KURAWAL Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri *Volume 4 Nomor 2 - Oktober 2021*
***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

IMPLEMENTASI *BEHAVIOR TREE* PADA PERILAKU NPC DI GAME SIDESCROLLER

Adrianus Junaidi [1)], **Amak Yunus** [2)] , **Anggri Sartika Wiguna** [3)]

Teknik Informatika Universitas PGRI Kanjuruhan Malang, Jl. S. Supriadi No 48 Bandungrejosari Sukun Malang Jawa Timur
email : adrianusjunaidi12@gmail.com[1)], amakyunus@unikama.ac.id[2)], anggrisartikawiguna@unikama.ac.id[3)]

Abstrak

Side scrolling adalah sebuah genre game yang dimana player akan bergerak sepanjang alur permainan kesatu arah untuk menyelesaikan semua misinya. Genre game ini memungkinkan pemain untuk melompat, berlari dan juga bertarung melawan berbagai musuh. Untuk dapat menjadikan sebuah game yang menarik maka sangat diperlukan sebuah Non-Player Character (NPC) yang mempunyai kemampuan kecerdasan buatan untuk menampilkan game agar dapat terlihat lebih alami dan adiktif. Pada game ini, NPC memiliki perilaku yang beragam, terdiri dari menyerang, patroli, mengejar, dan meledakkan diri. Untuk dapat mengatur serta mengontrol perilaku ini, penulis menggunakan algoritma behavior tree yang berfungsi untuk mengatur perilaku tersebut dalam bagan berbentuk pohon.

Kata Kunci:
Behavior tree, Game Side Scroller, NPC

Abstract

Side scrolling is a genre game where the player will move along the gameplay in one direction to complete all the missions. This game genre supports the player to run as well as against various enemies. To be able to make an interesting game, it is necessary to have a Non-Player Character (NPC) that has artificial intelligence capabilities to display the game so that it can look more natural and addictive. In this game, NPCs have various behaviors, consisting of attacking, patrolling, chasing, and blowing themselves up. To be able to regulate this behavior, the author uses the code of conduct which serves to regulate the behavior in a tree chart.

***Keywords*:**
Behavior tree, Game Side Scroller, NPC

1. PENDAHULUAN

Game merupakan sebuah permainan yang menggunakan media elektronik, dan merupakan sebuah hiburan dalam bentuk multimedia yang dibuat semenarik mungkin agar para pemain mendapatkan sesuatu hingga adanya kepuasan tersendiri yang diperoleh oleh pemain. *Obstacle* merupakan unsur penting yang harus ada pada sebuah *game*, karena selain memberikan manfaat, *obstacle* juga dapat mempengaruhi minat pemain saat bermain *game*. Bentuk dari *obstacle* pada sebuah *game* juga bermacam-macam seperti jebakan, waktu, teka teki, musuh yang kuat, dan sebagainya. Sebuah *game* mungkin terasa membosankan jika rintangan yang ada di dalamnya terlalu mudah dan terlalu monoton

Dalam dunia *game*, membuat sebuah perilaku pada musuh dibutuhkan sebuah metode yang mampu mengambil sebuah keputusan yang baik. Beberapa penerapan AI dalam *game* diantaranya adalah dengan menggunakan Algoritma *Behavior Tree*. *Behavior Tree* adalah teknik AI populer yang sering pada industri *game* standar. *Behavior tree* memiliki beberapa kelebihan yang tidak terdapat pada beberapa Algoritma *Artificial Intelligent* lainnya. Algoritma ini dapat memberikan kemudahan pada proses pengembangan karena dapat dengan mudah

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

membaca proses ataupun alur pengambilan keputusan dan algoritma ini juga dapat mengatasi penggunaan logika yang digunakan berkali-kali seperti pada algoritma Decision Making (FSM, HFSM).

Pada kebanyakan *game, Artificial Intelligent* sering digunakan dan saling memiliki ketergantungan terhadap interaksi pada player, sehingga *Artificial Intelligent* memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan ketertarikan pengguna untuk bermain *game* (Mcgee Kevin & Abraham, 2010). Dengan menggunakan NPC yang mengimplementasikan kecerdasan buatan maka sebuah *game* akan menjadi seru karena permainan tidak lagi monoton, dan lebih menantang untuk dimainkan.

(Sekhavat, 2017) dalam sebuah penelitiannya terdahulu yang mempunyai judul "*Behavior tree for Computer Games*" menerangkan, bahwa sebuah algoritma *finite state machine* (FSM) mudah untuk dapat diimplementasikan pada sebuah NPC dalam *computer games,* tetapi akan sangat sulit untuk bisa mengontrol *behavior* nya tersebut, terutama karena pertumbuhan jumlah *states* yang akan bertambah. Walaupun masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan algoritma HFSM, tetapi akan sulit untuk mengaturnya karena FSM dan HFSM yang menggunakan transisi berulang bukanlah solusi yang ideal, terutama modul nya yang tidak bersifat *reusable* (Chang & Zhu, 2017). *Behavior tree* (BT) yang dimana merupakan sebuah *hierarchical nodes* yang memiliki bentuk berupa pohon untuk mengontrol serta mengatur alur *decision making* yang mana secara luas digunakan untuk mengatasi permasalahan dari *behavior tersebut*. Sekhavat dalam bukunya juga menjelaskan akan kelemahan dan kelebihan dari algoritma tersebut.

Dengan Menggunakan sebuah algoritma *Behavior tree* pada *decision making* game ini bertujuan untuk meningkatkan tantangan dalam *game* serta membuat perilaku NPC menjadi lebih adaptif, dengan harapan akan membuat *game* lebih menantang dan menyenangkan ketika dimainkan oleh pengguna.

2. METODE / ALGORITMA

Dalam penelitian ini penulis menggunakan Algoritma *Behavior tree*. *Behavior tree* merupakan sebuah Pemodelan dalam pengeksekusian rencana yang secara grafis dipresentasikan ke dalam bentuk sebuah pohon (Colledanchise, M. and Ögren, 2017). *Behavior tree* memungkinkan untuk dapat mengontrol perilaku karakter pada *game* dan menjelaskan tingkatan keputusan dan aksi, sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma *behavior tree* adalah sebuah Pemodelan yang memiliki struktur berbentuk pohon yang dapat digunakan untuk mengatur perilaku NPC pada sebuah video game.

Behavior tree memiliki berbagai macam elemen, tetapi elemen dasar yang harus ada dan pasti dimiliki oleh sebuah algoritma *Behavior tree* adalah sebagai berikut (Sekhavat, 2017):

1. *Leaf Node*, merupakan sebuah *node* yang bertugas menjalankan sebuah aksi. Seperti berlari, menyerang, berjalan, dan sebagainya.
2. *Condition component (if-else)*, merupakan sebuah komponen yang berupa nilai *Boolean question*, berfungsi mengembalikan nilai *false* atau *true.*
3. Control flow (Selector & Sequence), adalah kumpulan komponen *child* yang berfungsi menentukan urutan pelaksanaan sebuah aksi, diantaranya terdapat dua macam control flow secara umum.

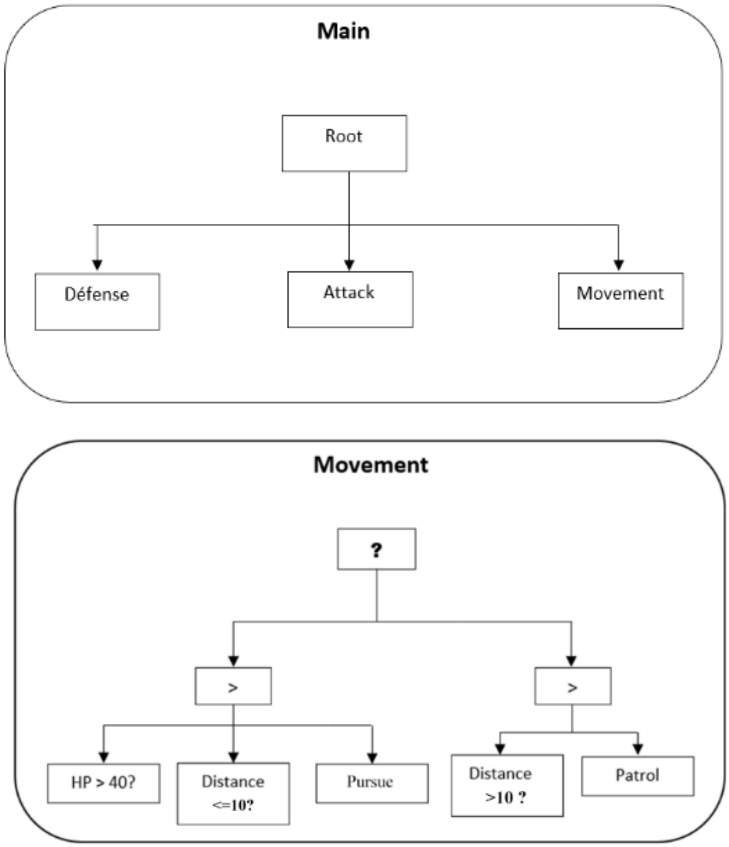
Selector adalah sebuah komponen yang dapat berjalan dengan cara membuat sebuah keputusan, sedangkan *Sequence* merupakan komponen yang memuat sederet child yang akan dieksekusi.

NPC akan memeriksa informasi yang berupa HP (darah) dan selisih jarak ke player. Berdasarkan informasi tersebut NPC dapat memilih perilaku yang sesuai.

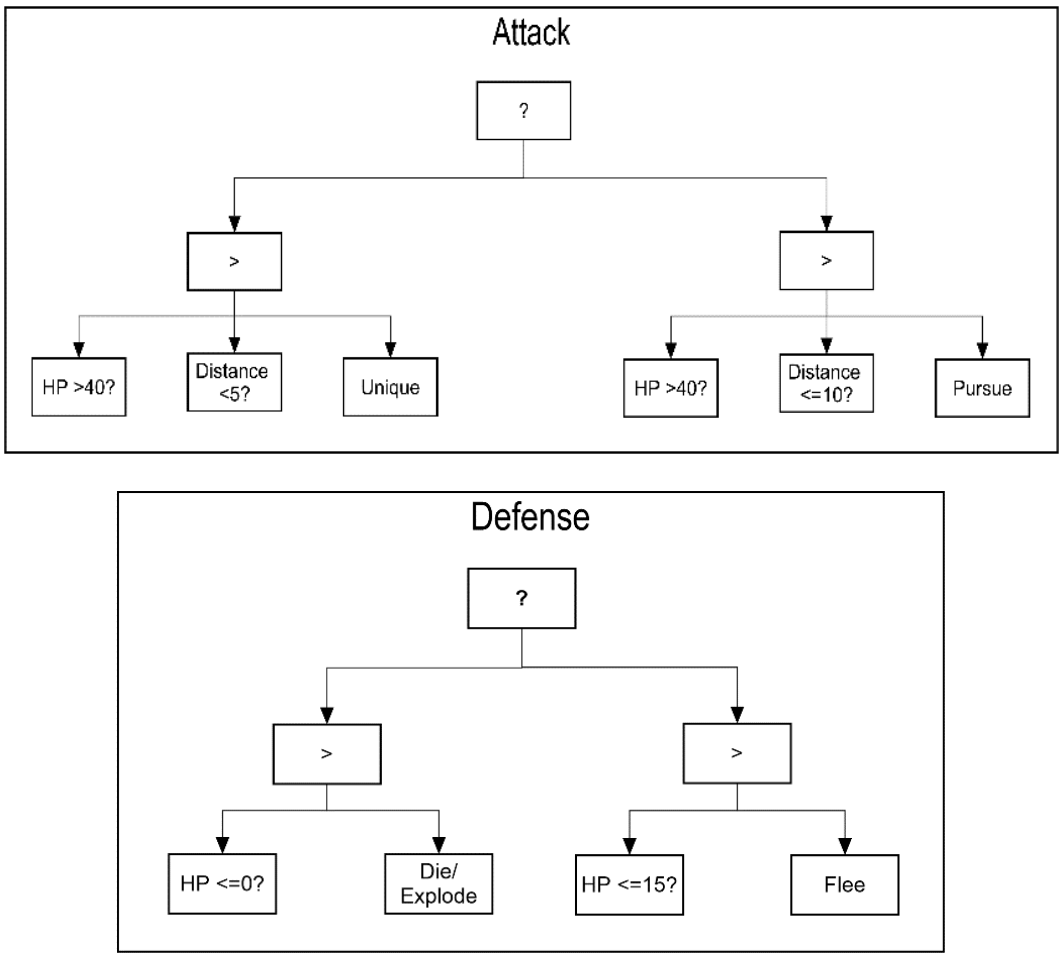
Berikut ini merupakan beberapa perilaku/task yang diterapkan pada NPC:

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

1. *Patrol*, adalah perilaku dimana NPC akan melakukan *action patroli*. Apabila jarak NPC menuju player lebih dari atau sama dengan 10.
2. *Pursue*, adalah perilaku dimana NPC mengejar target player dan menyerangnya. Apabila jarak NPC menuju player kurang dari atau sama dengan 10, dengan HP NPC lebih dari 40
3. *Flee*, adalah perilaku dimana NPC akan melarikan diri dari player. Task ini bekerja apabila HP NPC kurang dari 15
4. *Unique Skill*, adalah perilaku dimana NPC melakukan serangan terhadap player berupa lemparan granat ke arah player. Task ini bekerja apabila jarak NPC kurang dari 5.
5. *Explode*, adalah perilaku dimana NPC meledakkan diri dengan jarak radius 10. Task ini bekerja apabila HP NPC kurang dari atau sama dengan 0.



***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal



Gambar 2. 1 Behavior NPC dalam bentuk *Behavior tree*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil dan pembahasan penelitian serta gambaran Algoritma *Behavior tree* yang sudah dibuat sebelumnya. Berikut pembahasan nya:

3.1. Spesifikasi produk

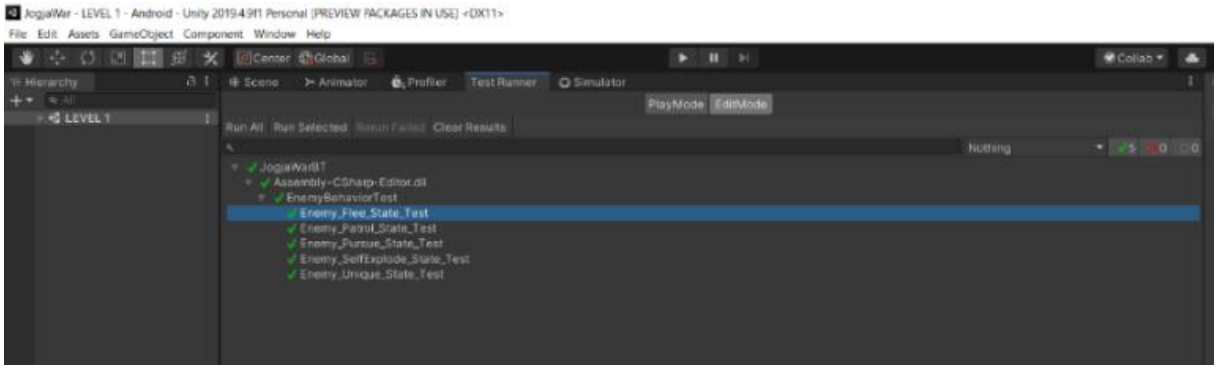
Berikut merupakan spesifikasi dari produk yang telah dibuat sebelum dilakukan ujicoba terhadap produk:

1. Produk yang dibuat adalah sebuah game action side Scroller yang sudah dikemas dalam bentuk .apk
2. Produk dapat dimainkan tanpa terhubung dengan koneksi Internet
3. Produk memiliki size data sebesar 24MB saat masih dalam kemasan apk, dan memiliki size sebesar 48MB setelah diinstal

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

3.2. Pengujian Unit Testing

Pengujian Unit testing ini berlangsung menggunakan Test Runner yang ada pada unity. Unity test runner merupakan tools yang menguji kode dari target, pada pengujian kali ini target pengujian adalah setiap Perilaku NPC.
Berikut hasil test runner yang telah dilakukan:

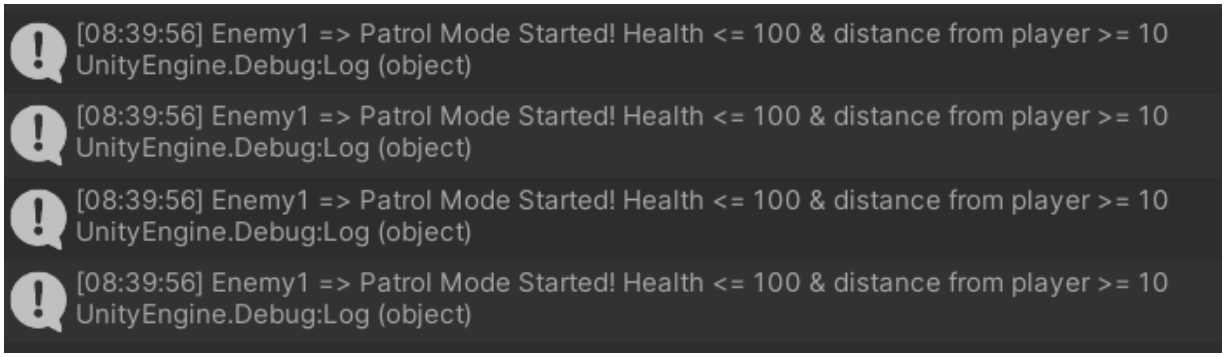


Gambar 3. 1 Hasil Pengujian Unit test

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa setiap unit yang diuji sudah dapat berjalan sebagaimana mestinya.

3.3. Uji Output Perilaku

Pengujian kesesuaian perilaku langsung menggunakan console log pada unity. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah output yang dikeluarkan NPC sudah sesuai dengan *behavior tree* yang sudah dibuat.



Gambar 3. 2 Hasil Uji Console Log

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

Berikut ini adalah tabel dari perilaku/task yang dihasilkan oleh Algoritma *Behavior tree* yang sudah dilakukan.

Tabel 1. Uji Output Perilaku NPC

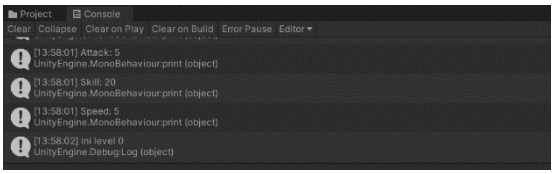
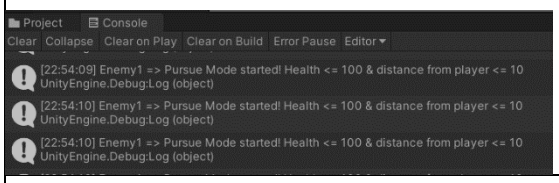
No	HP	Jarak ke Player	Perilaku
1	<= 100	>=10	Patrol
2	<= 100	<=10	Pursue
3	<=100	<=5	Unique
4	<= 40	<=15	flee
5	<=0	<=10	Explode

Dengan pengujian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa output perilaku yang dikeluarkan NPC sudah sesuai dengan behavior yang sudah dibuat sebelumnya.

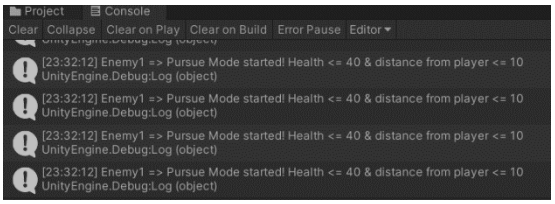
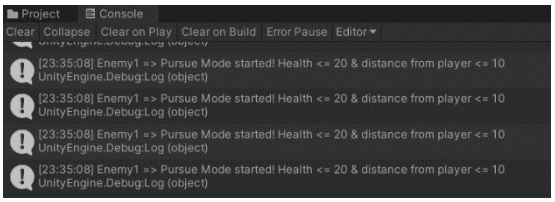
3.4. Uji Skenario

Uji skenario dilakukan untuk melihat perbedaan software ketika sebelum menerapkan Algoritma *Behavior tree* dan setelah menerapkan algoritma *behavior tree*.

Tabel 2, Sebelum menerapkan algoritma *Behavior tree*

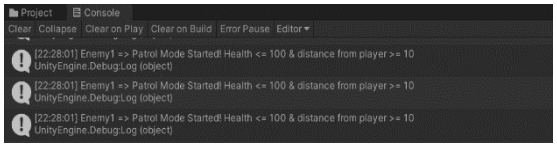
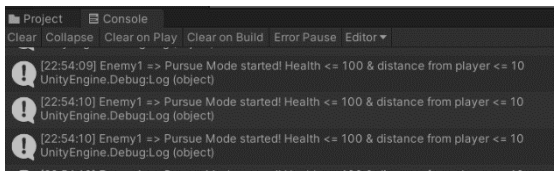
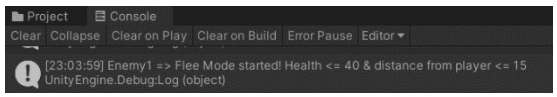
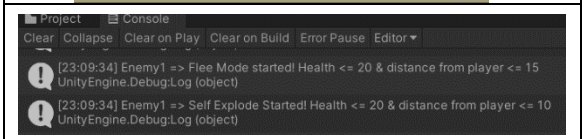
Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Player berada di luar jangkauan NPC dengan jarak >=10	NPC berpatroli pada area yang sudah ditentukan	 	Tidak Valid
Player Berada pada jarak <=10 dari NPC	NPC Melakukan action “Pursue” Menyerang	 	Valid
Darah NPC berkurang <=40, dan jarak dengan Player <=15	NPC Melakukan action “Flee” untuk		Tidak Valid

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

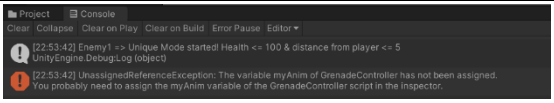
	melarikan diri dari player		
Darah NPC <=20 dan radius NPC dengan player sejauh <=10	NPC akan meledakkan diri (Self Explode)	 	Tidak Valid
NPC berada pada jarak <=5 dari Player	NPC melakukan Action Unique, berupa lemparan granat	 	Tidak Valid

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

Tabel 3. Setelah menerapkan Algoritma *Behavior tree*

Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Player berada di luar jangkauan NPC dengan jarak >=10	NPC berpatroli pada area yang sudah ditentukan	 	Valid
Player Berada pada jarak <=10 dari NPC	NPC Melakukan action “Pursue” Menyerang	 	Valid
Darah NPC berkurang <=40, dan jarak dengan Player <=15	NPC Melakukan action “Flee” untuk melarikan diri dari player	 	Valid
Darah NPC <=20 dan radius NPC dengan player sejauh <=10	NPC akan meledakkan diri (Self Explode)	 	Valid
NPC berada pada jarak <=5 dari Player	NPC melakukan Action Unique, berupa lemparan granat		Valid

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

3.5. Pengujian Pertama User Acceptance Test (UAT)

Berikut hasil dari data yang telah diperoleh dari Uji Pertama ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Pertama UAT

No	Pernyataan	Jawaban					Persentase	Total Persentase
		STS	TS	CS	S	SS		
1	*Menu* yang ada pada *game* ini lengkap dan sesuai?			1	7	2	82%	74%
2	Tampilan interfaces yang ada pada *game* ini nyaman untuk dilihat?			6	4		68%	
3	Tombol kontrol untuk bergerak dan melakukan aksi terhadap karakter terletak dengan presisi dan mudah untuk di tekan?			4	6		72%	
4	Efek suara yang ada di menu terasa pas dan nyaman untuk didengar?			4	6		72%	71%
5	Efek suara ketika karakter melakukan aksi terdengar bagus dan sesuai dengan aksi yang dilakukan?			5	5		70%	
6	Obstacle atau rintangan yang terdapat di dalam permainan terasa menantang		1	5	4		66%	52,5%
7	Pertarungan pada *game* ini ketika bertarung melawan musuh terasa seru			4	6		72%	
8	Perilaku NPC yang digunakan oleh musuh susah untuk di tebak	1	8	1			40%	
9	Damage atau kerusakan yang dihasilkan antara karakter dan musuh yang ada di level adalah balance atau seimbang	4	6				32%	

Dari paparan diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai persentase dari aspek UI & UX mendapatkan 74% dan SFX & BGM mendapatkan nilai 71%, sedangkan dari aspek Tingkat kesulitan mendapat nilai persentase yang cukup rendah, dimana hanya 52,5% saja dan akan dilakukan perbaikan.

Namun karena data yang baru masuk hanya sebatas sampel data yakni hanya diambil dari 10 orang saja, maka masih belum bisa dijadikan sebagai kesimpulan akhir, sehingga pengambilan data akan dilakukan kembali dengan subjek yang lebih banyak serta sudah diperbaiki terlebih dahulu. Pada Pengujian Pertama ini, peneliti belum menerapkan algoritma *Behavior tree* pada NPC.

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

3.6. Pengujian Kedua User Acceptance Test (UAT)

Berikut hasil dari data yang telah diperoleh dari Uji kedua ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Kedua UAT

No	Pernyataan	Jawaban					Persentase	Total Persentase
		STS	TS	CS	S	SS		
1	*Menu* yang ada pada *game* ini lengkap dan sesuai?			4	12	4	80%	75,3%
2	Tampilan interfaces yang ada pada *game* ini nyaman untuk dilihat?		1	9	10		69%	
3	Tombol kontrol untuk bergerak dan melakukan aksi terhadap karakter terletak dengan presisi dan mudah untuk di tekan?		1	5	10	4	77%	
4	Efek suara yang ada di menu terasa pas dan nyaman untuk didengar?			11	9		69%	70%
5	Efek suara ketika karakter melakukan aksi terdengar bagus dan sesuai dengan aksi yang dilakukan?		1	8	10	1	71%	
6	Obstacle atau rintangan yang terdapat di dalam permainan terasa menantang			6	10	4	78%	74,8%
7	Pertarungan pada *game* ini ketika bertarung melawan musuh terasa seru			3	16	1	78%	
8	Perilaku NPC yang digunakan oleh musuh susah untuk di tebak			7	13		73%	
9	Damage atau kerusakan yang dihasilkan antara karakter dan musuh yang ada di level adalah balance atau seimbang		1	14	5		64%	
10	Penggunaan *Behavior tree* pada perilaku *NPC* dapat menambah tantangan bermain pada *game* ini			6	7	7	81%	

Dari paparan diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai persentase dari aspek UI & UX mendapatkan 75,3% dan SFX & BGM mendapatkan nilai 70%, sedangkan dari aspek Tingkat kesulitan mendapat sudah mendapat nilai yang cukup baik yakni 74%.

Namun karena data yang baru masuk hanya sebatas sampel data yakni hanya diambil dari 20 orang saja, maka masih belum bisa dijadikan sebagai kesimpulan akhir, sehingga pengambilan data akan dilakukan kembali dengan subjek yang lebih banyak serta sudah diperbaiki terlebih dahulu. Pada Pengujian Kedua ini, Peneliti telah menerapkan Algoritma *Behavior tree* pada NPC.

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

3.7. Pengujian Ketiga User Acceptance Test (UAT)

Berikut hasil dari data yang telah diperoleh dari Uji ketiga ini:

Tabel 6. Hasil Pengujian Ketiga UAT

No	Pernyataan	Jawaban					Persentase	Total Persentase
		STS	TS	CS	S	SS		
1	*Menu* yang ada pada *game* ini lengkap dan sesuai?			2	50	28	86,5%	84,91%
2	Tampilan interfaces yang ada pada *game* ini nyaman untuk dilihat?		1	13	42	24	82,25%	
3	Tombol kontrol untuk bergerak dan melakukan aksi terhadap karakter terletak dengan presisi dan mudah untuk di tekan?			3	50	27	86%	
4	Efek suara yang ada di menu terasa pas dan nyaman untuk didengar?			10	55	15	81,25%	80,8%
5	Efek suara ketika karakter melakukan aksi terdengar bagus dan sesuai dengan aksi yang dilakukan?			16	46	18	80,5%	
6	Obstacle atau rintangan yang terdapat di dalam permainan terasa menantang			5	45	30	86,25%	86,45%
7	Pertarungan pada *game* ini ketika bertarung melawan musuh terasa seru			2	50	28	86,5%	
8	Perilaku NPC yang digunakan oleh musuh susah untuk di tebak			4	53	23	84,75%	
9	Damage atau kerusakan yang dihasilkan antara karakter dan musuh yang ada di level adalah balance atau seimbang			11	39	30	84,75%	
10	Penggunaan *Behavior tree* pada perilaku *NPC* dapat menambah tantangan bermain pada *game* ini			1	38	41	90%	

Dari paparan diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai persentase dari aspek UI & UX mendapatkan 84,91% dan SFX & BGM mendapatkan nilai 80,8%, sedangkan dari aspek Tingkat kesulitan juga mendapat sudah mendapat nilai yang baik yakni 86,45%.
Pengujian Ketiga merupakan pengujian final yang dilakukan oleh peneliti dengan jumlah responden sebanyak 80.

***e-issn :* 2615-6474**
p-issn : 2620-3804
URL : https://jurnal.machung.ac.id/index.php/kurawal

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengembangan yang telah diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Behavior tree* dapat membuat perilaku NPC menjadi adaptif dalam situasi tertentu, dengan menggunakan input berupa HP dan jarak. Memberikan output berupa pilihan task/perilaku, di antaranya seperti *patroli*, *pursue*, *flee*, *Unique skill* dan *explode*. Dimana dengan algoritma *behavior tree* dapat secara langsung mengontrol perilaku/task dari NPC.
2. Penerapan algoritma *behavior tree* berpengaruh terhadap meningkatnya nilai persentase pada aspek Tingkat Kesulitan. Hasil tersebut dapat dilihat pada hasil dari masing-masing penelitian.
3. Kelengkapan menu serta perbaikan *bug* yang terdapat pada *game* berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh pada persentase aspek UI & UX dan aspek SFX & BGM. Hasil tersebut dapat dilihat pada hasil dari masing-masing penelitian.

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka disarankan beberapa hal tersebut:

1. Diharapkan kepada pengembang selanjutnya untuk menambahkan fitur-fitur dan perilaku behavior pada *game* yang beragam agar pemain tidak cepat bosan.
2. Diharapkan kepada pengembang selanjutnya untuk menambahkan level pada *game* ini agar jalan cerita yang ada pada *game* dapat terus berlanjut.

5. REFERENSI

[1] Chang, K., & Zhu, D. (2017). *Hierarchical Finite State Machine (HFSM) Problems of FSM possible Transitions*.

[2] Colledanchise, M. and Ögren, P. (2017). *Behavior tree*s in Robotics and AI: An Introduction. *International Journal of Automation and Computing*.

[3] Mcgee Kevin & Abraham. (2010). Computational intelligence and games: Challenges and opportunities. *International Journal of Automation and Computing*, *5*(1), 45–57.

[4] Sekhavat, Y. A. (2017). *Behavior tree*s for Computer Games. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, *26*(2), 1–28. https://doi.org/10.1142/S0218213017300010