

SKRIPSI
PENERAPAN ALGORITMA *DIJKSTRA*
UNTUK PERGERAKAN *NON-PLAYER CHARACTER*
PADA GIM EDUKASI AKSARA JAWA BERBASIS
ANDROID



Dwi Yuliyanto
NPM. 18.0504.0060

Prodi Teknik Informatika S-1
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang
JANUARI, 2023

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai banyak budaya yang berasal dari suku yang berbeda-beda. Salah satunya adalah aksara Jawa yang berkembang di pulau Jawa. Penerapan aksara Jawa yang terbatas pada kehidupan sehari-hari serta berangsur-angsur tergantikan dengan huruf latin membuat aksara Jawa kurang diketahui oleh generasi muda. Ditambah dengan banyaknya kesibukan mempelajari ilmu umum dan kegiatan lain di sekolah maupun diluar sekolah. Pembelajaran aksara Jawa di kelas yang hanya 70 menit pembelajaran per minggu dirasa kurang untuk para siswa mengenal dan memahami aksara Jawa. Jika hal tersebut terus dibiarkan maka siswa akan semakin tidak mengenal aksara Jawa yang diwariskan nenek moyang.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Alfionita (2019) pada 19 siswa SD Negeri Kartasura 1 yang menyatakan bahwa siswa belum begitu paham dengan aksara Jawa. Banyak siswa kelas III (Tiga) di SD Negeri 1 Sidorejo Sukorejo Ponorogo yang kurang menguasai aksara Jawa (Kusuma et al., 2019). Rendahnya penguasaan materi aksara Jawa juga ditemukan pada siswa Kelas VB SD Negeri Jatisari (Febrianti et al., 2018). Siswa SD Negeri Belimbing 4 Malang Provinsi Jawa Timur juga banyak siswa yang belum mengetahui aksara Jawa dengan baik (Nisa et al., 2017). Padahal aksara Jawa merupakan salah satu budaya peninggalan dari nenek moyang yang harus dilestarikan. Maka dari itu perlu adanya media untuk pengenalan aksara jawa kepada siswa yang lebih menarik dari cara konvensional.

Oleh karena itu para pendidik dan desainer pembelajaran saat ini melihat bahwa gim edukasi telah menyediakan peluang baru untuk ketersediaan bentuk pembelajaran baru dan berbeda (Setyaningrum et al., 2018). Metode pembelajaran yang dibuat oleh para pendidik diantaranya video pembelajaran, dan gim edukasi. Pendekatan pembelajaran menyenangkan yang difasilitasi oleh suatu gim, dapat memberikan dampak positif dalam sebuah pembelajaran dengan cukup baik (Pratama & Setyaningrum, 2018).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sandri et al., 2020) juga menunjukkan bahwa pembelajaran melalui gim edukasi menghasilkan hasil yang lebih efektif daripada hanya menggunakan cara konvensional. Penelitian lainnya oleh Zaidah (2016) telah membuat gim edukasi dengan algoritma Dijkstra untuk mengenalkan huruf hijaiyah dan telah mendapatkan hasil yang memuaskan. Dari penjelasan diatas maka bisa disimpulkan bahwa perlu adanya sebuah gim yang menarik untuk menambah minat siswa untuk belajar aksara Jawa.

Sebuah aplikasi gim dapat kita jalankan melalui media seperti *smartphone*, tablet, dan komputer/laptop. Pengguna ketiga teknologi tersebut di negara Indonesia berdasarkan survei Stat Counter 2023, situs analisis statistik, menunjukkan bahwa sebanyak 66,64% pengguna *smartphone* dan 33,36% pengguna komputer/laptop (Counter, 2023). Berdasarkan data tersebut, media pembelajaran berbasis *smartphone* sangat mungkin dilakukan untuk siswa sekolah dasar sampai menengah.

Dalam gim, kecerdasan buatan digunakan untuk membuat perilaku cerdas pada *non-player characters (npc)*, dan perilaku yang mensimulasikan kecerdasan manusia, seperti perilaku menyerang, menangkis, mendekati, atau menghindar. Ada banyak jenis metode yang bisa digunakan untuk membangun sistem kecerdasan buatan pada gim, salah satunya adalah algoritma Dijkstra untuk menemukan rute terpendek (Febi et al., 2020). NPC sendiri diperlukan supaya memberikan tantangan lebih kepada siswa saat bermain gim. Konsep gim yang akan dibangun adalah gim berbasis *smartphone*. Karakter utama harus menemukan aksara Jawa yang berada di *field* atau arena pada gim sembari dikejar oleh *npc* yang menggunakan algoritma Dijkstra dalam penentuan rute pengejarannya. Selain penggunaan algoritma Dijkstra ada juga algoritma A* dan BFS yang bisa digunakan sebagai *pathfinding*. Akan tetapi untuk model gim yang dibuat lebih cocok menggunakan algoritma Dijkstra karena lebih fleksibel dan cepat dalam penentuan rute tercepat. Posisi *npc* digunakan sebagai *node* awal sedangkan posisi *player* digunakan sebagai *node* tujuan. Algoritma ini sangat tepat karena perhitungannya yang tepat dalam menentukan rute terpendek suatu *npc* untuk mendekati player.

Algoritma Dijkstra adalah salah satu algoritma yang sering digunakan untuk memecahkan masalah pencarian rute yang ada. Algoritma Dijkstra memiliki

prinsip logika yang hampir sama dengan algoritma greedy, dimana perhitungan dimulai dari titik pertama dan akan menuju ke titik selanjutnya yang terhubung untuk sampai ke tujuan dengan rute terpendek, cara membandingkan angka dimulai dari titik awal lalu melihat *node* selanjutnya jika terhubung maka akan mencocokkan 1 jalur dengan jalur lainnya mana yang bernilai lebih kecil dan jika *node* tidak terhubung langsung dari titik *start* (yang dimulai), maka *node* akan diberi simbol *infinity* ∞ dan jika jalur yang dilalui lebih pendek maka dijkstra dapat melakukan perubahan angka atau *update* angka untuk mendapatkan nilai jarak yang minimum untuk dilalui (Hartanto et al., 2019).

Dari beberapa permasalahan tersebut, peneliti bermaksud menghadirkan satu solusi menyenangkan untuk mempermudah pengenalan aksara Jawa kedalam sebuah gim. Permainan yang menarik namun mudah untuk dimengerti dan dimainkan tentunya akan mudah pula untuk diterima oleh masyarakat umum. Karena itu, dalam penelitian ini akan dibangun sebuah gim yang memiliki alur sederhana namun memiliki daya tarik dalam menumbuhkan minat pemain dengan menggunakan *tools* Unity 3D. Untuk menjadikan gim lebih menantang dan menarik digunakan *artificial intelligence* untuk menjadi motor penggerak *npc*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah adanya pembelajaran aksara Jawa yang kurang menarik sehingga diperlukan model pembelajaran yang menarik minat siswa yaitu dalam bentuk gim.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian yang akan dicapai adalah untuk mengetahui cara mengimplementasikan algoritma Dijkstra pada gim aksara jawa sebagai *pathfinding* untuk *npc* (*non-player character*) dalam menemukan lokasi pemain (*player character*) sehingga menarik minat dan menambah pemahaman siswa dalam belajar aksara jawa.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah disebutkan di atas, diharapkan siswa mampu meningkatkan pemahaman terkait aksara Jawa melalui cara yang menyenangkan seperti gim edukasi aksara Jawa.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Relevan

Baldi et al., (2019) pada penelitiannya yang berjudul “*Pathfinding Optimization when Solving the Paparazzi Problem Comparing A* and Dijkstra’s Algorithm*” menjelaskan tentang perbandingan penerapan algoritma A* dengan algoritma Dijkstra untuk memecahkan varian tertentu dari masalah pathfinding berdasarkan apa yang disebut masalah *paparazzi*. Masalahnya adalah *grid* memiliki hambatan tetap yang berbeda, menghasilkan waktu tempuh yang berbeda dan menghasilkan perhitungan biaya yang berbeda. Algoritma dijkstra terbukti mampu menentukan jalur terpendek dalam lebih banyak kasus daripada algoritma A*. Pada penelitian ini disebutkan bahwa kedua algoritma cocok untuk permasalahan masing-masing dan memiliki kelebihan dalam situasi yang berbeda.

Handy Permana et al. (2018) pada penelitiannya yang berjudul “*Comparative Analysis of Pathfinding Algorithms A*, Dijkstra, and BFS on Maze Runner Game*” membandingkan algoritma dijkstra dengan algoritma A* serta algoritma BFS dalam penentuan rute pada *map* gim yang sama. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa algoritma Dijkstra adalah yang tercepat dalam menemukan rute, namun menggunakan *resource* yang cukup besar.

Venkata M. V. Gunturi & Shekhar (2017) pada penelitiannya yang berjudul “*Fastest Path for a Single Departure-Time*” memberikan pengenalan untuk algoritma pencarian jalur tercepat dalam grafik *spatio-temporal*. Penelitian ini membahas adaptasi sederhana dari algoritma Dijkstra untuk menemukan jalur tercepat. Berikut ini kami membahas konsep yang lebih maju dari A* dan pencarian dua arah pada digraf temporal. Penelitian ini juga membahas adaptasi dari beberapa metrik sentralitas untuk digraf temporal.

Menurut Febi et al. (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “*Membuat Pergerakan non-player character (NPC) Menggunakan Algoritma Dijkstra*” kecerdasan buatan digunakan untuk membuat perilaku cerdas pada *non-player characters* (NPC), dan perilaku yang mensimulasikan kecerdasan manusia, seperti perilaku menyerang, menangkis, mendekati, atau menghindar. Banyak jenis metode

yang bisa digunakan untuk membangun sistem kecerdasan buatan dalam sebuah gim, salah satunya adalah algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra merupakan algoritma yang lebih efisien dibandingkan algoritma Warshall, meskipun implementasinya juga lebih sukar. Posisi NPC dijadikan sebagai posisi awal dan karakter prajurit diinisiasi sebagai tujuan yang akan dituju oleh NPC. *Map* yang digunakan pada penelitian ini memiliki 16 *node* yang disusun dengan jarak yang berbeda-beda. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa proses implementasi algoritma Dijkstra pada NPC berhasil,

Ma'arif (2020) mengatakan dalam jurnalnya yang berjudul "Media Pembelajaran Nyuwun Pirsu Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Jawa Siswa Setingkat Sekolah Dasar" bahwa kurangnya inovasi dalam penggunaan media pembelajaran merupakan salah satu penyebab siswa mendapatkan nilai yang rendah dalam mata pelajaran bahasa Jawa. Aplikasi yang Ia kembangkan mendapatkan respon yang baik dari siswa. Hal ini dapat dilihat dari hasil angket yang telah diisi oleh siswa setelah menggunakan media pembelajaran berbasis *video game* ini. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *video game* sangat layak digunakan sebagai media pendukung proses pembelajaran, baik di kelas maupun mandiri. Dari hasil 25 responden siswa SD Negeri Totosari dengan pembagian 13 anak kelompok eksperimen dan 12 anak kelompok *control* dari segi nilai para sendiri rata-rata siswa mengalami peningkatan nilai yang menunjukkan bahwa gim edukasi mampu membuat siswa lebih mudah memahami pelajaran.

Penelitian yang akan dilaksanakan memiliki persamaan dengan Penelitian yang penulis buat berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya karena menghadirkan *npc* yang akan mengejar player yang bergerak. Gim edukasi yang dibuat menggunakan algoritma Dijkstra untuk mencari rute terpendek yang akan ditempuh oleh *npc* seperti pada penelitian penelitian terdahulu. Bukan hanya menyediakan gim saja, akan tetapi nantinya aplikasi ini juga memiliki fitur kuis yang akan muncul ketika player menyelesaikan suatu level dan ingin lanjut menuju level selanjutnya. Kuis tersebut memiliki nilai minimum yang harus dicapai oleh player sehingga bisa menambah pengetahuan tentang aksara Jawa. Gim yang dibuat juga memiliki fitur materi yang menampilkan aksara Jawa untuk menambah

pengetahuan. Gim yang akan dibuat berjenis petualangan dan menggunakan tampilan 3D dengan tools unity 3D sehingga membuat gim menjadi lebih menarik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Gim

Teori gim memiliki beberapa bagian, diantaranya adalah pengertian gim, konsep gim, dan fungsi gim. Untuk penjelasan lebih lengkapnya bisa dilihat dibawah ini:

a. Pengertian Gim

Kata gim berasal dari bahasa Inggris yaitu game. Menurut kamus bahasa Indonesia, istilah “*game*” adalah permainan.

Pada jurnal Andri Suryadi (2017) yang berjudul “PERANCANGAN APLIKASI GAME EDUKASI MENGGUNAKAN MODEL WATERFALL” mengutarakan pengertian gim dari beberapa ahli diantaranya menurut Agustinus Nilwan gim adalah permainan komputer yang dibangun dengan teknik dan metode animasi. Sedangkan menurut Bernard Suits gim lebih mengarah kepada upaya sukarela untuk membereskan gangguan yang tidak perlu. Sedangkan menurut Greg Costikyan pengertian gim lebih kepada karya seni di mana pemain mengurus sumberdaya yang dimiliki untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Dari pendapat beberapa ahli diatas dapat disimpulkan bahwa gim adalah animasi yang memberikan kebebasan pada pemain untuk membuat keputusan mengelola sumberdaya untuk mengatasi rintangan yang ada untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh peraturan yang ada.

b. Konsep Gim

Gim adalah sebuah sistem dimana pemain terlibat dalam konflik buatan. Disini pemain berinteraksi dengan sistem dan konflik dalam permainan merupakan rekayasa atau buatan. Dalam permainan

terdapat peraturan yang bertujuan untuk membatasi perilaku pemain dan menentukan arah

c. Manfaat Gim

Sari et al.(2020) pada jurnalnya yang berjudul “KREASI BAHAN AJAR BERKONSEP GAME UNTUK PEMBELAJARAN EKSTRAKURIKULER BAHASA INGGRIS TINGKAT SEKOLAH DASAR” mengatakan bahwa ada beberapa alasan mengapa permainan atau gim baik digunakan dalam proses belajar mengajar. Berikut adalah beberapa manfaat gim untuk pembelajaran:

1. Gim menambah situasi belajar bervariasi.
2. Gim mengubah ritme pelajaran dan memotivasi siswa.
3. Gim membuat pelajaran yang formal menjadi lebih santai dan membantu menyegarkan siswa.
4. Siswa didorong untuk berpartisipasi, serta siswa yang pemalu dapat termotivasi untuk berbicara.
5. Gim meningkatkan komunikasi antar siswa dan memberikan kesempatan untuk melatih kelancaran dan mengurangi dominasi guru di dalam kelas.
6. Gim dapat membantu menciptakan suasana yang menyenangkan.

Dari beberapa manfaat gim diatas maka bisa disimpulkan bahwa adanya gim sebagai media pembelajaran dapat membantu siswa dalam proses belajar.

2.2.2 Gim Edukasi

Teori gim edukasi memiliki beberapa bagian, diantaranya adalah pengertian gim edukasi, ciri-ciri gim edukasi, dan tujuan gim edukasi. Untuk penjelasan lebih lengkapnya bisa dilihat dibawah ini:

a. Pengertian Gim Edukasi

Menurut Hasanah et al. (2021) ada beberapa pendapat dari para ahli tentang gim edukasi diantaranya yaitu menurut Handriyantini Gim edukasi adalah salah satu jenis media yang digunakan dalam memberikan pengajaran untuk merangsang daya pikir dan meningkatkan konsentrasi. Sedangkan menurut Marc Prensky Gim edukasi lebih ke arah suatu bentuk permainan yang didesain atau dibuat untuk tujuan belajar. Namun menurut Novia Desta gim edukasi lebih kearah permainan yang dibuat dengan tujuan pembelajaran yang menghibur sehingga diharapkan bisa menambah wawasan pengetahuan. Menurut Fadillah et al.(2020) gim edukasi lebih mengarah ke suatu media yang dapat memberikan pengajaran serta menambah pengetahuan melalui proses belajar-mengajar yang lebih menyenangkan dan lebih menarik yang dikemas dalam bentuk sebuah gim.

b. Ciri-ciri Gim Edukasi

Gim edukasi memiliki beberapa ciri-ciri, diantaranya:

1. Gim mengandung sesuatu yang bisa menambah wawasan orang yang memainkannya.
2. Gim tidak hanya menawarkan kesenangan belaka namun juga edukasi baik dalam bentuk kalimat, gambar, atau lagu.

2.2.3 *Non-Player Character (NPC)*

Menurut Nurhasan (2020) NPC adalah objek dalam gim yang bisa berupa karakter monster, manusia atau yang lainnya dan tidak dapat dikendalikan oleh player. NPC juga dapat bergerak secara mandiri dan tidak bersifat monoton. NPC yang dinamis akan membuat player merasa tertantang karena memiliki gerakan atau keputusan otomatis dan cerdas.

a. Pengertian NPC

Febi et al.,(2020) mengatakan bahwa NPC atau *non-player character* adalah sebuah objek dalam gim yang dapat berupa manusia, hewan, robot, dan lain–lain yang tidak dapat dikendalikan oleh *player*, namun dapat bertindak dan melakukan kegiatan yang seolah dikendalikan oleh *player*.

NPC tersebut sebenarnya dikendalikan oleh sebuah program komputasi yang membuat *npc* tersebut dapat bertindak dalam gim tanpa perlu dikendalikan oleh pemain. Program yang mengatur dan menjadi kecerdasan *npc* disebut *Artificial intelligence*.

Dengan adanya pengimplementasian kecerdasan buatan pada *npc* maka sebuah gim akan menjadi lebih seru dan menarik karena permainan tidak lagi monoton dan menjadi lebih menantang untuk dimainkan.

b. Tujuan Adanya NPC

Tujuan adanya *npc* pada suatu permainan adalah untuk membuat permainan menjadi lebih menarik karena ada sebuah tantangan yang lebih.

2.2.4 Algoritma Dijkstra

Menurut (Krisdiawan et al., 2021) algoritma Dijkstra merupakan salah satu algoritma pencarian jarak terpendek yang paling efisien dibandingkan algoritma lainnya, tetapi lebih sulit untuk diimplementasikan. Misalnya pada pencarian jarak terpendek menggunakan algoritma Dijkstra, G adalah graf berarah yang diberi nama $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ dan rute terpendek yang dicari adalah v_1 sampai v_n . Algoritma Dijkstra dimulai dari v_1 . Selama iterasinya, algoritma ini akan mencari titik dengan bobot paling kecil dimulai dari titik 1. Titik-titik yang dipilih tersebut dipecah menjadi sekumpulan solusi dan titik-titik tersebut tidak akan lagi diuji pada iterasi berikutnya. Misalnya:

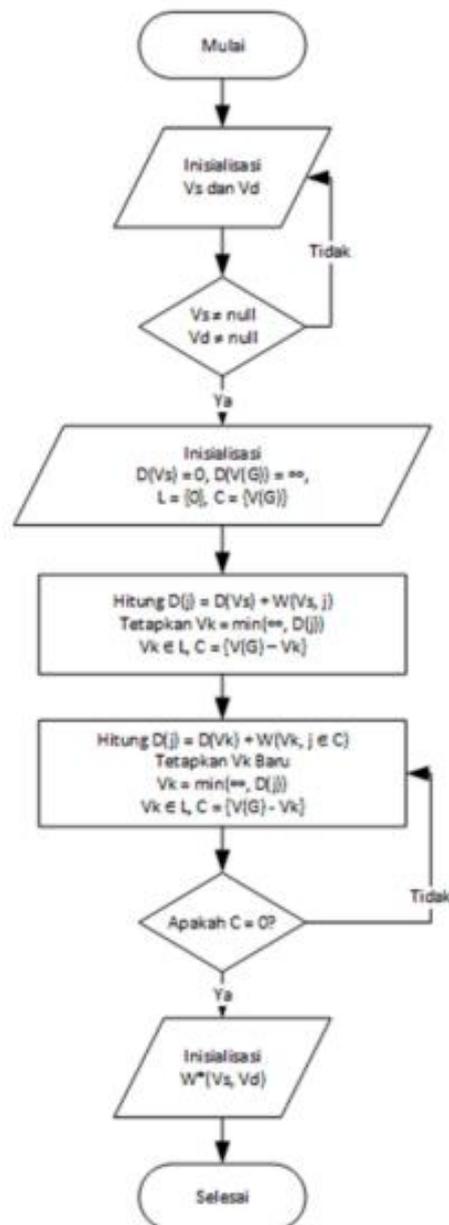
$$V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}.$$

L = Himpunan titik V (G) yang telah dikunjungi.

$D(j)$ = Total bobot titik V (G).

$W(i, j)$ = Berat garis atau jarak antara titik v_i ke v_j .

$W^*(i, j)$ = Jumlah bobot jalur terkecil dari v_i ke v_j .



Gambar 2. 1 Flowchart Dijkstra Diagram (Krisdiawan et al., 2021)

Penjelasan langkah-langkah dari algoritma Dijkstra sesuai dengan flowchart pada Gambar 2.1 adalah:

- a. Tentukan titik awal V_s dan tujuan V_d .
- b. Karena titik awal V_s akan menjadi titik awal pencarian, berikan nilai bobot 0 ($D(V_s) = 0$) dan karena titik lain belum dikunjungi dan nilai bobot belum dikunjungi, berikan bobot tak hingga pada nilai ($D(V(G)) = \infty$), tetapkan semua titik selain titik awal dalam himpunan titik yang belum tercapai $C=V(G)$.
- c. Hitung nilai bobot dari titik awal (V_s) ke titik terdekat atau terdekat (j) dengan menggunakan rumus

$$D(j) = W(V_s, j) \dots\dots\dots(2.1)$$

Tentukan titik dengan nilai bobot terkecil menggunakan rumus

$$V_k = \min(\infty, D(j)) \dots\dots\dots(2.2)$$

Masukkan poin dengan nilai berbobot minimum (V_k) ke dalam himpunan titik yang dikunjungi (L) dan hapus poin dengan nilai berbobot minimum (V_k) dari himpunan titik yang belum dikunjungi (C). Titik dengan nilai massa paling kecil (V_k) akan menjadi titik awal untuk mencari jarak terpendek berikutnya.

- d. Hitung nilai pembobotan dari titik awal yang ditentukan pada langkah sebelumnya (V_k) ke tetangga terdekat yang belum dikunjungi atau titik (j) dengan menggunakan rumus

$$D(j) = D(V_k) + W(V_k, j \in C) \dots\dots\dots(2.3)$$

Tentukan a titik awal baru (V_k) dari perhitungan di atas menggunakan rumus

$$V_k = \min(\infty, D(j)) \dots\dots\dots(2.4)$$

Masukkan titik dengan bobot terkecil (V_k) pada himpunan titik yang dikunjungi (L) dan hapus titik tersebut dengan nilai bobot terkecil (V_k) dari himpunan titik yang belum tercapai. Titik dengan nilai bobot terkecil (V_k) akan menjadi titik awal untuk mencari jarak terpendek ke titik berikutnya yang belum tercapai. sesuai dengan

- e. Periksa apakah masih ada titik yang belum dikunjungi (C), jika masih ada, ulangi langkah 3, jika semua titik telah dikunjungi dan memiliki nilai bobot minimum, tentukan jarak Jarak terpendek

antara titik awal (V_s) dan titik akhir (V_d) sama dengan titik dengan nilai bobot terpendek. $W * (V_s, V_d)$.

2.2.5 Android

Android merupakan sistem operasi yang dikembangkan untuk perangkat mobile berbasis Linux. Pada saat ini android memiliki peminat yang sangat banyak di Indonesia dan menjadi salah satu pilihan yang bagus untuk pengembangan suatu aplikasi.

Bisa kita lihat betapa mendominasinya pasar platform *mobile* yang kebanyakan menggunakan sistem android jika dibandingkan dengan platform desktop dan tablet pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 grafik Desktop, Mobile & Tablet Operating System Market Share Indonesia (Counter, 2023)

2.2.6 Aksara Jawa

Menurut F. & Tofani (2013) aksara Jawa memiliki beberapa jenis diantaranya ada aksara Jawa, pasangan aksara Jawa, aksara ganten, pada, angka Jawa, aksara swara, aksara murda, dan sandhangan.

2.2.7 Unity 3D

Fatkhulamien (2019) menyatakan pada tulisannya yang berjudul “Mengenal Unity 3D Gim Engine Beserta Kelebihan dan Kekurangannya” bahwa Unity 3D adalah salah satu mesin pembuat gim terbaik yang dikembangkan oleh Unity Technologies dan bersifat lintas platform. Anda

dapat membuat dan mempublikasikan gim yang dibuat di berbagai platform populer, seperti Windows, Linux, Mac OS, Android, iOS, PS3, PS4, Xbox One, dan lain-lain Dengan Unity, Anda dapat membuat gim sesuai keinginan, seperti 2D dan 3D.

Pada dasarnya, Unity dikhususkan untuk pembuatan gim. Jika kita ingin membuat pemodelan atau sumberdaya desain 3D, kita bisa membuatnya menggunakan perangkat lunak pihak ketiga lainnya seperti 3ds Max, Blender, dan banyak lagi. Unity menawarkan banyak fitur termasuk Particle FX, Audio reverb zone, 2D sprites maker, Skybox, Ambient lighting, shaders, dan lain-lain. Unity mempunyai text editor bernama Monodevelop untuk membuat kode gim yang sudah terintegrasi ke Unity Engine. Unity juga mempunyai assets store untuk mencari 2D/3D assets yang gratis maupun berbayar.

Unity memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:

1. Gratis, tidak perlu membayar. Cukup dengan Unity versi gratis (Personal Edition), maka kita sudah bisa membuat gim.
2. *Cross-platform*, artinya proyek gim dapat dipublikasikan di berbagai platform terkenal.
3. *User interface* yang disediakan cukup mudah dipahami serta cocok untuk pemula.
4. Banyak fitur yang tersedia.
5. Banyak dokumentasi atau tutorial dan pembelajaran gratis tentang Unity yang tersedia di situs resminya.
6. Memiliki toko konten yang menyediakan konten 2D/3D gratis maupun berbayar.
7. Memiliki text editor bernama Monodevelop. Mirip dengan visual code, Monodevelop ini digunakan untuk membuat kode gim yang sudah terintegrasi langsung ke Unity Engine.
8. Ringan, bisa dijalankan di PC yang memiliki spesifikasi tidak terlalu tinggi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang akan dilalui supaya mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada infografis dibawah ini.



Gambar 3. 1 Gambar Infografis Alur Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Sebelum melakukan penelitian, peneliti menentukan masalah yang akan diangkat. Melalui studi literature, wawancara dan observasi

langsung ke lapangan menemukan permasalahan tingkat pemahaman anak yang cukup rendah terhadap aksara Jawa.

2. Pengumpulan Data

Setelah menentukan masalah yang dipilih kemudian peneliti mengumpulkan data dengan cara membagikan kuesioner sebagai acuan bahwa masalah yang dipilih adalah masalah yang nyata serta membutuhkan solusi. Peneliti juga melakukan wawancara kepada guru SD Kumpulsari untuk mendapatkan materi apa saja yang sekiranya perlu dimuat.

Pembagian kuesioner diadakan di SD Kumpulsari kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo kepada siswa kelas 4 dan 5. Alasan memilih dua kelas karena sedikitnya murid yang ada dan jika kedua kelas tersebut dijumlahkan pun hanya terdapat 30 siswa saja. Untuk usia dari siswa berada pada kisaran 9 sampai 12 tahun.

Metode yang digunakan untuk mengolah data yang didapatkan adalah statistika deskriptif. Peneliti menggunakan metode ini dikarenakan dengan Statistika deskriptif, kumpulan data bisa tersaji dengan ringkas dan rapi serta mampu memberikan informasi inti dari kumpulan data yang ada.

Setelah pengumpulan data selesai maka bisa diketahui apa saja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

3. Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem disini meliputi analisis kebutuhan, design, injeksi algoritma dijkstra dan implementasi. Pengembangan sistem diawali dengan analisis kebutuhan. Berdasarkan analisis tersebut maka dapat diketahui apa saja kebutuhan untuk membuat gim. Design disini meliputi pembuatan gambar-gambar yang nantinya digunakan sebagai asset untuk gim, membuat layout, membuat user interface tiap scene, penyisipan materi aksara Jawa pada gim serta pembuatan *map* yang akan dipakai oleh gim. Injeksi algoritma dijkstra disini menggunakan bahasa C# yang biasa digunakan dalam pembuatan gim. Setelah semua

hal tersebut siap kemudian peneliti membangun gim seperti yang dirancang sebelumnya.

4. Uji Coba

Uji coba disini adalah pengujian gim kepada siswa SD Negeri Kumpulsari serta anak-anak usia 9-12 tahun untuk mengetahui apakah gim tersebut efektif atau tidak untuk membantu proses pembelajaran.

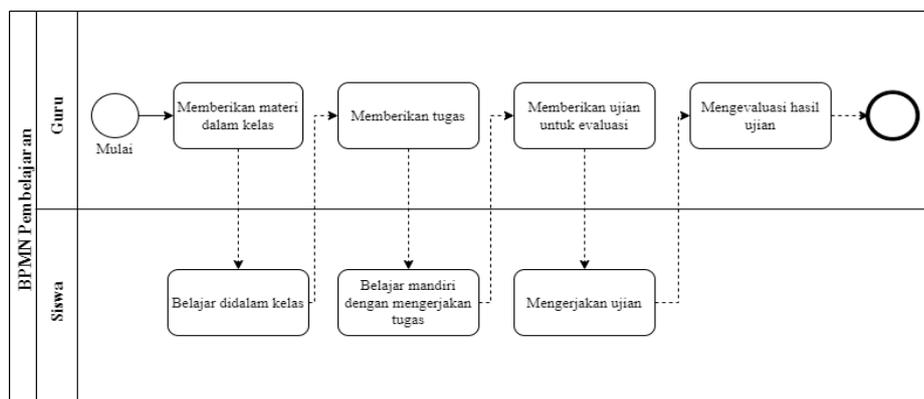
Setelah para siswa mencoba gim tersebut nantinya akan dibagikan kembali kuesioner untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa.

3.2 Analisa Sistem

Sistem pembelajaran yang sekarang diterapkan masih menggunakan buku pegangan siswa sebagai literatur utama untuk melakukan pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti mengajukan sebuah cara pembelajaran yang berbeda yaitu menggunakan media gim untuk menambah minat siswa untuk belajar aksara Jawa.

3.2.1. Analisa Sistem yang Berjalan

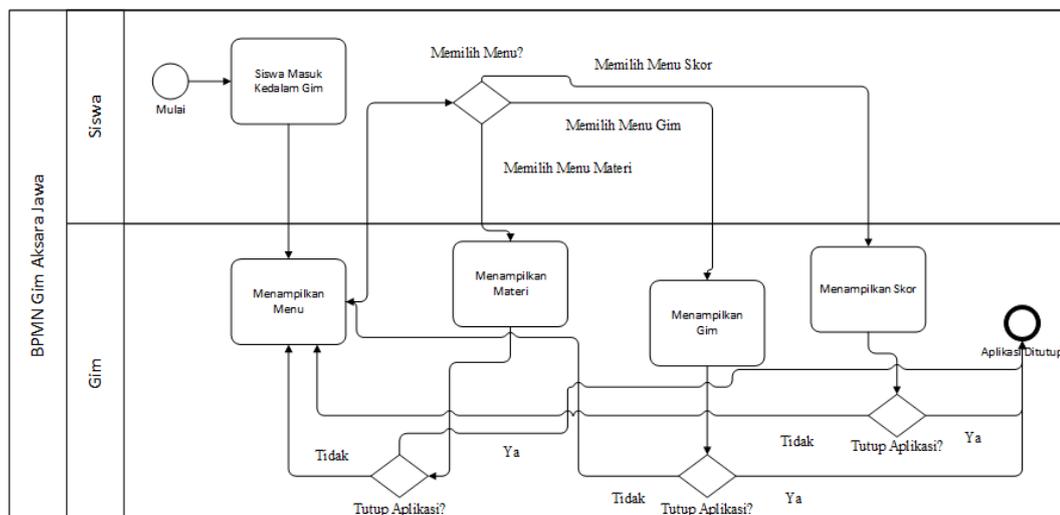
Sistem pembelajaran yang sekarang berjalan adalah siswa belajar menggunakan buku sebagai literatur utama untuk mendapatkan materi terkait aksara Jawa. Setelah melakukan pembelajaran menggunakan buku, guru juga sesekali memberikan Latihan kepada siswa untuk menambah pengetahuan siswa. Evaluasi tingkat pemahaman siswa diambil dari nilai Latihan yang diberikan oleh guru. Untuk alur lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.2 Diagram BPMN Pembelajaran dibawah ini:



Gambar 3. 2 Diagram BPMN Pembelajaran

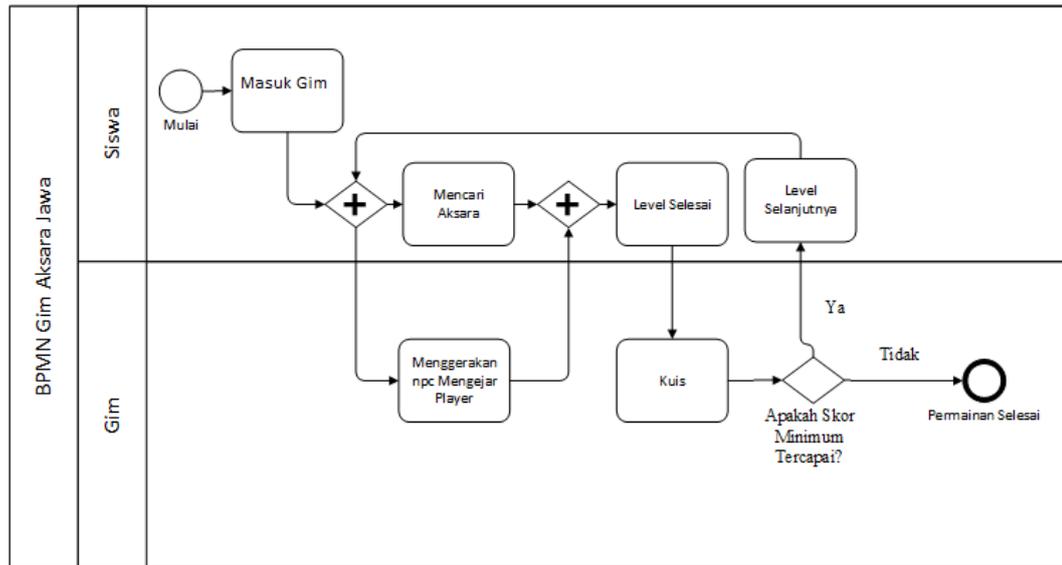
3.2.2. Analisa Sistem yang Diusulkan

Sistem pembelajaran yang diusulkan mengadopsi sistem yang telah berjalan dengan penambahan pembelajaran secara mandiri yang lebih menyenangkan. Usulan ini memberikan kemudahan pada siswa dalam belajar aksara jawa sembari bermain. Tidak hanya menawarkan permainan saja, tetapi juga memiliki fitur materi yang bisa dibaca untuk menambah wawasan siswa tentang aksara jawa. Fitur materi ini juga bisa membantu siswa untuk belajar terlebih dahulu supaya mencapai skor minimum pada kuis untuk melanjutkan level. Aplikasi ini juga memiliki fitur skor yang bisa menampilkan skor-skor yang telah dicapai sebelumnya. Untuk lebih jelasnya alur sistem yang diusulkan bisa dilihat pada Gambar 3.3 Diagram BPMN Pembelajaran yang Diusulkan dibawah ini.



Gambar 3. 3 Diagram BPMN Gim Aksara Jawa yang Diusulkan

Setelah masuk kedalam permainan, siswa memasukkan nama terlebih dahulu. Kemudian permainan pun dimulai pada level-1 dimana siswa harus mengumpulkan aksara jawa yang tersebar pada *map* sembari menghindari kejaran musuh. Setelah berhasil mengumpulkan semua aksara yang tersebar maka akan muncul kuis yang harus diselesaikan dengan skor minimal jika ingin melanjutkan permainan ke level selanjutnya.



Gambar 3. 4 Diagram BPMN Fitur Gim Aksara Jawa yang Diusulkan

3.3 Perancangan Sistem

Gim yang dibuat akan dimainkan secara *single player*. Dalam gim terdapat karakter sebagai pemain utama yang akan dijalankan oleh pengguna serta karakter musuh yang akan dijalankan secara otomatis oleh komputer dengan menginisiasi algoritma *pathfinding* Dijkstra. Perancangan gim yang dibuat tentunya tidak lepas dari analisis kebutuhan data, perancangan objek procedural, perancangan arsitektur serta perancangan antarmuka. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada sub bab dibawah.

3.3.1 Analisa Kebutuhan Data

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah dibagikan, didapatkan hasil bahwa siswa kurang paham dengan aksara Jawa dan pasangannya. Berdasarkan hal tersebut maka pemilihan materi gim yang dipilih adalah aksara Jawa beserta pasangannya. Untuk aksara ganten, aksara swara, aksara murda serta sandhangan akan ditampilkan pada fitur materi.

Penggunaan algoritma Dijkstra membuat *npc* menjadi lebih dinamis dalam pergerakannya yang memberikan kesan tidak monoton. Penentuan jalur yang akan dilewati oleh *npc* ditentukan dengan posisi karakter *player* sebagai titik akhir atau tujuan. Data mengenai posisi karakter *player* diolah oleh komputer berdasarkan pseudocode yang telah dibuat melalui monodevelop.

3.3.2 StoryBoard

Gim nantinya memiliki beberapa level yang memiliki tingkat kesulitan yang berbeda. Pada level pertama siswa harus mengumpulkan 10 aksara jawa yang tersebar di *map* untuk menyelesaikan level tersebut. Setelah level terselesaikan maka akan muncul halaman kuis. Halaman kuis tersebut berisikan soal yang harus dikerjakan oleh siswa dan siswa harus mencapai nilai minimum dua jawaban benar dari kuis tersebut untuk melanjutkan gim ke level selanjutnya. Jika siswa tidak berhasil mengumpulkan 10 aksara maka kuis tidak akan muncul dan siswa tersebut gagal menyelesaikan permainan pada level yang sedang dimainkan. Siswa juga tidak akan bisa menuju ke level berikutnya jika ternyata skor yang dihasilkan pada kuis tidak memenuhi nilai minimum.



Gambar 3. 5 *storyboard* ketika pemain menelusuri peta pada suatu level

Gambar 3.5 merupakan gambaran tentang karakter yang dikendalikan player untuk mencari aksara yang tersebar di peta.



Gambar 3. 6 storyboard pemain yang dikejar oleh npc

Gambar 3.6 memberikan gambaran tentang monster *npc* yang dikendalikan oleh ai dan mengejar pemain. NPC monster menggunakan algoritma dijkstra untuk menentukan rute terpendek menuju karakter pemain



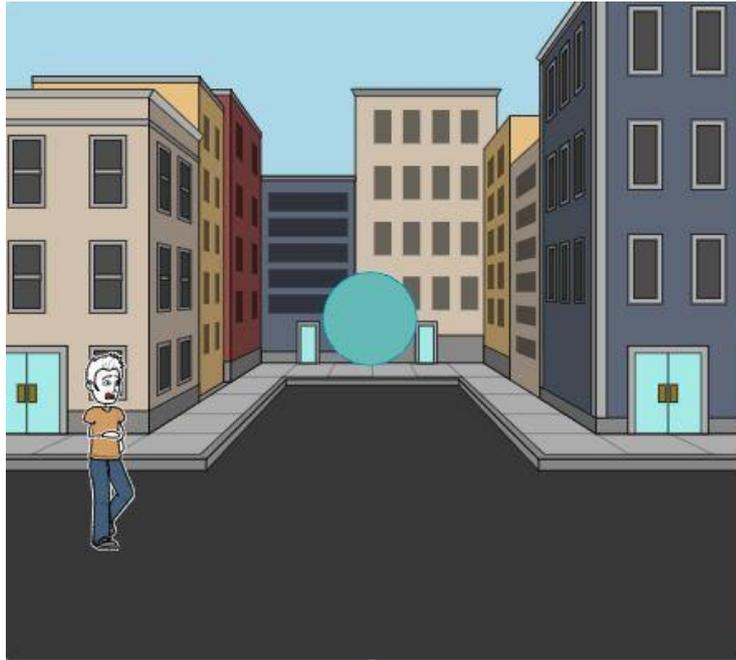
Gambar 3. 7 storyboard pemain yang berhasil melarikan diri dan npc tetap mengejar pemain

Gambar 3.7 memberikan gambaran tentang *npc* yang sedang mengejar karakter pemain dengan menggunakan jalur terpendek hasil kalkulasi algoritma dijkstra.



Gambar 3. 8 storyboard ketika pemain tidak berhasil melarikan diri dan tertangkap oleh npc

Gambar 3.8 menggambarkan jika pemain tidak berhasil mengumpulkan keseluruhan aksara jawa yang terdapat pada stage tersebut. Jika collider dari karakter monster bertabrakan dengan collider karakter pemain maka permainan akan selesai dan pemain gagal menyelesaikan stage tersebut.



Gambar 3. 9 *storyboard* pemain yang melihat aksara jawa pada peta

Gambar 3.9 menggambarkan ketika karakter pemain menjumpai aksara jawa yang harus dikumpulkan untuk menyelesaikan stage tersebut. Aksara jawa yang ada di *map* digambarkan dengan lingkaran pada storyboard.



Gambar 3. 10 *storyboard* pemain yang menuju aksara jawa

Gambar 3.10 menggambarkan tentang pemain yang menuju kearah aksara jawa untuk mengumpulkan aksara tersebut.



Gambar 3. 11 *storyboard* pemain setelah berhasil mengambil aksara

Gambar 3.11 menggambarkan tentang karakter pemain yang berhasil mengambil aksara yang berada di peta. Setelah pemain menabrak collider milik aksara jawa maka aksara jawa tersebut akan menghilang.

3.3.3 Perancangan Fitur

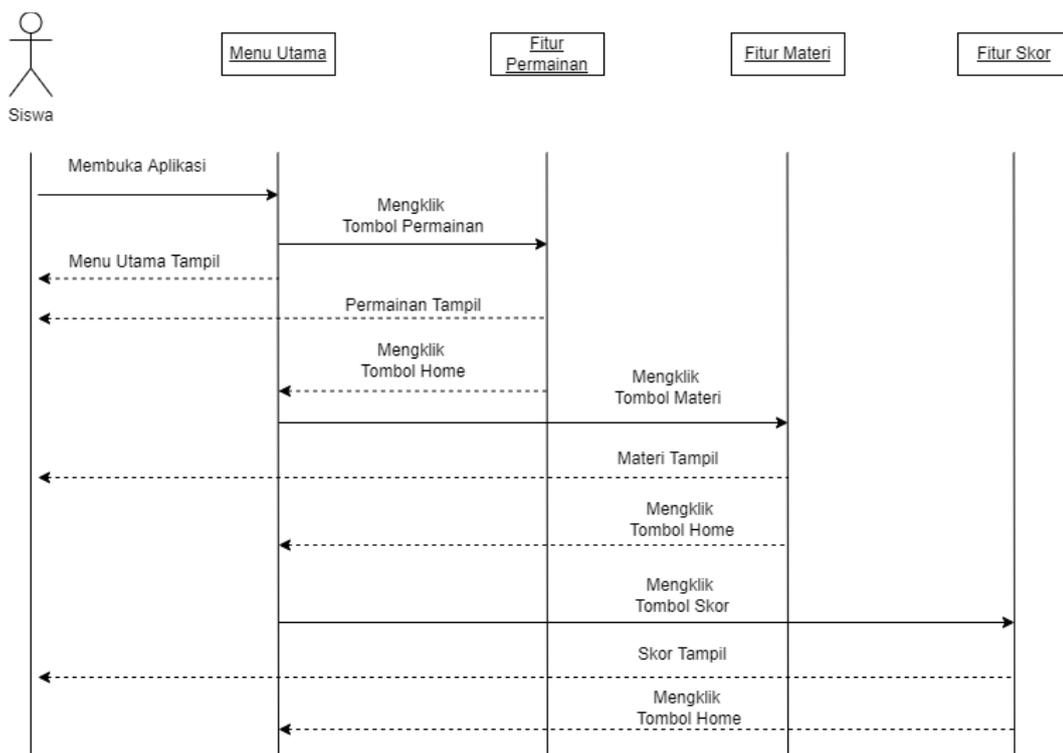
Pada halaman utama terdapat menu dolanan, menu sinau dan cekap. Menu dolanan berisikan permainan dimana player mengumpulkan aksara jawa yang tersebar di *map* untuk menyelesaikan gim. Setelah itu siswa perlu mencapai nilai minimum untuk bisa melanjutkan ke level selanjutnya

Menu sinau berisikan materi aksara jawa untuk anak sd yang nantinya bisa digunakan siswa untuk mendalami aksara jawa sehingga bisa mempermudah dalam mengerjakan kuis untuk naik level pada gim.

Materi yang akan disajikan diantaranya adalah aksara jawa, pasangan, sandhangan, aksara swara dan aksara murda.

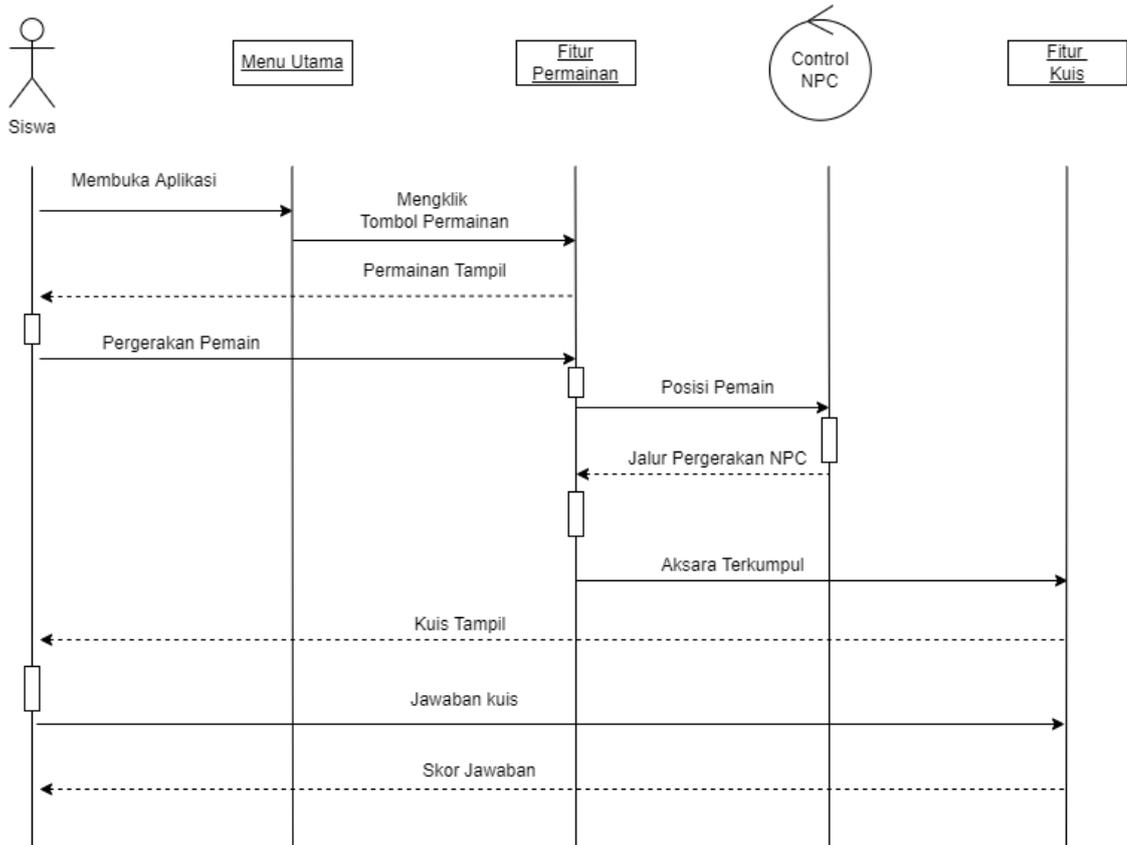
3.3.4 Perancangan *object oriented*

Pada perancangan suatu aplikasi tentunya tidak lepas dari penggambaran aplikasi dengan menggunakan diagram. Penulis menggunakan sequence diagram untuk menggambarkan aplikasi yang akan dibangun. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.12 Sequence Diagram Aplikasi dan gambar 3.13 Sequence Diagram Permainan yang berada dibawah ini.



Gambar 3. 12 Sequence Diagram Aplikasi

Pertama-tama siswa membuka aplikasi lalu menuju menu utama. Dari menu utama, siswa dapat memilih fitur apa yang akan dibuka. Jika siswa menekan tombol permainan maka akan diarahkan menuju fitur permainan, begitu juga dengan fitur materi dan kuis. Setelah berada pada suatu fitur dan siswa ingin kembali menu utama maka siswa bisa menekan tombol home.



Gambar 3. 13 Sequence Diagram Permainan

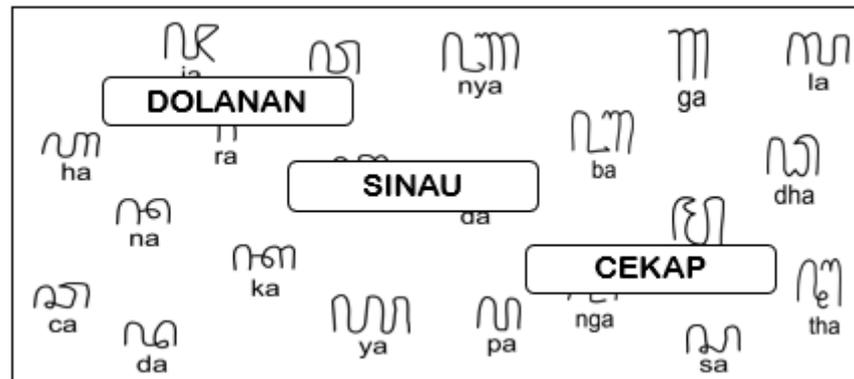
Setelah siswa memasuki fitur permainan maka permainan akan muncul. Pada fitur ini siswa bisa menggerakkan karakter sesuai dengan keinginan. Gerakan yang dibuat oleh siswa akan ditangkap oleh control *npc* lalu ditetapkan sebagai tempat tujuan dari *npc*. Berdasarkan tempat tujuan yang didapatkan oleh control *npc* maka bisa didapatkan jalur terpendek menuju tujuan. Jika siswa berhasil mengumpulkan aksara yang berada di *map* maka kuis akan muncul sebelum siswa bisa melanjutkan ke level selanjutnya. Permainan selesai jika siswa tidak bisa mendapatkan nilai minimal dan akan lanjut ke level selanjutnya jika memenuhi nilai minimal.

3.3.5 Perancangan antar muka

Aplikasi yang dirancang memiliki beberapa fitur yang tentunya membuat aplikasi memiliki beberapa antarmuka berbeda.

Halaman utama memiliki 3 tombol yaitu tombol dolanan yang akan mengarahkan ke fitur permainan, tombol sinau yang akan mengarahkan ke fitur materi yang nantinya pada fitur materi terdapat beberapa halaman, dan

tombol cekap untuk keluar dari aplikasi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.14 Antar Muka Halaman Utama di bawah ini.



Gambar 3. 14 Antar Muka Halaman Utama

Pada fitur permainan, pemain harus mencari aksara yang berada di *map* sembari menghindari kejaran *npc*. Permainan memiliki beberapa tingkatan level yang bisa diselesaikan oleh siswa. Pada fitur permainan juga memiliki tombol *pause* untuk menghentikan permainan dan menuju antar muka *pause*. Tampilan kurang lebih seperti pada Gambar 3.15 Antar Muka Permainan yang berada dibawah ini.



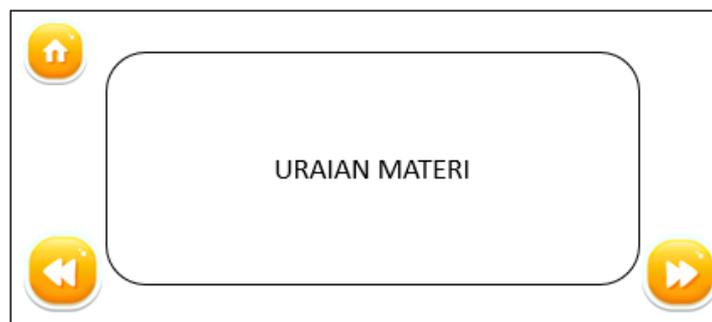
Gambar 3. 15 Antar Muka Permainan

Antar muka *pause* memiliki dua tombol yaitu tombol lanjut untuk melanjutkan permainan serta tombol keluar untuk mengakhiri permainan dan menuju ke halaman utama. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.16 Antar Muka *Pause* dibawah ini.



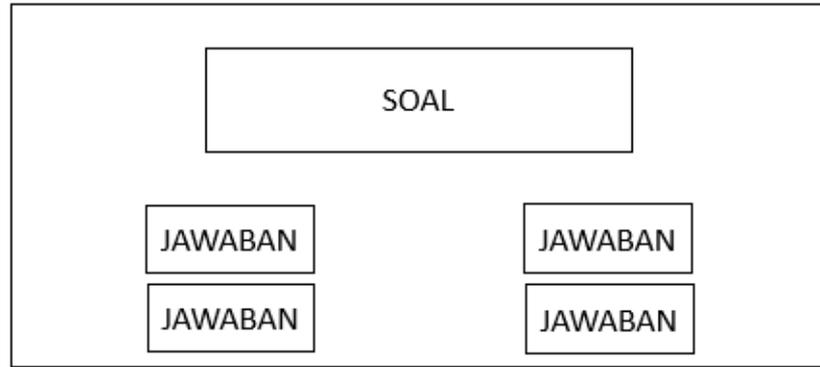
Gambar 3. 16 Antar Muka Menu *Pause*

Fitur materi memiliki tombol untuk memindah halaman materi ke kiri dan ke kanan serta tombol *home* untuk menutup fitur materi dan menuju ke halaman utama. Untuk lebih jelasnya lagi bisa dilihat pada gambar 3.17 Antar Muka Fitur Materi dibawah ini.



Gambar 3. 17 Antar Muka Fitur Materi

Fitur kuis memiliki tampilan soal di tengah layar dan empat jawaban dibawahnya. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.18 Antar Muka Fitur Kuis dibawah ini.



Gambar 3. 18 Antar Muka Fitur Kuis

Setelah selesai menjawab kuis maka akan muncul antar muka yang menampilkan hasil dan skor yang didapatkan. Antar muka ini memiliki tombol home untuk kembali ke halaman utama serta tombol lanjut untuk melanjutkan permainan ke level selanjutnya seperti pada gambar 3.19 Antar Muka Hasil Setelah Kuis.



Gambar 3. 19 Antar Muka Hasil Setelah Kuis

3.4 Pengujian Sistem

Peneliti menggunakan beberapa tahapan dalam pengujian. Diantaranya adalah pengujian saat sistem dalam proses *develop* serta pengujian tentang keefektifan gim pada pemahaman siswa. Pengujian terkait keefektifan gim menggunakan car pre test dan post test.

Pada saat proses *develop* gim aksara jawa dilakukan juga pengujian berupa *alpha testing* dan *beta testing*. Tujuan dari dilakukannya alpha testing dan beta testing adalah mendapatkan aplikasi yang lebih sesuai untuk digunakan pengguna. Untuk pengujian *beta testing* akan diadakan di SD Kumpulsari Ngombol yang juga menjadi tempat pengumpulan data.

Pengujian *beta testing* akan dilakukan setelah adanya pengujian oleh peneliti (*alpha testing*) terlebih dahulu. Peneliti akan menguji apakah aplikasi berjalan dengan baik atau tidak pada saat *alpha testing*. Setelah dilakukan pengujian oleh peneliti maka selanjutnya baru dilakukan *beta testing* kepada pengguna. Keuntungan menggunakan *beta testing* sendiri diantaranya adalah bisa mendapatkan umpan balik tentang masalah yang mungkin tidak disadari saat dilakukan *alpha testing*. Pengumpulan *feedback* dilakukan dengan adanya kuesioner. Kuesioner ini berisikan masukan tentang bagaimana pendapat pengguna tentang gim aksara jawa. Aplikasi juga akan lebih mudah diterima karena sudah diujikan kepada pengguna dan disesuaikan dengan keinginan pengguna.

Penggunaan pre test dan post test sendiri bertujuan untuk melihat bagaimanakah efek yang terjadi setelah pengguna memainkan gim aksara jawa. Pre test dan post test berisikan pertanyaan tentang aksara jawa sebanyak 15 soal. Pre test dan post test ini dilakukan dengan soal yang sama. Hal ini dilakukan untuk melihat dengan lebih jelas peningkatan pemahaman dari pengguna. Pre test dilakukan sebelum pengguna memainkan gim aksara jawa, hal ini bertujuan untuk mengecek seberapa tingkat pemahaman pengguna terhadap aksara jawa. Setelah pengguna memainkan gim beberapa kali maka dilakukan post test. Diadakannya post test ini bertujuan untuk lebih mudah mengukur perbedaan tingkat pemahaman pengguna sebelum dan sesudah bermain gim aksara jawa.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penerapan algoritma dijkstra dalam gim edukasi aksara jawa telah berhasil. Penerapan ini berhasil karena *npc* mampu untuk menemukan rute terpendek menuju pemain. Penggunaan algoritma dijkstra sendiri terdapat pada agen musuh atau *npc* yang bertugas untuk mengejar pemain.

Berdasarkan kuesioner, adanya penggunaan algoritma dijkstra sebagai penentu jalur yang dilewati oleh agen musuh membuat pemain merasa lebih tertantang untuk menyelesaikan gim.

Penggunaan gim sebagai media pembelajaran terbukti cukup efektif menambah pengetahuan tentang aksara jawa. Hal ini dapat dilihat dari adanya penambahan nilai rata-rata siswa pada pre test dan post test milik siswa kelas 4 maupun siswa kelas 5.

5.2. Saran

Perlu adanya tambahan log yang nantinya akan memunculkan koordinat mana saja yang dilalui oleh *npc*. Hal ini diperlukan supaya lebih mempermudah dalam melakukan analisa serta pengecekan jalur.

Perlu penambahan jumlah *npc* dalam satu stage atau level yang bisa membuat pemain merasa lebih tertantang. Hal ini juga dapat menguji apa yang akan terjadi jika ada lebih dari satu *npc* yang menggunakan algoritma yang sama ditempat yang berbeda.

Perlu adanya koordinat *node* yang memiliki koordinat sumbu Y yang berbeda, sehingga dapat menguji perhitungan dijkstra yang dilakukan oleh *npc* untuk sumbu X, Y dan Z.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfionita, F. (2019). *PENINGKATAN KEMAMPUAN MEMBACA AKSARA JAWA MELALUI GAME PADA SISWA KELAS III SD NEGERI KARTASURA 1*. 18.
- Andri Suryadi. (2017). Perancangan Aplikasi Game Edukasi Menggunakan Model Waterfall. *Jurnal PETIK*, 3(1), 8–13.
- Baldi, S., Maric, N., Dornberger, R., & Hanne, T. (2019). Pathfinding optimization when solving the paparazzi problem comparing A* and Dijkstra's algorithm. *Proceedings - 6th International Symposium on Computational and Business Intelligence, ISCBI 2018*, 16–22.
<https://doi.org/10.1109/ISCBI.2018.00014>
- Counter, S. (2023). *Desktop vs Mobile vs Tablet Market Share in Indonesia*.
<https://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile/indonesia/#monthly-202112-202212-bar>
- F., A. M., & Tofani, M. A. (2013). *Buku Pinter KAWRUH BASA JAWA PEPAK*. Nidyapustaka.
- Fadillah, M., Ramadhan Sheila Nurul, H., & Affan, M. (2020). Gim Edukasi Bahaya Sampah Plastik Untuk Anak Sd. *Automata, Vol 1, No 2 (2020)*.
<https://journal.uii.ac.id/AUTOMATA/article/view/15561>
- fatkhulamien. (2019). *Mengenal Unity 3D Game Engine Beserta Kelebihan dan Kekurangannya*. <https://www.unisbank.ac.id/v2/berita-fti/mengenal-unity-3d-game-engine-beserta-kelebihan-dan-kekurangannya/>
- Febi, I. M., Mustika, N., Osmond, A. B., Siswo, A., Prodi, S., Komputer, T., Teknik, F., & Telkom, U. (2020). *MEMBUAT PERGERAKAN NON-PLAYER CHARACTER (NPC) MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA MAKING MOVEMENT OF NON-PLAYER CHARACTER (NPC) USING THE DIJKSTRA ALGORITHM*. 7(1), 1498–1503.
- Febrianti, F. U. A., Ahmadi, F., & Widihastrini, F. (2018). Pengembangan Game

Mobile Media Aksara Jawa Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Jawa. *Joyful Learning Journal*, 7(3), 80–87. <https://doi.org/10.15294/jlj.v7i3.24627>

Handy Permana, S. D., Yogha Bintoro, K. B., Arifitama, B., & Syahputra, A. (2018). Comparative Analysis of Pathfinding Algorithms A *, Dijkstra, and BFS on Maze Runner Game. *IJISTECH (International Journal Of Information System & Technology)*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.30645/ijistech.v1i2.7>

Hartanto, A. D., Mandala, A. S., P.L., D. R., Aminudin, S., & Yudirianto, A. (2019). Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Game Pacman. *CCIT Journal*, 12(2), 170–176. <https://doi.org/10.33050/ccit.v12i2.687>

Hasanah, U., Safitri, I., Rukiah, R., & Nasution, M. (2021). Menganalisis Perkembangan Media Pembelajaran Matematika Terhadap Hasil Belajar Berbasis Game. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 1(3), 204–211. <https://doi.org/10.51577/ijipublication.v1i3.125>

Indah Puji Astuti, Ega Feri Romawati, & Ida Widaningrum. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Mobile Pengenalan Huruf Jawa (Aksara Jawa) Berbasis Android. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 1(2), 93–100. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v1i2.2185>

Krisdiawan, R. A., Permana, A., Darmawan, E., Nugraha, F., & Kriswandiyanto, A. (2021). Implementation Dijkstra's Algorithm for Non-Players Characters in the Game Dark Lumber. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012006>

Kusuma, F. E. E., Setyawan, M. B., & Zulkarnain, I. A. (2019). Penerapan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Aksara Jawa Di Sdn 1 Sidorejo Ponorogo. *Komputek*, 3(1), 61. <https://doi.org/10.24269/jkt.v3i1.203>

Ma'arif, S. (2020). *MEDIA PEMBELAJARAN NYUWUN PIRSA UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR BAHASA JAWA SISWA SETINGKAT SEKOLAH DASAR.*

- Nisa, P. L. K., Maknunah, J., & Syaifulloh, A. (2017). Game Aplikasi Pengenalan Aksra Jawa “ HANACARAKA ” Berbasis Android. *Senasif, September*, 756–765.
- Nurhasan, U. (2020). Analisis Perilaku Non Playable Character (Npc) Pada Game Menggunakan Fuzzy Sugeno. *Techno.Com, 19(3)*, 308–320.
<https://doi.org/10.33633/tc.v19i3.3477>
- Pratama, L. D., & Setyaningrum, W. (2018). Game-Based Learning: The effects on student cognitive and affective aspects. *Journal of Physics: Conference Series, 1097(1)*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012123>
- Sandri, P. R., Trisnadoli, A., & Nugroho, E. S. (2020). Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Bahasa Inggris Dasar untuk Anak TK. *Smatika Jurnal, 9(02)*, 59–64. <https://doi.org/10.32664/smatika.v9i02.384>
- Sari, H. P., Fauzi, A., & Primasari, Y. (2020). Kreasi Bahan Ajar Berkonsep Game Untuk Pembelajaran Ekstrakurikuler Bahasa Inggris Tingkat Sekolah Dasar. *Jabn, 1(2)*, 51–63. <https://doi.org/10.33005/jabn.v1i2.17>
- Setyaningrum, W., Pratama, L. D., & Ali, M. B. (2018). Game-Based Learning in Problem Solving Method: The Effects on Students’ Achievement. *International Journal on Emerging Mathematics Education, 2(2)*, 157.
<https://doi.org/10.12928/ijeme.v2i2.10564>
- Triyono, T., & Priatna, A. (2021). Rancang Bangun Game Edukasi Sinau Basa Lan Aksara Jawa (Sibakja) Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Cs6 Untuk Siswa Sekolah Dasar Di Kebumen. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 14(4)*, 44–55. <https://doi.org/10.35969/interkom.v14i4.81>
- Venkata M. V. Gunturi, & Shekhar, S. (2017). *Fastest Path for a Single Departure-Time*. Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-67771-2_4
- ZAIDAH, N. (2016). *Penerapan algoritma dijsktra untuk game hijaiyah skripsi*. 1–77.