



RANCANG BANGUN NUSANTARA TRADING CARD GAME: GAME KARTU BERTARUNG BERTEMA LEGENDA INDONESIA BERBASIS UNITY DENGAN METODE GAME DEVELOPMENT LIFE CYCLE

**Ridho Mulyawan Efendi*¹, Razka Julian Rivandi², Muhammad Rashif
Aminurrohim³, Fadhlan Rafiza Santana⁴**

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut
Teknologi Nasional Bandung, Jawa Barat, Indonesia ^{1,2,3,4}

Email: ridho.mulyawan@mhs.itenas.ac.id¹, razka.julian@mhs.itenas.ac.id²,
muhammad.rashif@mhs.itenas.ac.id³, fadhlan.rafiza@mhs.itenas.ac.id⁴

ABSTRACT

Indonesian folklore and legendary figures are increasingly unfamiliar to younger generations, largely because they compete poorly against foreign digital entertainment products. Meanwhile, the digital trading card game (TCG) genre continues to grow rapidly and has proven effective in attracting young players. This study aims to design and develop Nusantara Trading Card Game, a two-dimensional turn-based card battle game that uses Indonesian legendary and popular-culture figures as playable cards, including Nyi Roro Kidul, Gundala, Wiro Sableng, Buta Gua Hantu, and Merpati. The game was developed using the Unity game engine together with the DOTween animation library, following the Game Development Life Cycle (GDLC) method, which consists of initiation, pre-production, production, testing, beta, and release phases. Each card carries two primary attributes, namely power as its attack value and defense as its defensive value, and is placed on a segmented game board. Both sides begin the match with 30 health points. The player competes against a rule-based artificial intelligence bot capable of drawing random cards, placing them on the board, forming a strategy, and launching counterattacks. Development was carried out over 13 weeks through four enhancement iterations. Black-box testing across ten scenarios indicates that all core features function as designed, namely random card distribution, card placement, the healthbar system, turn time limits, the End Turn button, two-way attack mechanics, and win and lose conditions. The game runs on low-specification hardware, namely an Intel Core i3 5th-generation processor, 2 GB of RAM, and Intel UHD Graphics 630 integrated graphics.

Keywords : Card Game, Indonesian Legend, Unity, GDLC, Artificial Intelligence, Turn-Based

ABSTRAK

Cerita rakyat dan tokoh legenda Indonesia semakin jarang dikenal oleh generasi muda karena kalah bersaing dengan produk hiburan digital dari luar negeri. Di sisi lain, genre trading card game (TCG) digital berkembang pesat dan terbukti mampu menarik minat pemain usia muda. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Nusantara Trading Card Game, yaitu game kartu bertarung dua dimensi berbasis giliran yang menggunakan tokoh legenda dan budaya populer Indonesia sebagai karakter kartu, di antaranya Nyi Roro Kidul, Gundala, Wiro Sableng, Buta Gua Hantu, dan Merpati. Game dikembangkan menggunakan game engine Unity dengan pustaka animasi DOTween, dan mengikuti metode Game Development Life Cycle (GDLC) yang terdiri atas tahap initiation, pre-production, production, testing, beta, dan release. Setiap kartu memiliki dua atribut utama, yaitu power sebagai nilai serang dan defense sebagai nilai pertahanan, serta ditempatkan pada papan permainan bersegmen. Kedua belah pihak memulai permainan dengan health point sebesar 30. Pemain bertanding melawan bot berbasis aturan (rule-based artificial intelligence) yang mampu menerima kartu acak, menempatkan kartu ke papan, menyusun strategi, dan melancarkan serangan balik. Pengembangan dilakukan selama 13 minggu melalui empat kali iterasi peningkatan. Hasil pengujian black-box terhadap sepuluh skenario menunjukkan seluruh fitur utama berjalan sesuai rancangan, meliputi pembagian kartu acak, penempatan kartu, sistem healthbar, batas waktu giliran, tombol End Turn, mekanisme serangan dua arah, serta kondisi menang dan kalah. Game dapat dijalankan pada perangkat berspesifikasi rendah, yaitu prosesor Intel Core i3 generasi ke-5, RAM 2 GB, dan grafis terintegrasi Intel UHD Graphics 630.

Kata Kunci : *Game Kartu, Legenda Indonesia, Unity, GDLC, Kecerdasan Buatan, Turn-Based*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan cerita rakyat dan tokoh legenda yang tersebar hampir di setiap daerah. Tokoh seperti Nyi Roro Kidul dari pesisir selatan Jawa, atau tokoh fiksi populer seperti Gundala dan Wiro Sableng, pernah menjadi bagian dari keseharian anak-anak melalui buku cerita, komik, dan film layar lebar. Namun

seiring pergeseran pola konsumsi hiburan ke arah digital, pengenalan terhadap tokoh-tokoh tersebut menurun. Anak muda saat ini lebih akrab dengan karakter dari waralaba hiburan luar negeri yang hadir secara masif melalui film, serial, dan permainan digital.

Permainan digital merupakan salah satu media yang paling potensial untuk memperkenalkan kembali muatan budaya lokal. Berbeda dengan media yang bersifat satu arah, permainan menuntut keterlibatan aktif pemain sehingga informasi yang disampaikan cenderung lebih mudah diingat. Sejumlah penelitian terdahulu telah memanfaatkan permainan digital sebagai media pengenalan budaya

Nusantara, di antaranya game edukasi berbentuk *jigsaw puzzle* untuk mengenalkan kebudayaan Indonesia [1], game edukasi budaya Nusantara berbasis Android [2], serta game *role playing* yang mengangkat cerita rakyat sebagai materi ceritanya [3].

Pada ranah permainan kartu, sejumlah karya juga telah mengangkat khazanah lokal. Kartu fisik bertema cerita rakyat Indonesia dirancang sebagai media alternatif dari *storytelling* [4], sementara teknologi *Augmented Reality* dimanfaatkan untuk memvisualisasikan tokoh wayang pada kartu, baik bertema Perang Baratayuda [5] maupun kartu Amogasakti [6]. Pada sisi digital, penelitian terbaru mengembangkan TCG wayang berbasis *turn-based strategy* dengan lawan adaptif hasil pelatihan *reinforcement learning* [7].

Salah satu genre yang sedang berkembang adalah *trading card game* (TCG) digital, yaitu permainan kartu di mana setiap kartu merepresentasikan karakter dengan kemampuan tertentu, dan pemain menyusun strategi dari kartu yang dimilikinya. Kesuksesan judul seperti *Marvel Snap* dan *Hearthstone* menunjukkan bahwa format kartu yang ringkas, dengan durasi permainan pendek dan aturan sederhana, mampu menarik pemain dalam jumlah besar.

Sayangnya, sebagian besar TCG digital yang populer mengangkat karakter dari mitologi Barat, Jepang, atau waralaba superhero internasional. Belum banyak permainan sejenis yang secara khusus menjadikan legenda Nusantara sebagai inti dari desain kartunya. Kondisi ini membuka peluang pengembangan permainan kartu bertema lokal yang tetap mengadopsi mekanika modern yang sudah terbukti disukai pemain.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang mekanika permainan kartu bertarung berbasis giliran yang menggunakan tokoh legenda Indonesia sebagai karakter kartu.
2. Mengimplementasikan rancangan tersebut menjadi permainan dua dimensi menggunakan *game engine* Unity.
3. Membangun lawan berupa bot berbasis aturan yang mampu menempatkan kartu dan menyerang pemain, sehingga permainan dapat dimainkan secara *single player*.
4. Menguji kesesuaian fungsionalitas permainan terhadap rancangan menggunakan metode pengujian *black-box*.

Batasan penelitian ini adalah: permainan dikembangkan untuk platform *desktop* Windows, hanya mendukung mode satu pemain melawan bot, tidak menyediakan mode multipemain daring, dan jumlah kartu yang tersedia masih terbatas pada koleksi awal yang dirancang oleh tim.

Trading Card Game

Trading card game adalah permainan yang menggunakan kartu sebagai komponen utama, di mana setiap kartu memiliki atribut dan kemampuan yang berbeda [5]. Pemain menyusun kombinasi kartu dari koleksi yang dimilikinya, lalu memainkannya secara bergiliran untuk mengalahkan lawan. Unsur strategi muncul dari keputusan pemain dalam memilih kartu mana yang dimainkan, kapan memainkannya, dan di posisi mana kartu ditempatkan [8]. Aturan yang membatasi pilihan pemain justru menjadi sumber kesenangan, karena keterbatasan itulah yang memaksa munculnya keputusan bermakna [9]. Keseimbangan antar kartu menjadi persoalan desain utama pada genre ini: kartu yang terlalu kuat membuat strategi lain menjadi tidak relevan [10]. Pada versi digital, elemen fisik seperti pengocokan dan pembagian kartu digantikan oleh proses pengacakan yang dijalankan oleh sistem [4].

Game Engine Unity

Unity adalah *game engine* lintas platform yang banyak digunakan untuk pengembangan permainan dua dimensi maupun tiga dimensi [11], [12]. Unity menyediakan komponen siap pakai untuk penanganan grafis, masukan pengguna, audio, dan antarmuka, serta menggunakan bahasa pemrograman C# untuk penulisan logika permainan. Arsitektur Unity berbasis *GameObject* dan *Component*, sehingga setiap objek dalam permainan, termasuk kartu, papan, dan tombol antarmuka, dapat dibangun dari kombinasi komponen yang dilekatkan pada objek tersebut. Kemudahan penggunaan dan dukungan lintas platform membuat Unity banyak dipilih pada pengembangan permainan edukatif di Indonesia [13].

DOTween

DOTween adalah pustaka *tweening* untuk Unity yang digunakan untuk membuat animasi pergerakan, rotasi, dan perubahan properti objek secara halus tanpa perlu menulis animasi bingkai demi bingkai [14]. Pada penelitian ini DOTween dimanfaatkan untuk menganimasikan perpindahan kartu dari tangan pemain menuju papan permainan serta efek visual saat kartu menyerang.

Kecerdasan Buatan Berbasis Aturan pada Permainan

Kecerdasan buatan pada permainan berfungsi mengendalikan unsur-unsur yang harus mengambil keputusan ketika sebuah kondisi memiliki beberapa pilihan dengan hasil akhir berbeda, sehingga menghasilkan perilaku yang relevan dan menantang bagi pemain [15], [16]. Berbeda dengan kecerdasan buatan pada bidang lain yang mengejar keputusan seoptimal mungkin, kecerdasan buatan pada permainan lebih diarahkan untuk menghasilkan pengalaman bermain yang menarik [17].

Pada permainan berbasis giliran dengan ruang keputusan terbatas, pendekatan berbasis aturan (*rule-based*) sudah cukup untuk menghasilkan lawan yang terasa responsif. Bot bekerja dengan mengevaluasi kondisi permainan saat ini, lalu memilih

aksi berdasarkan serangkaian kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya, misalnya menempatkan kartu bila slot papan masih kosong, atau menyerang bila terdapat kartu lawan yang dapat dikalahkan. Penelitian perbandingan metode kecerdasan buatan pada *game battle* RPG menunjukkan bahwa metode *rule-base* memang menghasilkan persentase kemenangan yang lebih rendah dibanding *Support Vector Machine* dan *decision tree*, namun unggul dari sisi kesederhanaan implementasi dan beban komputasi [18].

Sejumlah pendekatan lain juga lazim digunakan. *Finite State Machine* (FSM) memodelkan perilaku lawan sebagai kumpulan keadaan, kejadian, dan aksi, dan telah diterapkan pada RPG berbasis giliran [19], permainan bertema pertahanan kota [20], maupun permainan simulasi berbasis Unity [21]. Logika *fuzzy* Tsukamoto dipakai untuk pembobotan keputusan karakter pada permainan berbasis giliran [22], sedangkan metode pembelajaran mesin seperti *K-Nearest Neighbor* berbobot [23] dan *reinforcement learning* melalui Unity ML-Agents [24], [7] menghasilkan lawan yang lebih adaptif namun menuntut proses pelatihan dan sumber daya komputasi yang jauh lebih besar. Pemilihan metode karena itu perlu disesuaikan dengan kompleksitas permainan dan sumber daya pengembangan yang tersedia.

Game Development Life Cycle (GDLC)

GDLC merupakan model siklus hidup pengembangan yang disusun khusus untuk produk permainan [25]. Model ini terdiri atas enam tahap: *initiation* (perumusan konsep awal), *pre-production* (perancangan desain permainan dan pembuatan prototipe), *production* (implementasi aset dan kode), *testing* (pengujian internal), *beta* (pengujian oleh pihak luar tim), dan *release* (perilisan produk). Karakteristik utama GDLC adalah sifatnya yang iteratif: tahap *production*, *testing*, dan *beta* dapat diulang beberapa kali hingga kualitas produk dinilai memadai. Model ini telah diterapkan pada berbagai pengembangan permainan, mulai dari game platform berbasis *mobile* [26], game labirin edukatif [27], game bertema motif batik khas Yogyakarta [28], hingga game balap berbasis WebGL [11].

Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian *black-box* merupakan metode pengujian yang menilai kesesuaian keluaran sistem terhadap masukan yang diberikan tanpa memeriksa struktur kode di dalamnya. Penguji menyusun sejumlah skenario berdasarkan spesifikasi fungsional, menjalankannya pada perangkat lunak, lalu membandingkan keluaran yang muncul dengan keluaran yang diharapkan [29]. Kelebihan metode ini adalah tidak memerlukan akses terhadap kode sumber, sehingga dapat dijalankan oleh pihak yang bukan pengembang perangkat lunak tersebut.

Pada penelitian permainan, pengujian *black-box* umumnya digunakan untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai rancangan, kemudian dilengkapi pengujian terhadap pengguna untuk mengukur tingkat penerimaan dan kepuasan bermain [1],

[30]. Pengujian pengguna menuntut responden dalam jumlah memadai serta waktu pelaksanaan yang lebih panjang, sehingga tidak selalu dapat dilaksanakan pada pengembangan berdurasi pendek.

Penelitian Terkait dan Posisi Penelitian

Rangkuman penelitian terdahulu yang relevan disajikan pada Tabel 1. Perbandingan disusun berdasarkan empat aspek: tema yang diangkat, metode pengembangan, jenis kecerdasan buatan yang digunakan, dan metode pengujian.

Tabel 1. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian ini

Penelitian	Tema/ Objek	Metode Pengembangan	Kecerdasan Buatan	Pengujian
Putra dkk. [5]	TCG <i>Augmented Reality</i> wayang Baratayuda	<i>Iterative with Rapid Prototyping</i>	Tidak diterapkan	<i>White-box, black-box, playtesting</i>
Sia dkk. [4]	Kartu fisik bertema cerita rakyat Indonesia	Perancangan desain komunikasi visual	Tidak diterapkan	Evaluasi desain
Saputra dkk. [1]	Game <i>puzzle</i> kebudayaan Indonesia	GDLC	Tidak diterapkan	<i>Beta testing</i> (usability, 20 responden)
Sanjaya dkk. [19]	RPG <i>turn-based</i> berbasis desktop	Tidak disebutkan	<i>Finite State Machine</i>	Pengujian fungsional
Purwoko [7]	TCG wayang <i>turn-based</i> digital	GDLC	<i>Reinforcement learning</i> (PPO)	<i>Black-box</i>
Penelitian ini	TCG bertarung legenda Indonesia berbasis Unity	GDLC	<i>Rule-based</i>	<i>Black-box</i> (10 skenario)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa penelitian terdahulu cenderung terbagi ke dalam dua kelompok. Kelompok pertama mengangkat khazanah budaya lokal namun belum menghadirkan lawan berbasis kecerdasan buatan, baik karena berbentuk kartu fisik [4] maupun karena mekanikanya tidak menuntut lawan aktif [1], [5]. Kelompok kedua menerapkan kecerdasan buatan yang cukup kompleks, seperti *reinforcement learning* yang memerlukan proses pelatihan agen [7]. Posisi penelitian ini berada di antara keduanya: mengangkat tokoh legenda Indonesia dalam bentuk permainan kartu digital yang dilengkapi lawan otomatis, namun

dengan pendekatan *rule-based* yang ringan sehingga tetap dapat dijalankan pada perangkat berspesifikasi rendah tanpa proses pelatihan model.

METODE PENELITIAN

Tahapan Pengembangan

Pengembangan dilaksanakan selama 13 minggu dan dipetakan ke dalam tahapan GDLC seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemetaan kegiatan mingguan terhadap tahapan GDLC

Minggu	Kegiatan	Tahap GDLC
1	Mendefinisikan konsep permainan yang akan dirancang	<i>Initiation</i>
2	Merancang permainan dan mengumpulkan referensi serta aset	<i>Pre-production</i>
3	Pembuatan <i>layout</i> papan permainan	<i>Pre-production</i>
4	Pembuatan desain kartu karakter Nusantara	<i>Pre-production</i>
5	Perancangan dan penulisan algoritma permainan	<i>Production</i>
6	Implementasi kode kartu dan kartu karakter	<i>Production</i>
7	Pembuatan <i>script manager</i> untuk menjalankan alur permainan	<i>Production</i>
8	Penambahan aset pendukung ke dalam permainan	<i>Production</i>
9	Optimasi kinerja dan aset, lanjutan perancangan	<i>Production</i>
10	Pengujian permainan dan perbaikan <i>bug</i>	<i>Testing</i>
11	Evaluasi menyeluruh terhadap kualitas, fitur, dan konsistensi	<i>Testing</i>
12	<i>Product polishing</i> : trailer, video demo, banner, perbaikan akhir	<i>Beta</i>
13	Pameran dan presentasi produk	<i>Release</i>

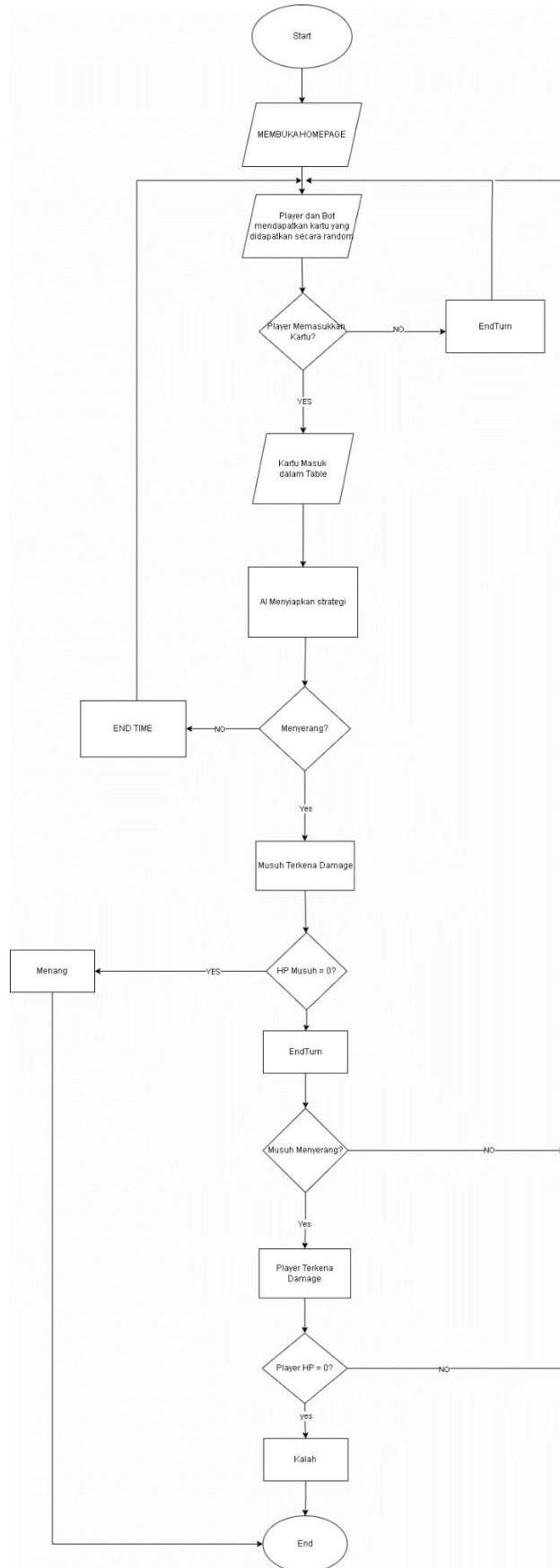
Perancangan Mekanika Permainan

Alur permainan dirancang dalam bentuk diagram alir yang menggambarkan satu putaran penuh dari awal hingga kondisi menang atau kalah tercapai, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Alur tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pemain membuka halaman utama (*home page*) dan memilih untuk memulai permainan.
2. Pemain dan bot masing-masing menerima kartu yang dibagikan secara acak dari kumpulan kartu yang tersedia.
3. Pemain diberi kesempatan menempatkan kartu ke papan permainan dalam

batas waktu tertentu. Jika pemain tidak menempatkan kartu hingga waktu habis, giliran otomatis berakhir (*End Turn*).

4. Jika kartu ditempatkan, kartu tersebut masuk ke slot papan permainan.
5. Bot mengevaluasi kondisi papan dan menyusun strategi penempatan kartunya.
6. Sistem memeriksa apakah terjadi serangan. Bila tidak, giliran berakhir dan permainan kembali ke tahap penempatan kartu.
7. Bila terjadi serangan dari pemain, nilai *health point* (HP) lawan dikurangi sesuai nilai *power* kartu penyerang setelah memperhitungkan nilai *defense*.
8. Sistem memeriksa apakah HP lawan telah mencapai nol. Jika ya, pemain dinyatakan menang dan permainan berakhir.
9. Jika belum, giliran berpindah ke bot. Bot meluncurkan serangan dan HP pemain berkurang.
- 10 Sistem memeriksa apakah HP pemain telah mencapai nol. Jika ya, pemain dinyatakan kalah. Jika belum, permainan berlanjut ke putaran berikutnya.



Gambar 1. Diagram alir mekanika Nusantara Trading Card Game

Perancangan Kartu Karakter

Setiap kartu direpresentasikan sebagai objek dengan dua atribut numerik utama, yaitu *power* sebagai nilai serang dan *defense* sebagai nilai pertahanan. Nilai kedua atribut dirancang berbeda antar karakter untuk menciptakan variasi strategi: karakter dengan *power* tinggi namun *defense* rendah cocok untuk serangan cepat, sedangkan karakter dengan nilai keduanya tinggi berfungsi sebagai kartu penekan yang sulit dijatuhkan. Kartu yang digunakan pada versi awal permainan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar kartu karakter dan atributnya

No.	Nama Kartu	Asal / Rujukan	Power	Defense	Peran Taktis
1	Nyi Roro Kidul	Legenda pesisir selatan Jawa	7	2	Penyerang murni, rapuh bila dibalas
2	Buta Gua Hantu	Tokoh raksasa dalam cerita rakyat	7	5	Kartu penekan bernilai tinggi
3	Gundala	Tokoh komik superhero Indonesia	3	3	Kartu serbaguna standar
4	Wiro Sableng	Tokoh cerita silat Indonesia	3	3	Kartu serbaguna standar
5	Merpati	Tokoh pendamping semesta komik Indonesia	2	2	Kartu ringan pengisi papan

Pada awal permainan, setiap pemain menerima lima kartu yang dibagikan secara acak. Jumlah ini dipilih agar pemain memiliki cukup pilihan strategi tanpa membuat proses pengambilan keputusan menjadi terlalu lama. Kedua belah pihak memulai pertandingan dengan HP sebesar 30.

Perancangan Kecerdasan Buatan Bot

Bot dirancang menggunakan pendekatan berbasis aturan dengan tiga tanggung jawab utama:

10. **Penerimaan kartu.** Bot menerima kartu acak dengan mekanisme yang sama seperti pemain, sehingga kondisi awal kedua belah pihak setara.
11. **Penempatan kartu.** Pada setiap giliran, bot memeriksa slot papan yang masih kosong dan menempatkan kartu dari tangannya ke slot tersebut.
12. **Penentuan serangan.** Bot mengevaluasi kartu pemain yang berada di papan, lalu menentukan target serangan. Nilai *power* kartu bot dibandingkan dengan *defense* kartu pemain untuk menentukan apakah kartu lawan hancur, serta berapa besar sisa kerusakan yang diteruskan ke HP pemain.

Pendekatan ini dipilih karena ruang keputusan pada permainan relatif kecil.

Jumlah kartu di tangan terbatas dan jumlah slot papan tetap, sehingga aturan sederhana sudah menghasilkan lawan yang mampu memberikan perlawanan tanpa membebani kinerja komputasi [18].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Antarmuka

Permainan yang dihasilkan terdiri atas lima tampilan utama.

a. Halaman Utama (*Home Page*)

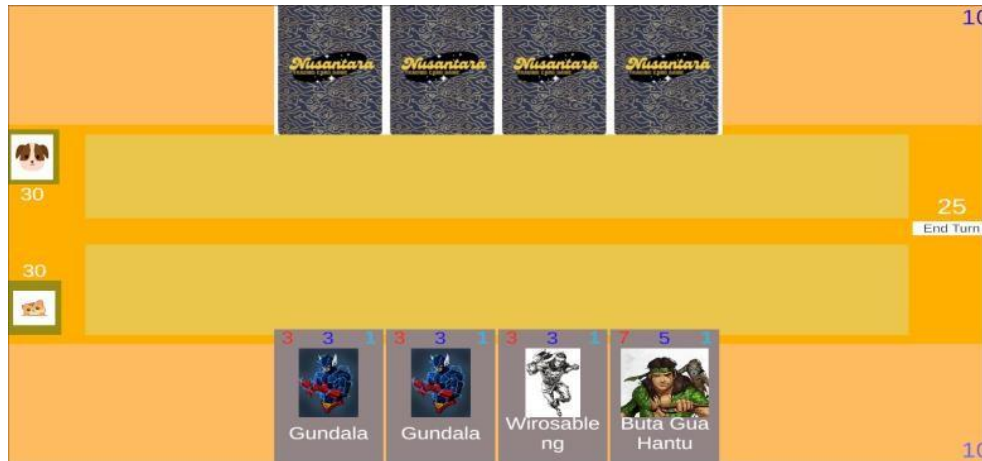
Halaman ini menampilkan judul permainan beserta latar bertema Nusantara yang memuat elemen visual seperti bendera merah putih, pura, tugu, dan ilustrasi karakter legenda. Terdapat tiga tombol navigasi, yaitu *Start* untuk memulai pertandingan, *Settings* untuk pengaturan, dan *Quit* untuk keluar dari permainan.



Gambar 2. Tampilan halaman utama

b. Tampilan Dalam Permainan (*In Game*).

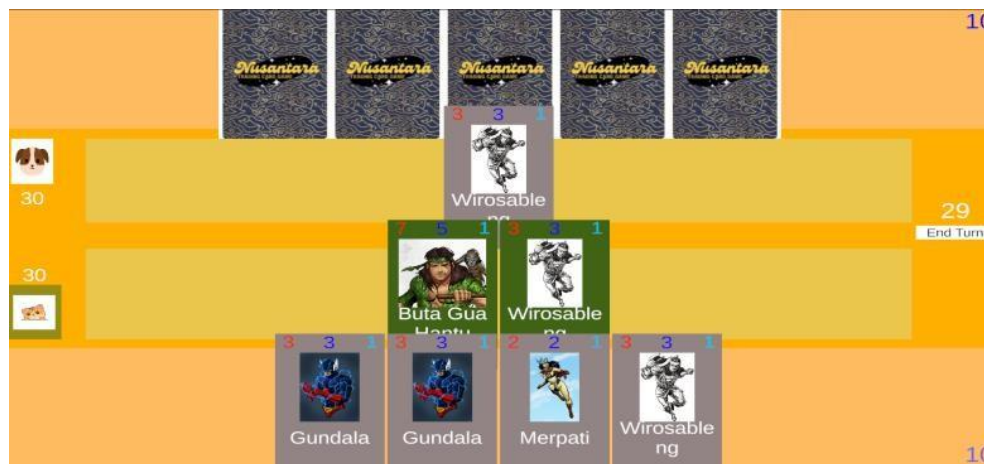
Papan permainan disusun dalam bentuk baris bersegmen dengan pembagian area yang jelas antara pemain dan lawan. Bagian atas layar menampilkan kartu milik bot dalam kondisi tertutup, bagian tengah merupakan area pertarungan yang terbagi menjadi dua baris, dan bagian bawah menampilkan kartu milik pemain beserta atribut masing-masing. Indikator HP kedua belah pihak ditampilkan pada sisi kiri layar dengan nilai awal 30, sedangkan penghitung batas waktu giliran dan tombol *End Turn* ditempatkan pada sisi kanan.



Gambar 3. Tampilan papan permainan

c. Tampilan Pertarungan (*Fight Game*).

Ketika kartu ditempatkan ke area pertarungan, kartu pemain dan kartu bot saling berhadapan pada baris yang bersebelahan. Kartu yang kalah dalam pertarungan akan hilang dari papan, dan sisa kerusakan diteruskan untuk mengurangi HP pemilik kartu.



Gambar 4. Tampilan pertarungan antar kartu

d. Tampilan Kalah dan Menang.

Ketika HP salah satu pihak mencapai nol, permainan berhenti dan menampilkan layar hasil beserta tombol *Restart* untuk memulai kembali permainan tanpa perlu menutup aplikasi.



Gambar 5. Tampilan kondisi kalah



Gambar 6. Tampilan kondisi menang

Mekanisme Permainan yang Terbentuk

Hasil implementasi menghasilkan siklus permainan sebagai berikut. Permainan dimulai dengan pembagian lima kartu acak kepada pemain dan bot. Pemain menempatkan kartu ke papan dalam batas waktu yang ditampilkan pada penghitung waktu; bila waktu habis sebelum kartu ditempatkan, giliran berpindah secara otomatis. Pemain juga dapat mengakhiri gilirannya lebih cepat melalui tombol *End Turn*. Setelah giliran pemain berakhir, bot menempatkan kartunya dan meluncurkan serangan. Pertarungan diselesaikan dengan membandingkan nilai *power* kartu penyerang terhadap nilai *defense* kartu bertahan, dan selisihnya mengurangi HP pihak yang diserang. Permainan berakhir ketika HP salah satu pihak habis.

Keberadaan batas waktu giliran terbukti penting dalam menjaga ritme permainan. Tanpa batas waktu, pemain dapat berhenti pada satu giliran tanpa batas sehingga permainan kehilangan tempo. Kombinasi antara batas waktu dan tombol *End Turn* memberi keseimbangan: pemain yang masih berpikir tetap memiliki jeda, sementara pemain yang sudah yakin dapat langsung melanjutkan.

Distribusi atribut kartu pada Tabel 3 juga membentuk dinamika taktis tersendiri. Kartu Buta Gua Hantu dengan *power* 7 dan *defense* 5 berperan sebagai kartu penekan yang sulit dijatuhkan oleh kartu standar bernilai 3, sehingga kemunculannya pada tangan awal memberi keunggulan yang cukup terasa. Sebaliknya Nyi Roro Kidul

dengan *power* 7 namun *defense* hanya 2 menuntut pemain memperhitungkan waktu penempatan, karena kartu ini mampu menghancurkan lawan sekaligus mudah dihancurkan pada giliran berikutnya.

Implementasi Kecerdasan Buatan

Bot berhasil diimplementasikan dan mampu menjalankan ketiga tanggung jawab yang dirancang. Pengembangan bot merupakan bagian yang paling banyak mengalami iterasi. Pada iterasi pertama, bot hanya mampu menerima kartu tetapi belum dapat melakukan aksi apa pun. Pada iterasi kedua, bot sudah dapat menempatkan kartu ke dalam papan permainan namun belum mampu menyerang, sehingga pemain selalu memenangkan permainan dan tantangan menjadi hilang. Baru pada iterasi ketiga, mekanisme serangan bot berhasil diselesaikan sehingga pemain dapat menang maupun kalah. Kondisi inilah yang menjadi syarat agar permainan memiliki nilai tantangan.

Iterasi Peningkatan

Ringkasan perubahan setiap komponen sepanjang proses pengembangan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Iterasi peningkatan komponen permainan

Komponen	Kondisi Awal	Peningkatan 1	Peningkatan 2	Peningkatan 3	Produk Final
Kartu	Mockup kartu dibuat	Gambar karakter dimasukkan	Nilai <i>power</i> ditetapkan	Kode pemindahan kartu ke area pertarungan	Kartu dapat menyerang dan hancur sesuai rancangan
Papan permainan	Mockup papan dibuat	Warna bersegmen ditambahkan	Papan menerima penempatan kartu	-	Papan berfungsi penuh
Tema permainan	Mengacu pada <i>Marvel Snap</i>	Tema disesuaikan karena keterbatasan aset	Tema menjadi <i>card fight battle</i>	-	<i>Card fight battle</i> bernuansa Nusantara
Halaman utama	<i>Layout</i> dibuat	Tombol navigasi ditambahkan	Tombol mengarahkan ke permainan	-	Halaman utama berfungsi penuh
Kecerdasan buatan	Kerangka bot dibuat	Bot belum dapat menyerang	Bot dapat menempatkan	Bot dapat menyerang	Bot memberikan

			kartu	pemain	perlawanan penuh
--	--	--	-------	--------	------------------

Tabel 4 memperlihatkan bahwa perubahan paling mendasar terjadi pada tema permainan. Konsep awal mengadopsi mekanika *Marvel Snap* yang menuntut jumlah kartu banyak dengan efek khusus yang beragam. Keterbatasan aset visual yang tersedia membuat konsep tersebut sulit direalisasikan dalam kerangka waktu 13 minggu, sehingga tim menyederhanakan mekanika menjadi *card fight battle* dengan atribut *power* dan *defense*. Penyederhanaan ini merupakan keputusan desain yang wajar dalam pengembangan iteratif: cakupan fitur disesuaikan dengan sumber daya yang tersedia agar produk tetap dapat diselesaikan secara utuh, sejalan dengan sifat GDLC yang memang memungkinkan perubahan lingkup pada setiap iterasi.

Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode *black-box*, yaitu menguji kesesuaian keluaran sistem terhadap masukan yang diberikan tanpa memeriksa struktur kode internal. Sepuluh skenario disusun untuk mencakup seluruh fitur utama permainan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5. Hasil pengujian *black-box*

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Menekan tombol <i>Start</i> pada halaman utama	Sistem berpindah ke papan permainan	Berhasil
2	Memulai permainan baru	Pemain dan bot menerima lima kartu acak	Berhasil
3	Menempatkan kartu ke slot papan	Kartu berpindah dari tangan ke papan permainan	Berhasil
4	Membiarkan waktu giliran habis	Giliran berakhir otomatis dan berpindah ke bot	Berhasil
5	Menekan tombol <i>End Turn</i>	Giliran pemain berakhir sebelum waktu habis	Berhasil
6	Menyerang kartu bot	HP bot berkurang sesuai perhitungan <i>power</i> dan <i>defense</i>	Berhasil
7	Bot melancarkan serangan	HP pemain berkurang sesuai perhitungan	Berhasil
8	HP bot mencapai nol	Tampilan menang muncul dan permainan berhenti	Berhasil
9	HP pemain mencapai nol	Tampilan kalah muncul dan permainan berhenti	Berhasil
10	Menekan tombol <i>Restart</i>	Permainan dimulai ulang dari kondisi awal	Berhasil

Berdasarkan Tabel 5, seluruh sepuluh skenario pengujian memberikan hasil

sesuai dengan yang diharapkan, sehingga tingkat keberhasilan fungsional permainan mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh fitur yang dirancang pada tahap pra-produksi berhasil diwujudkan pada produk akhir, dan tidak ditemukan kegagalan fungsi pada alur permainan dari layar awal hingga kondisi menang atau kalah tercapai.

Spesifikasi Perangkat Keras Minimum

Permainan diuji dan dapat dijalankan pada perangkat dengan spesifikasi minimum sebagaimana disajikan pada Tabel 6. Spesifikasi ini tergolong rendah untuk ukuran permainan komputer, sehingga permainan dapat dijalankan pada laptop kelas menengah ke bawah yang umum dimiliki mahasiswa.

Tabel 6. Spesifikasi perangkat keras minimum

Komponen	Spesifikasi
Prosesor	Intel Core i3 generasi ke-5
Memori (RAM)	2 GB
Kartu grafis	Intel UHD Graphics 630
Ruang penyimpanan	1 GB
Sistem operasi	Windows 10

Pembahasan dan Keterbatasan

Secara keseluruhan, tujuan penelitian tercapai: permainan kartu bertarung bertema legenda Indonesia berhasil dibangun dan dapat dimainkan dari awal hingga kondisi menang atau kalah tercapai, dengan bot sebagai lawan yang mampu memberikan perlawanan.

Meskipun demikian, terdapat sejumlah keterbatasan yang perlu dicatat. *Pertama*, jumlah kartu yang tersedia masih terbatas pada lima karakter sehingga variasi strategi belum banyak dan permainan berpotensi terasa berulang setelah beberapa putaran. *Kedua*, kecerdasan buatan bot masih menggunakan aturan sederhana tanpa kemampuan memperkirakan langkah pemain di masa depan, sehingga pola mainannya relatif mudah ditebak oleh pemain berpengalaman. *Ketiga*, muatan edukatif mengenai asal-usul tokoh legenda belum disajikan secara eksplisit di dalam permainan. Tokoh hanya hadir sebagai ilustrasi kartu tanpa deskripsi latar belakang cerita, sehingga nilai pelestarian budaya yang menjadi latar belakang penelitian belum sepenuhnya terwujud. *Keempat*, pengujian yang dilakukan baru sebatas pengujian fungsional *black-box*; belum dilakukan pengujian terhadap pengguna untuk mengukur tingkat penerimaan dan kepuasan bermain melalui pengujian *usability* dengan responden.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan *Nusantara Trading Card Game*, permainan kartu bertarung dua dimensi berbasis giliran yang mengangkat tokoh legenda Indonesia sebagai karakter kartu. Permainan dibangun menggunakan *game engine* Unity dengan pustaka DOTween dan dikembangkan mengikuti metode *Game Development Life Cycle* selama 13 minggu melalui empat kali iterasi peningkatan.

Mekanika permainan berhasil dirancang dengan dua atribut kartu, yaitu *power* dan *defense*, yang menjadi dasar perhitungan pertarungan, serta HP awal sebesar 30 untuk kedua belah pihak. Lawan berupa bot berbasis aturan berhasil diimplementasikan hingga mampu menempatkan kartu dan meluncurkan serangan, sehingga pemain dapat mengalami kondisi menang maupun kalah. Pengujian *black-box* terhadap sepuluh skenario menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional 100%, dan permainan dapat dijalankan pada perangkat dengan spesifikasi minimum yang rendah.

Untuk pengembangan selanjutnya disarankan beberapa hal: menambah jumlah dan variasi kartu beserta kemampuan khusus agar strategi permainan lebih kaya; meningkatkan kecerdasan bot menggunakan pendekatan yang lebih adaptif seperti *finite state machine*, logika *fuzzy*, atau *reinforcement learning* berbasis Unity ML-Agents; menambahkan deskripsi asal-usul setiap tokoh legenda sebagai muatan edukatif; menyediakan mode multipemain; serta melakukan pengujian terhadap pengguna untuk mengukur tingkat penerimaan dan kepuasan bermain.

DAFTAR PUSTAKA

- A. A. Saputra, F. N. Putra, dan R. D. R. Yusron, "Rancang Bangun Game Edukasi Pengenalan Kebudayaan Indonesia Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) Berbasis Android," *Journal Automation Computer Information System*, vol. 2, no. 1, hal. 66–73, 2022, doi: 10.47134/jacis.v2i1.43.
- I. Rohmawati, "Pengembangan Game Edukasi Tentang Budaya Nusantara 'Tanara' Menggunakan Unity 3D Berbasis Android," *Jurnal SITECH: Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 2, no. 2, hal. 173–184, 2019, doi: 10.24176/sitech.v2i2.3907.
- E. P. Y. Perdana dan S. W. M. Edi, "Penerapan Metode Finite State Machine (FSM) pada Game Role Playing Game (RPG) Ink Journeys," *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 3, no. 3, hal. 194–295, 2024, doi: 10.24246/itexplore.v3i3.2024.pp194-295.
- C. R. Sia, D. A. Haris, dan R. Chrissandy, "Pembuatan Trading Card Game Bertema Cerita Rakyat Indonesia sebagai Media Alternatif dari Storytelling," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol. 14, no. 1, 2026, doi: 10.24912/7gwap639.
- R. R. A. Putra, W. S. Wardhono, dan M. A. Akbar, "Pengembangan Permainan Trading

- Card Augmented Reality Bertema Perang Baratayuda," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 10, hal. 4073–4081, 2018.
- R. F. Fitrianto, A. H. Rosyidah, D. Hartanto, D. F. Austi, dan H. I. Rahmadina, "Pengembangan Augmented Reality Card Game Amogasakti untuk Melestarikan Budaya Wayang Indonesia," *TEKNO: Jurnal Teknologi, Elektro, dan Kejuruan*, vol. 31, no. 2, 2021.
- Z. F. Purwoko, "Implementasi Reinforcement Learning pada Trading Card Game Bertema Wayang Berbasis Unity," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK)*, vol. 8, no. 1, Madiun, Indonesia, 2025.
- K. Salen dan E. Zimmerman, *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.
- J. Schell, *The Art of Game Design: A Book of Lenses*, edisi ke-3. Boca Raton, FL: CRC Press, 2019.
- E. Adams, *Fundamentals of Game Design*, edisi ke-3. Berkeley, CA: New Riders, 2014.
- M. G. Wellson dan W. T. Atmojo, "Implementasi Metode GDLC pada Game Taxi Rush Menggunakan Unity Engine," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 18, no. 1, hal. 201–214, 2024, doi: 10.33365/jti.v18i1.3407.
- Unity Technologies, "Unity User Manual." [Daring]. Tersedia: <https://docs.unity3d.com>
- R. Muhammad, M. Prasetyo, H. Syaputra, W. Cholil, dan S. Sauda, "Rancang dan Bangun Game Edukasi Anak-Anak Berbasis Android dengan Unity Menggunakan Metode Game Development Life Cycle," *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, 2021.
- Demigiant, "DOTween Documentation." [Daring]. Tersedia: <http://dotween.demigiant.com>
- S. A. Yakan, "Analysis of Development of Artificial Intelligence in the Game Industry," *International Journal of Cyber and IT Service Management*, vol. 2, no. 2, hal. 111–116, 2022, doi: 10.34306/ijcitsm.v2i2.100.
- I. Millington, *AI for Games*, edisi ke-3. Boca Raton, FL: CRC Press, 2019.
- G. N. Yannakakis dan J. Togelius, *Artificial Intelligence and Games*. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- M. Abdi, D. Herumurti, dan I. Kuswardayan, "Analisis Perbandingan Kecerdasan Buatan pada Computer Player dalam Mengambil Keputusan pada Game Battle RPG," *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 15, no. 2, hal. 226–237, 2017, doi: 10.12962/j24068535.v15i2.a671.

- M. F. Sanjaya, H. Pratiwi, dan P. Adytia, "Application of the Finite State Machine Method in the Desktop-Based 'Heroes of Dawn' RPG Turn-Based Game," *TEPIAN*, vol. 2, no. 2, hal. 69–73, 2021, doi: 10.51967/tepi.v2i2.348.
- Billy, I. Kuswardayan, dan W. N. Khotimah, "Implementasi Artificial Intelligence pada Game Defender of Metal City dengan Menggunakan Finite State Machine," *Jurnal Teknik POMITS*, hal. A640–A645, 2017.
- M. F. Rahadian, Suyanto, dan A. S. Maharani, "Penerapan Metode Finite State Machine pada Game 'The Relationship'," *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 1, hal. 14–22, 2016.
- D. Ratanajaya dan H. A. Wibawa, "Implementasi Kecerdasan Buatan dalam Menentukan Aksi Karakter pada Game RPG dengan Logika Fuzzy Tsukamoto," *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 4, no. 2, hal. 82–89, 2018, doi: 10.23917/khif.v4i2.6744.
- M. A. Putera dan D. Herumurti, "Peningkatan Kecerdasan Computer Player pada Game Pertarungan Berbasis K-Nearest Neighbor Berbot," *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, hal. 90–104, 2018.
- M. Y. A. Haq, M. A. Akbar, dan T. Afirianto, "Pengembangan Non-Player Character (NPC) Menggunakan Unity ML-Agents pada Karting Microgame," *Fountain of Informatics Journal*, vol. 7, no. 1, hal. 15–21, 2021, doi: 10.21111/fij.v7i1.5487.
- R. Ramadan dan Y. Widyani, "Game Development Life Cycle Guidelines," dalam *2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, Bali, Indonesia, 2013, hal. 95–100, doi: 10.1109/ICACSIS.2013.6761558.
- R. A. Krisdiawan dan Darsanto, "Penerapan Model Pengembangan Game GDLC (Game Development Life Cycle) dalam Membangun Game Platform Berbasis Mobile," *Teknokom*, vol. 2, no. 1, hal. 31–40, 2019, doi: 10.31943/teknokom.v2i1.33.
- A. Chusyairi, "Game Labirin Let's Clear Up The World Menggunakan Metode Game Development Life Cycle," *Informatics for Educators and Professionals*, vol. 4, no. 2, hal. 183–192, 2020.
- R. Y. Ariyana, E. Susanti, M. R. Ath-Thaariq, dan R. Apriadi, "Penerapan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) pada Pengembangan Game Motif Batik Khas Yogyakarta," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 6, hal. 796–807, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i6.1129.
- Y. D. Wijaya dan M. W. Astuti, "Pengujian Blackbox Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan PT INKA (Persero) Berbasis Equivalence Partitions," *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, hal. 22–26, 2021.
- A. Wahyudinata dan H. B. Dirgantara, "Pengembangan Gim Edukasi 2D Pemilahan

Sampah Daur Ulang Berbasis Android," *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 20, no. 1, hal. 129–138, 2020, doi: 10.30812/matrik.v20i1.860.