1–6. <https://doi.org/10.37823/INSIGHT.V4I01.165>
- Saddik, A., Latif, R., El Ouardi, A., Elhoseny, M., & Khelifi, A. (2022). Computer development based embedded systems in precision agriculture: tools and application. *Https://Doi.Org/10.1080/09064710.2021.2024874*, 72(1), 589–611. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.2024874>
- Shenaq, R. (2021). The Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.3787811>
- Spyridonis, F., & Daylamani-Zad, D. (2020). A serious game to improve engagement with web accessibility guidelines. *Https://Doi.Org/10.1080/0144929X.2019.1711453*, 40(6), 578–596. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2019.1711453>
- Su, C. H., & Kai-Chong Hsaio. (2015). Developing and Evaluating Gamifying Learning System by Using Flow-Based Model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1283–1306. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2015.1386A>
- Taqi, H. A., & Al-Nouh, N. A. (2014). Effect of Group Work on EFL Students' Attitudes and Learning in

- Higher Education. *Journal of Education and Learning*, 3(2), p52.  
<https://doi.org/10.5539/JEL.V3N2P52>
- Varank, İ. (2006). A COMPARISON OF A COMPUTER-BASED AND A LECTURE-BASED COMPUTER LITERACY COURSE: A TURKISH CASE. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(3), 112–123. [www.ejmste.com](http://www.ejmste.com)
- Wendel, V., Gutjahr, M., Göbel, S., & Steinmetz, R. (2013). Designing collaborative multiplayer serious games. *Education and Information Technologies*, 18(2), 287–308.  
<https://doi.org/10.1007/S10639-012-9244-6>
- Wendel, V., & Konert, J. (2016). Multiplayer Serious Games. *Serious Games*, 211–241.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_8)

## BIOGRAFI PENULIS



### **Dr. Anang Kukuh Adisusilo, ST., MT**

Mendapatkan gelar Doktor dari Teknik Elektro ITS dengan fokus penelitian pada *Serious Game* pada bidang Teknik Komputer Dosen dpk LLDIKTI7 yang ditempatkan di Prodi.Informatika-Fakultas Teknik- UWKS

Scopus ID : 56515508700; ORCID ID : 0000-0002-1656-4471;

Sinta ID: 158449; WoS ID : M-1316-2016

Email : [anang65@uwks.ac.id](mailto:anang65@uwks.ac.id)



### **Emmy Wahyuningtyas, S.Kom., MMT.**

Mendapatkan gelar Magister dari ITS dengan fokus penelitian pada Sistem Informasi dan Manajemen Informatika. Dosen UWKS yang ditempatkan di Prodi. Informatika-Fakultas Teknik-UWKS

Scopus ID : 57205028976; Sinta ID: 5979609; WoS ID : AED-9799-2022

Email : [emmy@uwks.ac.id](mailto:emmy@uwks.ac.id)



### **Nia Saurina SST., M.Kom.**

Mendapatkan gelar Magister dari Teknik Informatika ITS dengan fokus penelitian pada Rekayasa Perangkat Lunak dan Deep Learning. Dosen UWKS yang ditempatkan di Prodi. Informatika-Fakultas Teknik- UWKS

Scopus ID : 57205025135; ORCID ID : 0000-0001-5715-9037;

Sinta ID: 5980704; WoS ID : ABL-8998-2022

Email : [niasaurina@uwks.ac.id](mailto:niasaurina@uwks.ac.id)



### **Dr. Radi, STP., M.Eng.**

Mendapatkan gelar Doktor dari Teknik Elektro ITS dengan fokus penelitian pada Biosensing & Robotika dalam Bidang Biosistem.

Dosen Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian UGM

Scopus ID : 56916103300; Sinta ID: 6005490;

Email : [radi-tep@ugm.ac.id](mailto:radi-tep@ugm.ac.id)



**SALAM SERIOUS GAME INDONESIA**

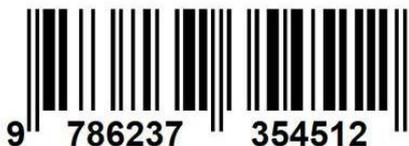
**MEKANISME *MULTIPLAYER*  
*SERIOUS GAME***

**DALAM KONSEP *LM-GM***

*Pengolahan Tanah Menggunakan Bajak Singkal*

**MONOGRAF**

ISBN 978-623-7354-51-2



9 786237 354512