

Penerapan *Metode Finite State Machine* pada Game “The Mahasiswa” Guna Membangun Perilaku *Non Playable Character*

Septian Rico Hernawan
Department of Informatics
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
14523032@students.uii.ac.id

Abstraksi— Gim merupakan suatu bentuk media permainan yang menawarkan banyak pilihan pada penggunaannya. Gim banyak dimanfaatkan sebagai sarana hiburan dan bersenang-senang untuk menghabiskan waktu luang. Pengguna gim sangat bervariasi mulai dari tua hingga anak-anak. Namun demikian pengguna paling banyak adalah anak muda. Mahasiswa sebagai bagian dari anak muda mengambil porsi yang besar sebagai bagian dari pemain

Masalah muncul ketika sarana gim tersebut malah salah digunakan oleh mahasiswa sehingga menghabiskan waktu mereka sehari-harinya. Tidak hanya itu, mereka yang ketagihan gim biasanya akan hidup secara tertutup dan bersikap *introvert*. Oleh karena itu perlu dibuat suatu gim yang selain dapat memberikan hiburan kepada pemainnya, juga dapat memberikan pembelajaran mengenai bagaimana cara bersosialisasi dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Gim “The Mahasiswa” dibuat untuk menjawab persoalan tersebut. Gim ini menceritakan kehidupan seorang mahasiswa diawal masa perkuliahannya. Pemain bertugas untuk bergabung dengan organisasi kemahasiswaan yang terdapat di kampus. Dalam proses permainannya, pemain perlu berinteraksi dengan orang maupun objek di lingkungannya agar dapat menjawab pertanyaan dan bergabung dengan organisasi tersebut. “The Mahasiswa” sendiri dibuat menggunakan metode FSM atau *Finite State Machine*. FSM merupakan sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem. Metode FSM akan diterapkan pada aspek interaksi yang terjadi antara pemain dengan karakter NPC utama. Interaksi tersebut berupa dialog pertanyaan yang terjadi antar keduanya.

Kata kunci— *Game, Metode Finite State Machine, Introvert, Non Playable Character.*

I. PENDAHULUAN

Masa transisi di lingkungan SMA dan kampus sangat penting bagi mahasiswa baru [1]. Masa ini penting karena disinilah pembentukan karakter terjadi [2]. Selain lingkungan baru, mahasiswa juga berhadapan dengan orang-orang yang baru dengan latar belakang yang berbeda-beda pula. Tingkatan sosial yang baru menuntut mahasiswa untuk dapat bergaul dengan lingkungannya tersebut. Namun pada kenyataannya, tidak sedikit mahasiswa yang kurang dapat bergaul dan bersosialisasi di lingkungan barunya [3]. Mereka cenderung menutup diri dan tidak ingin terlibat dalam berbagai urusan sosial disekitarnya. Sosialisasi dan pembekalan untuk menyikapi masa transisi tersebut perlu diberikan kepada mahasiswa baru guna menghindari terjadinya keadaan dimana mahasiswa menutup diri dan enggan bersosialisasi

[4]. Hal ini tentu telah dilakukan oleh kampus lewat kegiatan ospek dan pengenalan kampus. Namun demikian masih terdapat mahasiswa yang bersikap *introvert*, menutup diri dan enggan berkomunikasi meski telah dilakukannya berbagai usaha tersebut [5].

Komunikasi merupakan salah satu aspek dasar guna membantu mahasiswa agar mampu bergaul dan bersosial [6]. Mereka yang memiliki kepribadian *introvert* cenderung memiliki kesulitan untuk melakukan komunikasi dengan banyak orang [7]. Kesulitan dalam melakukan komunikasi terbukti menjadi salah satu halangan bagi mahasiswa untuk dapat bergaul dan berkomunikasi [8]. Tentu untuk menghindari hal tersebut, mahasiswa harus dilatih agar terbiasa melakukan komunikasi [9]. Latihan dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah melalui media digital seperti gim.

Gim merupakan salah satu media hiburan yang digemari oleh golongan muda [10]. Gim banyak dimanfaatkan sebagai sarana hiburan dan bersenang-senang. Namun, gim juga dapat bermanfaat untuk meningkatkan kreatifitas, mengasah logika berfikir, maupun penentuan pembuatan keputusan [11]. Berdasarkan hal tersebut, gim dapat digunakan untuk memberikan pembelajaran kepada mahasiswa baru melewati produk gim edukasi. Dalam pembuatan gim edukasi tersebut tentu dibutuhkan suatu metode untuk menyusunnya [12].

Finite State Machine merupakan sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal, yaitu: state (keadaan), event (kejadian) dan action (aksi) [13]. Metode *Finite State Machine* ini sendiri telah diterapkan pada banyak aplikasi dan perangkat lunak [14]. Secara sederhana, FSM berkaitan dengan perpindahan keadaan apabila syarat telah terpenuhi lewat aksi yang telah diberikan sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut, FSM sendiri tentu dapat dimanfaatkan dalam bidang pengembangan gim khususnya gim dengan genre RPG (*Role Playing Game*) karena progress permainan menentukan langkah yang akan terjadi berikutnya [15].

NPC merupakan sebuah agen otonom dalam suatu gim yang tidak dikontrol oleh pemain secara langsung namun dikendalikan oleh program AI (*Artificial Intelligence*) [16]. NPC (*Non PLAYABLE Character*) dapat memberikan interaksi baik berupa suara, aksi, dialog percakapan, dan lain sebagainya tergantung dengan apa yang telah dilakukan oleh pemain selama ia bermain game tersebut [17]. Perilaku NPC (*Non PLAYABLE Character*) terhadap pemain juga dapat dipetakan secara jelas menggunakan metode FSM.

Penelitian ini, dilakukan untuk mengembangkan gim berjudul “The Mahasiswa” dengan metode FSM. Metode FSM tersebut akan diterapkan terhadap interaksi yang terjadi antara karakter NPC utama dengan pemain melewati bentuk dialog yang dilakukan. Gim bercerita mengenai kehidupan seorang mahasiswa bernama “Dwi” diawal masa kuliahnya. Dwi sendiri ingin bergabung dengan

organisasi kemahasiswaan didalam kampusnya. Pemain bertugas untuk dapat bergabung dengan organisasi kemahasiswaan yang terdapat pada kampus tempat Dwi belajar.

II. REVIEW PENELITIAN SEJENIS

Berikut merupakan beberapa penelitian sebelumnya yang digunakan penulis sebagai pembandingan dalam mengimplementasikan metode *Finite State Machine* untuk mengembangkan *game* yang berhasil dirangkum.

Pada *Game* berjudul Implementasi Finite State Machine (FSM) Pada Game Edukasi Bahasa Arab oleh Chakim Annubaha [18], *Game* berupa *Single Player* bergenre *adventure* dimana *player* harus dapat menjawab pertanyaan yg diberikan. Terdapat 3 *stage* pada *game* ini. Setiap *stage* memiliki tujuan berberda yang harus dicapai oleh *player*. Dalam *game* ini juga terdapat *NPC* yang akan memberikan petunjuk dalam melakukan suatu hal kepada *player* selama memainkan permainan ini. Metode *Finite State Machine* (FSM) yang diimplementasikan didalamnya yaitu dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan kepada *player* tersebut. FSM animasi *player* tergantung kepada hasil pertanyaan yang dijawab. Penerapan metode FSM juga ada pada beberapa fitur lain dalam *game* juga seperti ketika uang *player* mencapai jumlah tertentu makan baju akan berubah.

Selanjutnya pada *game* buatan Rostianingsih Silvia dan kawan-kawan yang berjudul *Game Simulasi Finite State Machine* untuk Pertanian dan Peternakan [19] adalah merupakan permainan berbasis simulasi dengan *setting* pedesaan. Tujuan perancangan *game* ini adalah untuk menerapkan efek simulasi pertanian dan peternakan sehingga permainan berjalan tidak membosankan dan dapat dimainkan secara terus menerus. Pemain akan mengendalikan satu karakter utama yang dapat berinteraksi dengan penduduk di desa. Pemain dapat, menanam, beternak, serta membangun relasi dengan warga yang berada di desa. Metode FSM yang diimplementasikan pada *game* ini terdapat dalam berbagai fitur yang ada pada *game* seperti ketika hubungan *player* dengan warga desa baik, maka akan terjadi sesuatu kepada warga dan *player* tersebut. Contoh lain yaitu pada menyiram tanaman, apabila tidak terpenuhi suatu parameter tertentu dalam waktu yang telah ditentukan maka tanaman akan mati. Begitu juga dengan waktu tidur, ketika *player* tidak tidur dengan cukup maka akan terjadi konsekuensi pada permainan.

Berbeda dengan *Game Tukarmatika Berbasis Android Menggunakan Metode Finite State Machine* oleh Hanaf M Murti [20], *game* ini menggabungkan metode FSM dengan algoritma A dalam pembuatannya. *Game* dimainkan oleh satu pemain saja dan bergenre puzzle. Dalam *game* tukarmatika ini, *player* diharuskan untuk menjawab beberapa pertanyaan yang diberikan. Pertanyaan berupa soal matematika. *Game* ini sendiri ditujukan bukan kepada anak-anak melainkan pemain yang lebih tua. Tidak hanya itu, pada *game* tukarmatika ini juga terdapat musuh yang akan mengganggu pemain dalam menyelesaikan permainan. Soal yang diberikan dalam *game* ini sendiri memiliki beberapa tingkatan dari mudah hingga sulit. *Game* bertujuan menjadikan pemain mahir menguasai materi bentuk akar. Metode FSM diterapkan pada saat menampilkan serta menjawab pertanyaan. Metode FSM juga diimplementasikan pada karakter Andi ketika menolong burung yang sedang terjebak pada ranting ataupun akar pohon agar menampilkan pertanyaan. FSM juga diimplementasikan pada musuh yaitu kera yang akan mengejar pemain.

III. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode pengumpulan data yang dilakukan menggunakan metode studi pustaka. Studi pustaka adalah sebuah metode dalam pengumpulan data dengan melakukan pencarian informasi

melalui media seperti buku, jurnal atau internet. Studi pustaka dilakukan dengan membaca buka dan mencari literatur dari internet mengenai sistem yang dalam penelitian ini membahas tentang perancangan *game* menggunakan metode FSM, mencari.

Setelah studi pustaka dirasa cukup adapun tahapan-tahapan selanjutnya dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut

A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan di berbagai aspek, seperti analisis kebutuhan fungsi dan analisis kebutuhan perangkat lunak. Analisis kebutuhan fungsi adalah tahapan dimana dilakukan penetapan fungsi yang dapat dilakukan oleh sistem, sehingga dapat menjawab rumusan masalah yang telah dibuat. Analisis kebutuhan perangkat lunak berisi apa saja komponen perangkat lunak yang dibutuhkan oleh sistem dan digunakan untuk membangun proyek perancangan *game* ini.

B. Metode Perancangan

Metode perancangan merupakan suatu cara untuk menjelaskan perancangan dari sebuah penelitian. Tahap ini merupakan tahapan krusial sebelum berlanjut ke tahap pengerjaan dalam sebuah penelitian. Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah perancangan proyek *game* yang akan dibuat, sehingga bisa mengidentifikasi dan mengevaluasi kendala-kendala dalam pengembangan sistem. Tujuan dari metode perancangan ini adalah agar *game* yang akan dibuat lebih terstruktur serta memudahkan developer selanjutnya yang akan mengembangkan atau mempelajari sistem pada *game* yang dibuat.

Adapun komponen utama langkah-langkah perancangan *game* adalah penentuan konsep *game*, *Game Design Document* (GDD), *Technical Design Document* (TDD), dan d. Desain *User Interface* (UI). *Game design document* adalah gambaran secara luas mengenai desain *game* yang akan dibangun, terdiri dari judul permainan, *genre* permainan, pola permainan, karakter dalam *game*, *scene* yang digunakan, kendali pemain, dan *event* dalam permainan. *Technical Design Document* merupakan detail dari teknis kebutuhan *game* yang akan dirancang. Pada bagian TDD berisi mengenai beberapa rancangan yaitu rancangan kendali pemain, rancangan *finite state machine* (FSM), kebutuhan perangkat lunak, perangkat keras, dan rancangan *user interface* (UI).

C. Metodologi

Pada pengembangan proyek *game* "The Mahasiswa" ini, digunakan beberapa langkah atau metode guna menjadikannya lebih terstruktur dan mudah dipahami. Berikut merupakan metode yang digunakan dalam merancang dan mengembangkan *game* "The Mahasiswa" ini. Metode *Finite State Machine*, yang merupakan komponen utama pada pengerjaan proyek ini. Metode Perancangan *Game* yang terdiri dari Konsep *game*, *Game Design Document* (GDD), *Technical Design Document* (TDD), dan Desain *User Interface* (UI) yang berguna dalam menyusun komponen pada *game* "The Mahasiswa".

1. Finite State Machine (FSM)

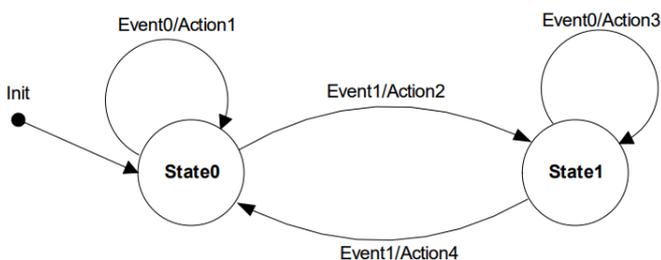
Finite State Machines (FSM) adalah sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku

atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal berikut: *State* (Keadaan), *Event* (kejadian) dan *action* (aksi). Pada satu saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, sistem akan berada pada salah satu *state* yang aktif. Sistem dapat beralih atau bertransisi menuju *state* lain jika mendapatkan masukan atau *event* tertentu, baik yang berasal dari perangkat luar atau komponen dalam sistemnya itu sendiri (misal interupsi timer). Transisi keadaan ini umumnya juga disertai oleh aksi yang dilakukan oleh sistem ketika menanggapi masukan yang terjadi. Aksi yang dilakukan tersebut dapat berupa aksi yang sederhana atau melibatkan rangkaian proses yang relative kompleks [21].

Berdasarkan sifatnya, metode FSM ini sangat cocok digunakan sebagai basis perancangan perangkat lunak pengendalian yang bersifat reaktif dan real time. Salah satu keuntungan nyata penggunaan FSM adalah kemampuannya dalam mendekomposisi aplikasi yang relative besar dengan hanya menggunakan sejumlah kecil item *state*. Selain untuk bidang kontrol, Penggunaan metode ini pada kenyataannya juga umum digunakan sebagai basis untuk perancangan protokol-protokol komunikasi, perancangan perangkat lunak *game*, aplikasi WEB dan sebagainya [21].

Dalam bahasa pemrograman prosedural seperti bahasa C, FSM ini umumnya direalisasikan dengan menggunakan statemen kontrol *switch case* atau/dan *if..then*. Dengan menggunakan statemen-statement kontrol ini, aliran program secara praktis akan mudah dipahami dan dilacak jika terjadi kesalahan logika [21].

Diagram keadaan pada dasarnya merupakan salah satu bentuk representasi dari FSM. Diagram ini secara visual menggambarkan tingkah laku yang dimiliki oleh sistem control yang kompleks kedalam bentuk yang lebih sederhana dan relatif mudah dipahami. Dalam diagram ini, state-state yang terdapat pada sebuah sistem digambarkan sebagai lingkaran yang diberi label unik, sedangkan transisi state yang diakibatkan oleh event tertentu direpresentasikan sebagai anak panah yang berasal dari state yang ditinggalkan menuju state yang aktif. Setiap transisi yang terjadi umumnya juga diikuti oleh aksi yang dilakukan oleh sistem yang dirancang. Secara praktis setiap diagram state yang dirancang akan selalu memiliki sebuah transisi awal (inisial) yang menuju salah satu state sejak sistem kontrol tersebut mulai dihidupkan [21].



Gambar 2.1 Contoh Penggambaran Diagram *State* Sederhana

Diagram tersebut memperlihatkan FSM dengan dua buah *state* dan dua buah *input* serta empat buah aksi *output* yang berbeda : seperti terlihat pada gambar, ketika sistem mulai dihidupkan, sistem akan bertransisi menuju *state0*, pada keadaan ini sistem akan menghasilkan *Action1* jika terjadi

masukan *Event0*, sedangkan jika terjadi *Event1* maka *Action2* akan dieksekusi kemudian sistem selanjutnya bertransisi ke keadaan *State1* dan seterusnya [21].

2. Metode Perancangan Gim

Metode perancangan merupakan suatu cara untuk menjelaskan perancangan dari sebuah penelitian. Tahap ini merupakan tahapan krusial sebelum berlanjut ke tahap pengerjaan dalam sebuah penelitian. Pada tahap ini akan didapatkan metode yang akan digunakan dalam

penelitian, sehingga bisa mengidentifikasi dan mengevaluasi kendala-kendala dalam pengembangan sistem. Tujuan dari metode perancangan ini adalah agar gim yang akan dibuat lebih terstruktur serta memudahkan developer selanjutnya yang akan mengembangkan atau mempelajari sistem pada gim yang dibuat. Berikut merupakan beberapa komponen perancangan pada gim:

a. Konsep *game*

Game yang akan dibuat yaitu berjudul “The Mahasiswa”. Sesuai dengan judulnya, *game* ini menceritakan mengenai kehidupan seorang mahasiswa bernama “Dwi” pada masa awal kuliahnya. Dwi sendiri adalah mahasiswa yang cukup aktif dan mudah bergaul dengan orang. Tidak hanya itu, dalam kesempatan ini Dwi ingin bergabung dengan berbagai organisasi kemahasiswaan yang terdapat di kampus terutama bergabung dengan himpunan mahasiswa. Pemain yang memainkan karakter Dwi nantinya akan berinteraksi dengan berbagai orang didalam gim yaitu tokoh karakter NPC (*Non Playable Character*). Tidak hanya kepada karakter NPC, pemain juga perlu mengamati dengan seksama dan berinteraksi pada lingkungan sekitar tempat tinggal Dwi berada guna dapat berhasil bergabung dengan organisasi kemahasiswaan pada kampusnya tersebut. Berdasarkan interaksi yang dilakukan tersebut, pemain akan menentukan sendiri apa yang harus dilakukan agar mendapat hasil terbaik. Jalan cerita pada *game* ini sendiri ditentukan oleh pilihan-pilihan pemain serta interaksi yang dilakukan oleh pemain ketika memainkan karakter Dwi ini.

Tidak ada semacam *level* khusus untuk setiap kemajuan atau *progression* yang dilakukan oleh pemain dalam memainkan *game* ini. Akan tetapi terdapat beberapa tempat yang nantinya dapat dikunjungi oleh pemain. Pertama adalah “Rumah Dwi” sendiri. Kemudian ada “Lingkungan Sekitar” yaitu area sekitar tempat tinggal dwi, area ini merupakan akses utama yang menghubungkan area lainnya. Tentunya juga ada area “Kampus” yaitu dimana karakter Dwi dapat mengajukan surat penerimaan organisasi. Lalu ada area “Gedung Perkumpulan Mahasiswa Memasak” dimana sebagai salah satu tempat organisasi yang ingin dimasuki oleh Dwi. Terdapat juga area “Gedung Mahasiswa Islam” yang juga sebagai salah satu keorganisasian kampus yang ingin dimasuki oleh Dwi. Terakhir terdapat area “Gedung Himpunan Mahasiswa” yang cukup dekat dengan rumah Dwi. Tujuan utama dari game ini sendiri adalah pemain berhasil bergabung dengan organisasi mahasiswa dalam kampus Dwi. Nantinya akan terdapat berbagai hasil akhir seperti dimulai dengan yang paling sukses

yaitu Dwi berhasil bergabung dengan semua organisasi hingga gagal bergabung dengan satupun organisasi dalam kesempatan ini.

b. *Game Design Document (GDD)*

Game design document adalah gambaran secara luas mengenai desain *game* yang akan dibangun. Berikut adalah GDD dari *game* “The Mahasiswa.

i. Judul

The Mahasiswa.

ii. Genre permainan

Game bergenre *real life 2D* yang mana ia menggambarkan kehidupan dari karakter Dwi dipadukan dengan sedikit *puzzle* pada beberapa bagian *game* yang mendorong pemain untuk berfikir dalam menyelesaikan permainan.

iii. Pola Permainan

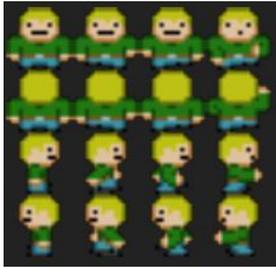
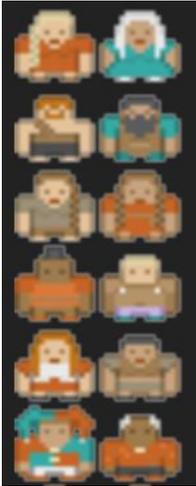
Awal permainan sendiri dimulai dari Rumah Dwi. Setelah mendapatkan sedikit latar belakang kisah Dwi, pemain kemudian akan menjalani kehidupan dwi dimasa awal kuliahnya. Pemain yang memainkan karakter Dwi akan dapat menjelajahi lingkungan sekitar tempat tinggal Dwi. Dalam setiap area tersebut tentunya juga terdapat orang (NPC) yang akan memberikan semacam petunjuk serta berinteraksi dengan pemain guna dapat menyelesaikan permainan nantinya. NPC sendiri akan memberikan interaksi yang berbeda kepada pemain. Tidak hanya NPC, pemain juga perlu berinteraksi dengan objek disekitar lingkungan tempat Dwi tinggal tersebut untuk dapat membantu pemain dalam menyelesaikan permainan. Secara garis besar pemain nantinya ditugaskan untuk bergabung dengan keorganisasian mahasiswa yang terdapat di kampus tempat Dwi belajar. Dalam proses perekrutan untuk dapat bergabung, pemain akan menjawab soal yang diberikan oleh karakter NPC utama. Pemain dapat berinteraksi dengan objek maupun karakter NPC sampingan guna mendapatkan informasi mengenai jawaban yang diberikan untuk proses perekrutan tersebut. Gim akan berakhir ditentukan oleh pilihan pemain sendiri dimana ia dapat pergi ke kampus dan mengumpulkan surat penerimaan dari organisasi.

iv. Karakter pada *Game*

Berikut merupakan tabel karakter yang digunakan dalam proyek gim “The Mahasiswa”. Karakter terdiri dari karakter tokoh utama, yaitu Dwi. Karakter tokoh utama inilah yang akan dimainkan oleh pemain selama memainkan gim ini. Selanjutnya terdapat karakter tokoh NPC sampingan yang mana ia akan berada dilingkungan dalam dunia gim. Karakter NPC sampingan ini akan berfungsi memberikan informasi dan menghidupkan suasana dalam gim. Pemain dapat berinteraksi dengan tokoh NPC sampingan ini. Terakhir yaitu tokoh karakter NPC utama. NPC utama merupakan komponen penting dalam gim. Pada karakter NPC utama ini, metode FSM akan diterapkan. Interaksi yang terjadi pada karakter NPC utama dan pemain ini adalah berupa dialog percakapan kuis

yang mana perlu dilakukan pemain guna dapat masuk dan diterima dalam organisasi kemahasiswaan kampus.

Tabel 3.1 Desain karakter dalam *game*

Karakter	Keterangan
	<p>Karakter Dwi (Utama).</p> <p>Pemain akan memainkan karakter Dwi ini didalam game.</p> <p>Karakter Dwi dapat bebas berjalan kemanapun didalam game ini.</p> <p>Karakter Dwi dapat berinteraksi dengan NPC.</p>
	<p>NPC Utama.</p> <p>Dapat memberikan interaksi berupa dialog kepada pemain.</p> <p>Interaksi dengan pemain dapat mempengaruhi hasil akhir permainan secara langsung.</p> <p>Ada yang dapat bergerak namun terbatas pada area tertentu, ada yang tidak dapat bergerak sama sekali.</p>
	<p>Karakter NPC pendukung (Penduduk).</p> <p>Dapat bergerak namun terbatas pada area tertentu.</p>

v. *Scene* dalam *Game*.

Terdapat beberapa *Scene* atau area pada *game* ini. *Scene* atau secara sederhana bagian kecil yang diambil pada keseluruhan map menjadi *point* penting yang juga perlu diperhatikan. Pemilihan *scene* yang digunakan dapat merubah jalannya permainan. Kita dapat menggunakan *scene* salah satu ruangan dalam kampus untuk merepresentasikan keseluruhan wilayah kampus tanpa harus membuat semua bagiannya, dan lain sebagainya. Dalam pengerjaan proyek gim ini, penulis menggunakan tema anak kuliah sehingga pemilihan lingkungan dan *scene* yang digunakan tentu berkaitan dengan lingkungan tempat tinggal tokoh serta kampus dan infrastrukturnya. *Scene* yang digunakan sendiri adalah antara lain kamar tidur yang merepresentasikan rumah dari tokoh utama, kemudian ada berbagai ruangan organisasi kampus, serta ada juga ruang kelas dalam kampus, tak lupa terdapat map besar yang berperan sebagai penghubung antar *scene* tersebut. Berikut merupakan *scene* yang digunakan dalam proyek gim.

Tabel 3.2 Desain area dalam game

Area	Keterangan	Area Gedung Perkumpulan Mahasiswa Memasak	Area Gedung Perkumpulan Mahasiswa Memasak
	<p>Merupakan Rumah dari karakter Utama.</p> <p>Awal Permainan dimulai dari area ini.</p> <p>Akhir permainan juga berada pada area ini, dimana pemain dapat memilih untuk tidur dan menyelesaikan hari.</p>		<p>Pemain dapat pergi kesini untuk bergabung dengan organisasi kemahasiswaan</p>
	<p>Merupakan Area Lingkungan sekitar tempat tinggal Dwi.</p> <p>Merupakan area utama penghubung area-area lain.</p> <p>NPC Pendukung banyak terdapat di area ini.</p>		<p>Area Gedung Mahasiswa Islam</p> <p>Tempat pemain dapat bergabung dengan salah satu organisasi kemahasiswaan</p>
	<p>Merupakan Area Kampus</p> <p>Tempat Dwi dapat pergi kuliah</p>		<p>Area Gedung Himpunan Mahasiswa.</p> <p>Merupakan salah satu tempat dimana pemain dapat bergabung dengan salah satu organisasi kemahasiswaan</p> <p>Tujuan akhir pemain adalah berusaha bergabung dengan organisasi kemahasiswaan ini</p>

vi. Kendali Pemain (*Controller*)

Dalam memainkan permainan ini, pemain dapat menggunakan tombol pada *keyboard*. Tombol W untuk bergerak ke atas. Tombol A bergerak ke kiri. Tombol S untuk bergerak ke bawah. Tombol D untuk bergerak ke kanan. Selanjutnya untuk dapat berinteraksi baik dengan NPC atau benda lain, pemain dapat menggunakan tombol spasi / *space* di keyboard. Pemain juga dapat membuka menu *pause* dengan tombol *esc*.

vii. *Event Permainan (Progression)*

Seperti yang telah dijelaskan di atas sebelumnya, tidak ada perpindahan *level* yang terjadi dalam melakukan permainan ini. Namun demikian, terdapat beberapa *event* utama yang dapat dijadikan titik ukur sejauh mana pemain telah melakukan permainan tersebut. Berikut tahapan event yang terjadi.

Tabel 3.3 Desain Event *Progression* pada *game*

Event	Keterangan
Pendahuluan (<i>Prolouge</i>)	Dalam tahapan event ini, pemain akan diceritakan mengenai kisah karakter Dwi ini beserta tujuan game yang ingin dicapai. Setelah selesai, pemain akan langsung memulai permainan dan menjelajahi lingkungan sekitar tempat tinggal Dwi. Area tempat dimulainya permainan yaitu rumah Dwi.
Interaksi dengan NPC (<i>Mid Game</i>)	Seiring berjalannya permainan, pemain yang terus berinteraksi dengan NPC tadi akan mendapatkan respon baik positif maupun negatif tergantung dari apa yang dilakukan oleh pemain dan mempengaruhi hasil akhir permainan.
Hasil Akhir (<i>Result</i>)	Pada akhirnya semua tergantung pemain untuk mengakhiri permainan ini. Pemain dapat memilih untuk mencoba mendaftar ke organisasi himpunan mahasiswa. Semakin banyak pemain bergabung dengan organisasi maka semakin bagus. Hasil akhir permainan adalah tergantung dengan interaksi antara pemain dengan NPC utama selama bermain. Setelah hasil didapatkan, maka game akan kembali ke menu awal.

IV. HASIL DAN IMPLEMENTASI

Implementasi merupakan tahapan dimana rancangan pengerjaan yang ada pada bab sebelumnya diterapkan dan dibangun pada sistem. Pada tahapan implementasi ini, dapat diketahui apakah rancangan yang telah dibuat sebelumnya dapat berjalan dan dibangun. Proses tahapan implementasi ini sendiri nantinya dibagi lagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan kebutuhan sistem yang dibangun.

1. Implementasi *pixel art* karakter gim

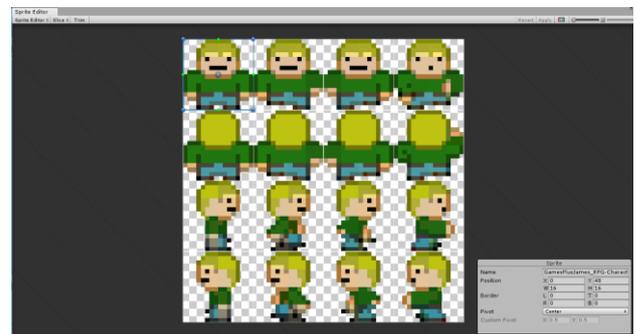
Gim yang dibuat yaitu *top down* dua dimensi dimana pemain dapat bergerak keatas, kebawah, kekanan, dan kekiri. Adapun gaya visual yang digunakan dalam pembuatan gim ini sendiri yaitu dengan penggunaan *pixel art*. *Style pixel art* sendiri secara sederhana yaitu dimana gambar dalam gim dibuat dalam tingkatan pixel yaitu elemen terkecil dalam sebuah gambar yang ditampilkan dalam 60pul komputer.

Implementasi *pixel art* diterapkan pada desain karakter dalam gim ini baik karakter utama maupun karakter npc atau

non playable character. Lingkungan dalam gim atau *map* yang digunakan juga tentu menerapkan *style pixel art* agar dapat menyatukan suasana visual dalam gim. Selain itu 60pular penulis memilih gaya *pixel art* ini dikarenakan ingin mengangkat tema permainan lama yang cukup 60pular dimasanya dan memadukannya dengan *gameplay* yang lebih modern sehingga terasa unik. Dalam penerapannya pada gim, baik karakter maupun *map* merupakan *asset* yang diambil dari berbagai sumber seperti Unity Asset Store, Kenny Art, dan lain sebagainya. *Asset* tersebut kemudian disusun sedemikian rupa guna dapat membentuk gim ini. Berikut merupakan penjelasan lengkap mengenai implementasi *pixel art* dalam gim ini.

a. Implementasi *pixel art* karakter gim

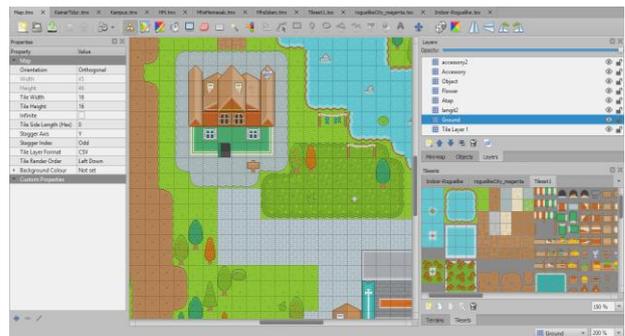
Komponen karakter gim baik karakter utama maupun npc atau *non playable character* diambil dari *asset* yang telah disediakan dari banyak sumber. Pertama untuk karakter tokoh utama maupun npc dibuat oleh “GamePlusJames” dan diambil dari *web site* dropbox pembuat. Langkah selanjutnya setelah mendapatkan *asset* yang ingin digunakan tersebut adalah membaginya ke beberapa bagian karena *asset* masih berbentuk satu gambar utuh



Gambar 4.1 Proses pembagian gambar

b. Implementasi *pixel art* pada *map* atau lingkungan gim

Sama seperti implementasi *pixel art* pada karakter sebelumnya, langkah selanjutnya adalah membagi tiap asset yang akan digunakan tersebut karena masih berbentuk satu gambar. Hal yang membedakan dengan langkah sebelumnya yaitu disini untuk membentuk dan membangun *map* sekaligus memotong-motong *asset* tersebut, penulis memanfaatkan aplikasi “Tiled” agar proses pembuatan lebih mudah dan gampang. Berikut proses pembuatan *map* menggunakan aplikasi tersebut.



Gambar 4.2 Pembuatan *map*

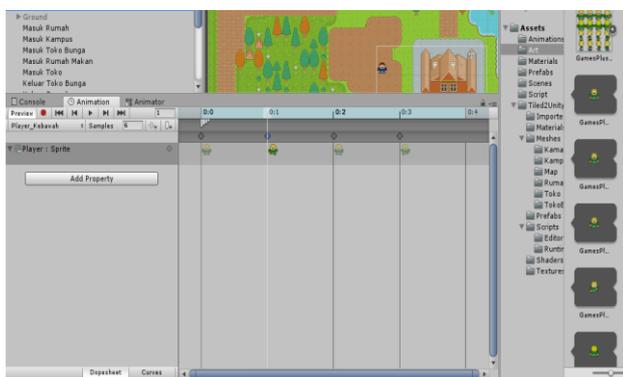
2. Implementasi Animasi Karakter

Teknik pembuatan animasi sendiri tentu beraneka ragam tergantung jenis gim yang dibuat, sudut pandang pemain, maupun *style visual* yang dipilih pada gim tersebut. Pada gim “The Mahasiswa” ini, gim merupakan jenis gim *top down* yang mana pemain akan memainkan karakter pada gim dari sudut pandang agak atas. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah *style visual* yang dipilih pada gim ini yaitu *pixel art*. Pertama, gim jenis *top down* akan membuat karakter nantinya akan dapat bergerak keatas, kebawah, kekanan dan kekiri. Hal tersebut berpengaruh pada pembuatan animasinya dimana kita perlu membuat karakter kita dapat memiliki animasi minimal pada arah tersebut. Kemudian *style pixel art* mengharuskan kita untuk memilih asset yang menyediakan *sprite* karakter pada arah tersebut apabila kita tidak ingin menggambar *sprite* karakter kita dari awal.

Pada pembuatan animasi karakter gim ini selain pengerjaan hal teknis pada aplikasi “Unity” untuk membuat animasinya, kita juga perlu membuat skrip untuk nantinya ditambahkan pada objek gim. Skrip tentu nantinya akan berguna dalam banyak hal. Pertama, dengan adanya skrip kita dapat menghubungkan objek dalam gim yaitu karakter utama dengan animasi yang dibuat. Skrip juga akan menampung *parameter* serta informasi terkait objek gim tersebut. Berikut mengenai implementasi animasi pada karakter untuk gim “The Mahasiswa” ini.

a. Implementasi Animasi dan Pergerakan Karakter Utama

Pada implementasi pembuatan animasi dan pergerakan karakter utama ini, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah membagi asset yang akan digunakan dalam pembuatan animasi karakter kedalam beberapa bagian. Kita perlu membuat animasi baru, kemudian asset yang telah kita bagi tersebut kita letakan pada tiap frame yang telah tersedia. Tidak lupa, kita juga harus meletakkan posisi *sprite* karakter yang tepat untuk tiap animasi yang kita buat.



Gambar 4.3 Pembuatan animasi karakter utama

3. Implementasi Scene

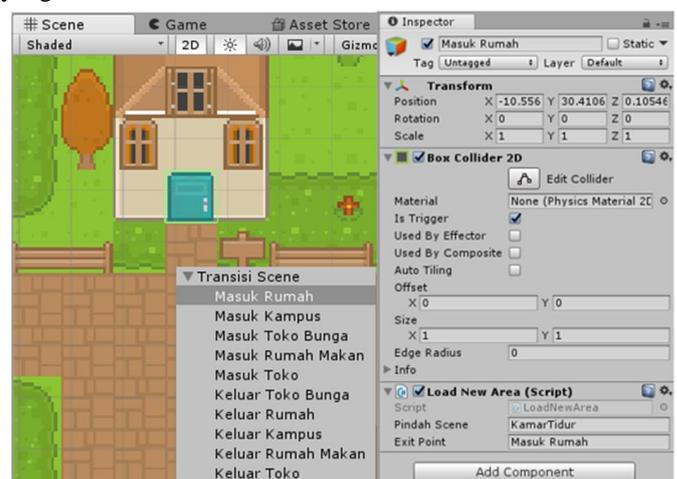
Scene atau secara sederhana bagian kecil yang diambil pada keseluruhan map menjadi *point* penting yang juga perlu diperhatikan. Pemilihan *scene* yang digunakan dapat merubah jalannya permainan. Kita dapat menggunakan *scene* salah satu

ruangan dalam kampus untuk merepresentasikan keseluruhan wilayah kampus tanpa harus membuat semua bagiannya, dan lain sebagainya. Dalam pengerjaan proyek gim ini, penulis menggunakan tema anak kuliah sehingga pemilihan lingkungan dan *scene* yang digunakan tentu berkaitan dengan lingkungan tempat tinggal tokoh serta kampus dan infrastrukturnya. *Scene* yang digunakan sendiri adalah antara lain kamar tidur yang merepresentasikan rumah dari tokoh utama, kemudian ada berbagai ruangan organisasi kampus, serta ada juga ruang kelas dalam kampus, tak lupa terdapat map besar yang berperan sebagai penghubung antar *scene* tersebut.

Gim “The Mahasiswa” ini memiliki lingkungan *Open World* yang artinya pemain dapat menggerakkan karakternya secara bebas kemanapun dalam map yang ada pada gim ini. Hal tersebut berdampak pada pembuatan tiap *scene* dalam gim ini. Pada pengerjaan proyek ini, penulis ingin memberikan pengalaman bermain yang dinamis kepada pemain terutama berkaitan dengan perpindahan antar *scene*. Perlu adanya pemilihan yang tepat mengenai kapan karakter akan berpindah dari satu *scene* ke *scene* lainnya. Selain hal tersebut, diperlukan juga suatu titik yang akan memicu berpindahnya karakter ke *scene* lain. Tidak ketinggalan, pergerakan kamera yang mengikuti karakter ketika ia melakukan perpindahan juga penting. Berikut merupakan implementasi *scene* pada gim ini.

a. Implementasi Perpindahan Scene

Aspek *Open World* menjadi *point* tersendiri mengenai bagaimana perpindahan yang dilakukan oleh karakter tokoh utama pada tiap *scene*. Dalam pengerjaan proyek ini untuk membuat perpindahan yang dinamis antar *scene* tersebut, diperlukan beberapa hal. Langkah pertama adalah membuat skrip. Pada langkah ini sendiri, nantinya akan dibuat beberapa skrip guna menghubungkan objek dalam gim terhadap transisi yang dilakukan. Setelah skrip selesai dibuat, karakter tokoh utama masih belum dapat melakukan perpindahan antar *scene*. Hal tersebut dikarenakan kita masih belum membuat titik mana yang menjadi lokasi dimulainya karakter untuk melakukan transisi dan titik mana yang dituju setelah transisi. Kita juga perlu menambahkan skrip yang telah dibuat pada *game object* yang sesuai.



Gambar 4.4 Pembuatan transisi scene

b. Implementasi Kamera pada Perpindahan Scene

Tentunya, perpindahan *scene* yang dilakukan tersebut perlu didukung juga dengan komponen kamera atau sudut pandang dalam gim ini. Kamera juga perlu dibuat agar ia mampu mengikuti karakter tokoh karakter utama ketika ia berpindah *scene*. Pertama kita perlu membuat skripnya. Setelah selesai membuat skrip tersebut, kini kita perlu memasangnya pada *game object* “Main Camera”.



Gambar 4.5 Pembuatan komponen kamera

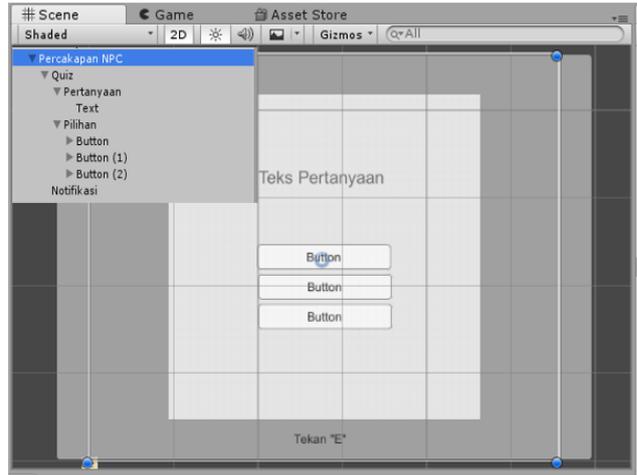
4. Implementasi Dialog

Pada pengerjaan proyek gim ini, interaksi yang dilakukan adalah dengan karakter npc atau *non playable character* serta berbagai objek didalam gim. Terdapat dua jenis karakter npc yaitu npc utama dan sampingan. Interaksi yang dilakukan pada karakter npc utama dilakukan dengan dialog yang juga berbentuk pilihan ganda. Pemain nantinya akan dapat memilih jawaban yang diberikan. Tujuannya adalah memberikan pengalaman bermain yang interaktif. Pada karakter npc sampingan, interaksi yang dilakukan adalah berupa monolog. Pemain akan dapat berinteraksi namun tidak dapat membalas percakapan yang dilakukan tersebut. Tujuannya adalah untuk memberikan cerita dan informasi terhadap dunia didalam gim tersebut. Adapun interaksi yang dilakukan dengan objek didalam gim adalah dengan beberapa tanda jalan maupun benda lainnya. Tujuannya adalah lebih memperkuat lingkungan didalam gim agar terasa hidup dan nyata serta informasi juga mengenai lingkungan dalam gim. Berikut merupakan proses implementasi dialog dalam gim “The Mahasiswa”.

a. Implementasi Interaksi NPC Utama

Pertama kita buat *game object* kosong kemudian kita beri nama percakapan npc. *Game object* ini bertujuan untuk menampung berbagai tombol, *user interface*, serta gambar yang dibuat untuk dialog ini. Selanjutnya kita buat sebuah canvas. Canvas ini berfungsi sebagai tempat kita membuat tampilan box dialog ini nantinya. Langkah selanjutnya kita buat dua panel, pertama untuk daftar pertanyaan dan panel kedua untuk pilihannya. Pada panel pertanyaan kita tambahkan text untuk nantinya sebagai tempat pertanyaan akan dimunculkan. Untuk panel pilihan, kita tambahkan tiga buah *button* yang nantinya berfungsi sebagai tempat pilihan jawaban akan ditampilkan. Terakhir kita buat *text* sebagai notifikasi yang akan muncul ketika *game object* “Player” mendekati karakter npc untuk

berinteraksi. Pada canvas, kita dapat mengatur ukuran, warna, serta font tulisan nantinya.

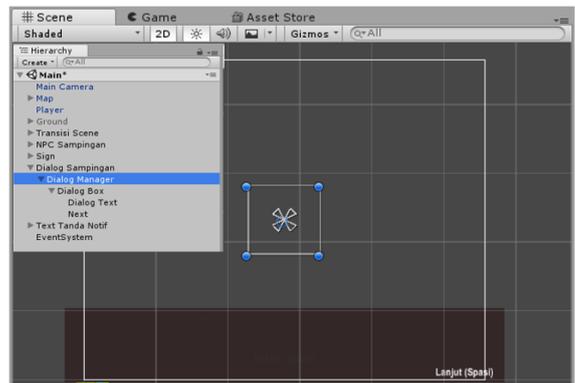


Gambar 4.6 Pembuatan dialog NPC utama

b. Implementasi interaksi NPC Sampingan dan Objek

Pada pembuatan monolog yang akan digunakan oleh karakter npc sampingan serta objek ini, pertama kita buat *game object* baru. *Game object* bernama “Dialog Sampingan” dan akan digunakan untuk menjadi tempat menampung komponen images maupun *text* monolog nantinya. Setelah dibuat, kita buat *object* baru bernama “Dialog Manager”. Pada *object* inilah skrip akan ditambahkan nantinya. Selanjutnya, kini kita perlu menambahkan *images* didalam *game object* “Dialog Manager” tersebut. Komponen *images* ini berfungsi untuk memberikan latar belakang pada *box dialog* yang akan ditampilkan. Kemudian kita buat dua komponen *text* yang berfungsi sebagai notifikasi untuk melanjutkan monolog.

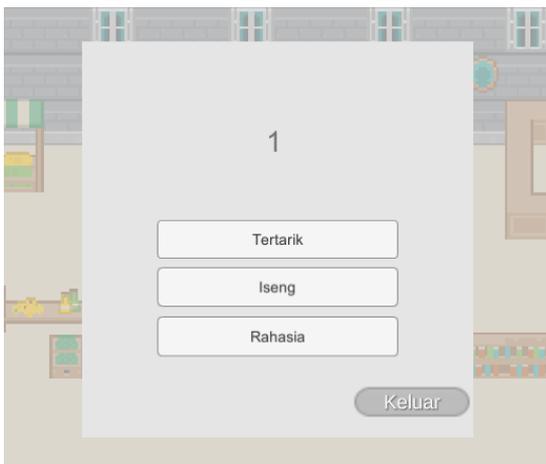
Selanjutnya setelah *box* monolog dibuat, kita perlu membuat skrip untuk menghubungkannya. Terdapat dua jenis skrip yang perlu dibuat. Skrip pertama yaitu skrip “Dialog” yang berfungsi untuk menampilkan *box* percakapan pada karakter npc sampingan serta *objek* dan juga menampilkan notifikasi untuk menekan tombol ketika karakter tokoh utama berada didekat karakter npc sampingan maupun objek. Skrip kedua yaitu “DialogManager” berfungsi sebagai penambahan baris yang ada dalam percakapan. Terdapat beberapa percakapan yang cukup Panjang sehingga perlu dibuat menjadi beberapa bagian.



Gambar 4.7 Pembuatan interaksi npc sampingan & objek

5. Pengujian *Metode Finite State Machine* pada gim

Pada proyek program gim “The Mahasiswa” ini, penulis menggunakan metode *finite state machine* untuk membangun aspek interaksi antara karakter tokoh utama yang dimainkan oleh pemain dengan karakter *non playable character* utama. Interaksi yang terjadi tersebut yaitu berupa dialog yang dilakukan antara karakter tokoh utama dengan karakter NPC utama tersebut. Dialog itu sendiri nantinya akan berbentuk pilihan ganda dan tentunya memiliki pilihan yang dapat dipilih oleh pemain untuk menjawab pertanyaan dari NPC utama. Dialog akan dapat berubah tergantung dengan nilai hubungan antara pemain dengan karakter NPC utama. Terdapat beberapa tingkatan atau *state* untuk perubahan dialog ini. Ketika nilai hubungan telah mencapai nilai tertentu maka *state* akan berganti dan dialog akan berubah. Setiap kali pemain berhasil memilih jawaban yang benar, maka nilai hubungan akan bertambah. Nilai hubungan tersebut disimpan pada karakter tokoh utama. Untuk memudahkan dan memperjelas proses pengujian, pertanyaan akan diubah kedalam tampilan angka. Berikut merupakan proses pengujiannya.



Gambar 4.8 Tampilan kuis

Terdapat tiga tingkatan hubungan dengan karakter NPC utama. Masing-masing tingkatan tersebut memiliki tujuh pertanyaan yang akan diacak kemunculannya sesuai dengan diagram FSM yang telah dibuat diatas. Namun demikian, pertanyaan pertama yang keluar akan selalu pertanyaan nomor satu. Pemain perlu menjawab dua pertanyaan dengan benar untuk setiap tingkatan hubungan agar dapat naik ke tingkatan selanjutnya. Apabila pemain salah menjawab pertanyaan dua kali untuk tiap tingkatan, maka pemain harus mengulangi kuis dari awal. Ketika pemain berhasil menjawab pertanyaan dengan benar maka nilai akan disimpan pada suatu variable begitu juga dengan jawaban salah.



Gambar 4.9 Tampilan jawaban benar

Ketika pemain berhasil menjawab pertanyaan dengan benar untuk kedua kalinya, maka akan berpindah tingkatan



Gambar 4.10 Pergantian tingkat kesulitan

Terakhir, ketika pemain telah berhasil menjawab dua pertanyaan secara benar pada tingkatan hubungan terakhir, maka akan muncul *dialog box* sebagai notifikasi bahwa pemain telah lulus proses perekrutan dan diterima. Selanjutnya akan dimunculkan surat penerimaan yang dapat diambil oleh pemain guna menyelesaikan permainan.



Gambar 4.11 Sukses menjawab seluruh pertanyaan

Adapun data hasil pengujian metode *finite state machine* tersebut telah dibuat pada tabel dibawah ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat terhadap program gim “The Mahasiswa” yang telah dibuat berdasarkan rancangan serta implementasi dan pengujian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut :

Metode FSM yang telah diterapkan dalam gim “The Mahasiswa” terdapat pada percakapan yang ada pada karakter tokoh NPC utama dan berguna dalam menentukan tingkat kesulitan pertanyaan yang diberikan berdasarkan jumlah jawaban yang berhasil dijawab dengan benar oleh pemain.

Tokoh karakter NPC utama berguna sebagai elemen utama penggerak jalan cerita sedangkan tokoh karakter NPC sampingan berfungsi sebagai pemberi informasi mengenai keadaan dunia didalam gim serta informasi mengenai jawaban dari pertanyaan yang diberikan NPC utama.

2. Saran

Pengerjaan proyek gim “The Mahasiswa” telah usai. Namun demikian tentu proyek ini memiliki kekurangan dan keterbatasan. Berikut merupakan saran yang didapat guna meningkatkan kualitas terhadap gim yang telah dibuat.

Gim masih menggunakan pengaturan audio sederhana sehingga dapat ditambahkan pengaturan opsi didalam gim guna mengatur suara yang diinginkan oleh pemain saat bermain.

Karakter NPC sampingan dan utama masih belum memiliki animasi pergerakan dikarenakan keterbatasan *asset* serta proses pembuatan tiap gerakan sehingga dapat ditambahkan animasi untuk tiap gerakannya.

REFERENSI

- [1] R. Arief, “PELATIHAN ‘Hello Academia’ KEPADA MAHASISWA BARU PADA MASA TRANSISI DARI SMA KE UNIVERSITAS,” 2016. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/311586980_PELATIHAN_KEPADA_MAHASISWA_BARU_PA DA_MASA_TRANSISI_DARI_SMA_KE_UNIVERSITAS. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [2] S. L. Ahmad, “Catatan-Ku: PEMBANGUNAN KARAKTER PADA MAHASISWA,” 2016. [Online]. Available: <http://lutfisayonk.blogspot.com/2016/02/pembangunan-karakter-pada-mahasiswa.html>. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [3] P. Dimas, “KURANGNYA SOSIALISASI DAN KETERBUKAAN MAHASISWA BARU DI LINGKUNGAN BARU,” 2011.
- [4] I. Fatimah, “Segala Sesuatu yang Perlu Diketahui Mahasiswa Baru | Youthmanual,” 2018. [Online]. Available: <https://www.youthmanual.com/post/dunia-kuliah/kehidupan-mahasiswa/maba-101-segala-sesuatu-yang-perlu-diketahui-mahasiswa-baru>. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [5] A. Fajar, E. faranggi, A. Kristian, and E. Yoga, “Kamu Mahasiswa Baru? Kamu Introvert? | Komunitas Anak Pendiam,” 2015. [Online]. Available: <http://kap-pendiam.blogspot.com/2015/08/kamu-mahasiswa-baru-kamu-introvert.html>. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [6] C. Mangapul, “Meningkatkan Cara Berkomunikasi Yang Baik Untuk Pergaulan,” 2016. [Online]. Available: <https://magazine.job-like.com/cara-berkomunikasi-baik-pergaulan/>. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [7] M. Ayurina, “Kepribadian Introvert dalam Dunia Kerja oleh AyuRina Maharani - Kompasiana.com,” 2017. [Online]. Available: <https://www.kompasiana.com/ayurina/58eca44f9b9373a91c072a9a/kepribadian-introvert-dalam-dunia-kerja>. [Accessed: 19-Oct-2018].
- [8] Lisa Fitriana, “Komunikasi sebagai Fondasi Utama dalam Pergaulan | Interact!,” 2012. [Online]. Available: <https://communicateur.wordpress.com/2012/11/19/1892/>. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [9] fauziah Maharani, “Maharani Fauziah Rahmah,” 2015. [Online]. Available: http://maharani-fauziah-rahmah-fib14.web.unair.ac.id/artikel_detail-140468-Hasil_Analisis_Tugas_UAS-PENINGKATAN_KEMAMPUAN_BERKOMUNIKASI_MAHASISWA_di_DEPAN_UMUM.html. [Accessed: 18-Oct-2018].
- [10] D. Williams, N. Martins, M. Consalvo, and J. D. Ivory, “The virtual census: Representations of gender, race and age in video games,” *New Media Soc.*, vol. 11, no. 5, pp. 815–834, 2009.
- [11] J. R. Situmorang, “Penggunaan Game Theory dalam Ilmu Sosial,” 2015.
- [12] Claudia, “Permainan: Pengembangan (Game Development) – Claudia Lukita,” 2016. [Online]. Available: <http://claudia.budiharto.net/?p=262>. [Accessed: 16-Oct-2018].
- [13] A. Rafi and A. Tahtawi, “Implementasi Metode Finite State Machine (FSM) sebagai Dasar Algoritma Robot Line Follower,” *J. Enj. dan Ekon.*, vol. 1, pp. 6–11, 2016.
- [14] P. E. Black, “Finite State Machine,” *Dict. Algorithms Data Struct.*, vol. 2007, pp. 1–7, 2008.
- [15] J. P. Zagal and R. Altizer, “Examining ‘RPG Elements’: Systems of Character Progression,” *Found. Digit. Games 2014*, 2014.
- [16] F. Gansala, “Perilaku non playable character (NPC) musuh pada game sepeda dengan menggunakan fuzzy state machine (FuSM),” Jun. 2016.
- [17] A. Fink, J. Denzinger, and J. Aycocock, “Extracting NPC behavior from computer games using computer vision and machine learning techniques,” in *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games, CIG 2007*, 2007, pp. 24–31.
- [18] Chakim Annubaha, “IMPLEMENTASI FINITE STATE MACHINE (FSM) PADA GAME 3D

EDUKASI BAHASA ARAB SKRIPSI Oleh:
CHAKIM ANNUBAHA NIM: 09650193 JURUSAN
TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
(UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2014,” 2014.

- [19] S. Rostianingsih, S. B. Gregorius, and H. K. Wijaya, “Game Simulasi Finite State Machine Untuk Pertanian Dan Peternakan,” *J. DKV Adiwarna*, vol. 5, pp. 2–7, 2013.
- [20] M. Murti, “GAME TUKKARMATIKA BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE DAN ALGORITMA A*,” 2016.
- [21] I. Setiawan, “PERANCANGAN SOFTWARE EMBEDDED SYSTEM BERBASIS FSM,” 2006.