

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
HALAMAN MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Kecerdasan Buatan (AI) dalam Gim	11
2.2.2 Pendekatan-Pendekatan AI dalam Gim	15
2.2.3 <i>Unreal Engine</i> sebagai Platform Implementasi AI dalam Gim	18
2.2.4 Metrik-metrik Perbandingan FSM dan BT	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Bahan	24
3.2 Peralatan	27
3.2.1 Perangkat Keras	27
3.2.2 Perangkat Lunak	28
3.3 Tahapan Proyek Akhir	28
3.4 Studi Literatur	30
3.5 Perancangan Alur Perilaku AI <i>Zombie</i>	30
3.5.1 Rancangan Alur Perilaku AI <i>Zombie</i> Bab 1	30
3.5.2 Rancangan Alur Perilaku AI <i>Zombie</i> Bab 2	32
3.5.3 Rancangan Alur Perilaku AI <i>Zombie</i> Bab 3	37

3.6	Tahap Ujicoba Banding FSM dengan BT	39
3.6.1	Persiapan Lingkungan Ujicoba	39
3.6.2	Tools dan Framework	41
3.6.3	Merancang Perilaku AI untuk Ujicoba	42
3.6.4	Pengembangan Perilaku AI dan <i>Dummy</i> pada Lingkungan Ujicoba	43
3.6.5	Pengembangan <i>Dummy</i> untuk Ujicoba	43
3.6.6	Pengembangan Objek Tambahan dalam Lingkungan Ujicoba . .	47
3.6.7	Pengembangan Perilaku AI Ujicoba dengan FSM	55
3.6.8	Pengembangan Perilaku AI Ujicoba dengan BT	62
3.6.9	Hasil Perbandingan antara Metode FSM dengan BT	75
3.7	Tahap Pengembangan	75
3.7.1	Pengembangan <i>Node</i> AI <i>Zombie</i>	75
3.7.2	Pengembangan Struktur AI <i>Zombie</i>	75
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	76
4.1	Hasil Ujicoba Perbandingan antara Metode FSM dengan BT	76
4.1.1	Hasil Pengujian Reaktivitas BT dengan FSM	76
4.1.2	Hasil Pengujian Performa BT dengan FSM	84
4.1.3	Hasil Pengujian Skalabilitas BT dengan FSM	88
4.1.4	Hasil Akhir Perbandingan Metode FSM dengan BT	91
4.2	Hasil Pembuatan <i>Node</i> Perilaku <i>Zombie</i>	91
4.2.1	Implementasi Kode Aktivasi AI <i>Zombie</i>	91
4.2.2	Implementasi Kode Perilaku AI <i>Zombie</i>	96
4.3	Hasil <i>Behaviour Tree</i> <i>Zombie</i>	113
4.3.1	Struktur <i>Behavior Tree</i> <i>Zombie</i> pada Bab 1	113
4.3.2	Struktur <i>Behavior Tree</i> <i>Zombie</i> pada Bab 2	118
4.3.3	Struktur <i>Behavior Tree</i> <i>Zombie</i> pada Bab 3	123
4.3.4	Kesesuaian Metode yang Terpilih dengan Kebutuhan dalam Gim	125
BAB 5	PENUTUP	127
5.1	Kesimpulan	127
5.2	Saran	127
	DAFTAR PUSTAKA	128
	LAMPIRAN	L - 1
	Lampiran 1. <i>Model zombie</i> yang digunakan dalam Ganyang Setan Alas! The Game!	L - 1
	Lampiran 2. Bab 1 atau <i>level</i> 1 pada gim Ganyang Setan Alas! The Game! ketika dimainkan	L - 1

Lampiran 3. Bab 2 atau <i>level</i> 2 pada gim Ganyang Setan Alas! The Game! ketika dimainkan	L - 2
Lampiran 4. Bab 3 atau <i>level</i> 3 pada gim Ganyang Setan Alas! The Game! ketika dimainkan	L - 2
Lampiran 5. Keseluruhan data penggunaan CPU dan <i>memory</i> ketika ujicoba performa	L - 3

DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh Struktur FSM.....	16
2.2	Contoh Struktur BT beserta alur eksekusinya	17
2.3	Contoh <i>blueprint</i> yang digunakan pada <i>Unreal Engine 5.3</i>	19
3.1	Model mixamo.com yang akan digunakan sebagai <i>dummy</i> ujicoba untuk FSM.....	24
3.2	Model mixamo.com yang akan digunakan sebagai <i>dummy</i> ujicoba untuk BT	25
3.3	Model mobil yang akan digunakan sebagai target kejar <i>dummy</i> saat ujicoba	25
3.4	Contoh <i>zombie</i> yang digunakan dalam gim Ganyang Setan Alas! The Game!	26
3.5	<i>Model</i> mobil yang digunakan dalam gim Ganyang Setan Alas! The Game!	27
3.6	Seluruh tahapan yang dilalui dalam pengerjaan proyek akhir	28
3.7	Peta yang digunakan pada bab 1	30
3.8	Perilaku AI <i>zombie</i> bab 1 dalam bentuk <i>flowchart</i>	31
3.9	Potongan peta yang digunakan pada bab 2.....	32
3.10	Bagian peta pada bab 2 tempat pohon terjatuh	33
3.11	Bagian peta pada bab 2 tempat mobil akan terhambat oleh lumpur	33
3.12	Bagian peta pada bab 2 tempat pemain akan menemui <i>zombie</i> RX King.	34
3.13	Letak <i>checkpoint</i> dan titik <i>spawn</i> yang berada di sekitar objek mobil	35
3.14	<i>Flowchart</i> AI <i>zombie</i> ketika bab 2 dalam kondisi normal	35
3.15	<i>Flowchart</i> AI <i>zombie</i> ketika bab 2 ketika pohon terjatuh yang menutupi jalan.....	36
3.16	Bagian <i>loopable cave</i> di bab 3	37
3.17	Bagian goa biasa di bab 3	38
3.18	<i>Flowchart</i> AI <i>zombie</i> pada bab 3.....	39
3.19	Halaman pembuatan lingkungan ujicoba	40
3.20	Lingkungan ujicoba yang akan digunakan	40
3.21	Halaman <i>plugin</i> Logic Driver Lite	41
3.22	Instalasi <i>plugin</i> Logic Driver Lite	42
3.23	Pengaktifan <i>plugin</i> Logic Driver Lite	42
3.24	Perilaku AI yang digunakan untuk membandingkan metode FSM dengan BT	43

3.25	<i>Dummy</i> yang merepresentasikan perilaku AI yang dikembangkan menggunakan metode BT	44
3.26	Setelan model yang diunduh dari website mixamo.com	44
3.27	Setelan model yang diimport ke <i>Unreal Engine</i>	45
3.28	Hasil <i>import</i> model ke <i>Unreal Engine</i>	45
3.29	Menambahkan kelas baru untuk <i>dummy</i>	46
3.30	Kelas <i>dummy</i> yang dihasilkan	47
3.31	Hasil pembuatan kelas <i>triggerbox</i>	48
3.32	Struktur kelas BP_TriggerBox	48
3.33	Tampak keseluruhan kelas BP_TriggerBox	49
3.34	Variabel-variabel yang digunakan pada kelas BP_TriggerBox	49
3.35	Kode yang menangani kejadian objek melewati <i>box collision</i> melalui <i>node ActorBeginOverlap</i>	50
3.36	Kode yang menangani perubahan <i>state</i> dalam <i>dummy</i>	51
3.37	Kode yang memeriksa kelas <i>dummy</i> sebelum mengubah kecepatan <i>dummy</i>	52
3.38	Kode yang berperan merubah kecepatan pada <i>dummy</i>	52
3.39	Kode yang berperan merubah kecepatan objek target	53
3.40	<i>Model</i> mobil yang digunakan dari laman fab.com	53
3.41	Pengunduhan <i>model</i> mobil	54
3.42	File hasil <i>import</i> file .glb ke dalam <i>Unreal Engine</i>	54
3.43	Struktur kelas target pengejaran <i>dummy</i>	55
3.44	Kode pergerakan kelas target	55
3.45	Menambahkan <i>file</i> FSM di <i>Unreal Engine</i>	56
3.46	<i>File</i> FSM yang dihasilkan di <i>Unreal Engine</i>	56
3.47	Sistem aktivasi FSM pada <i>Dummy</i>	56
3.48	Struktur FSM ujicoba yang dikembangkan	57
3.49	Variabel yang digunakan pada FSM ujicoba	58
3.50	Kode pada <i>node Initial State</i>	59
3.51	Kode pada <i>node MoveToCar</i>	60
3.52	Kode pada <i>node Attack</i> FSM	61
3.53	Kode pada <i>node ThrowProjectile</i> FSM	61
3.54	Kode pada <i>node Crawling</i> FSM	62
3.55	Proses menambahkan kelas AIController	62
3.56	Proses pembuatan BT dan <i>blackboard</i>	63
3.57	Hasil pembuatan BT, <i>blackboard</i> dan AIController	63
3.58	Proses menetapkan kelas AIController pada BT <i>dummy</i>	64
3.59	Kode yang mengaktifkan sistem BT pada <i>dummy</i>	64

3.60	Struktur BT <i>dummy</i> yang dikembangkan.....	65
3.61	<i>Blackboard key</i> yang digunakan pada BT ujicoba.....	65
3.62	Kode pada <i>node</i> BTTask_SetTargetKey.....	66
3.63	Kode pada <i>node</i> BTService_CheckCarRange.....	67
3.64	Kode pada <i>node</i> BTTask_Crawl.....	68
3.65	Kode pada <i>node</i> BTTask_ThrowProjectile.....	68
3.66	Kode pada <i>node</i> BTTask_Attack.....	69
3.67	Tampak depan lingkungan ujicoba yang digunakan untuk menguji reaktifitas <i>dummy</i>	70
3.68	Tampak samping lingkungan ujicoba yang digunakan untuk menguji reaktifitas <i>dummy</i>	71
3.69	Letak kotak penghubung dibawah lingkungan ujicoba sebelum <i>dummy</i> melewati <i>TriggerBox</i> pemicu.....	72
3.70	Tampak lingkungan ujicoba setelah kotak penghubung naik untuk menghubungkan area navigasi untuk <i>dummy</i>	72
3.71	Tampak samping lingkungan ujicoba setelah kotak penghubung naik untuk menghubungkan area navigasi untuk <i>dummy</i>	73
3.72	Tampak samping lingkungan ujicoba yang digunakan untuk menguji performa <i>dummy</i>	74
3.73	Tampak atas lingkungan ujicoba yang digunakan untuk menguji performa <i>dummy</i>	74
4.1	Awal Ujicoba Reaktivitas.....	76
4.2	Perubahan pada area navigasi untuk <i>dummy</i> yang ditandai dengan zona warna merah.....	77
4.3	Tampak atas ketika <i>dummy</i> mengalami kegagalan karena target berada di luar area yang dapat dinavigasi oleh <i>dummy</i>	78
4.4	Tampak depan ketika <i>dummy</i> mengalami kegagalan karena target berada di luar area yang dapat dinavigasi oleh <i>dummy</i>	78
4.5	<i>Dummy</i> bergerak kembali mengejar target ketika area navigasi telah terhubung.....	79
4.6	<i>Dummy</i> selesai menyebrang objek yang menghubungi area navigasi yang awalnya terpisah.....	80
4.7	Perubahan <i>state dummy</i> menjadi merangkak sebelum menyebrang.....	81
4.8	<i>Dummy</i> berhenti sambil merangkak karena <i>node</i> MoveTo mengalami kegagalan.....	81
4.9	<i>Dummy</i> BT bergerak sambil merangkak dan <i>dummy</i> FSM tersangkut ketika area navigasi sudah terhubung.....	82

4.10	<i>Dummy</i> BT mengejar target kembali setelah area navigasi terhubung dan kembali pada keadaan normal setelah melewati <i>TriggerBox</i>	82
4.11	Penggunaan <i>Unreal Insights</i> untuk memeriksa beban CPU yang digunakan untuk setiap sistem dalam <i>Unreal Engine</i>	84
4.12	Uji Performa pada FSM dan BT di lingkungan ujicoba	85
4.13	Penggunaan CPU oleh FSM dan BT ketika ujicoba performa	86
4.14	Penggunaan <i>memory</i> oleh FSM dan BT ketika ujicoba	87
4.15	Struktur BT <i>dummy</i> sebelum ditambahkan <i>state</i> kosong	88
4.16	Struktur BT <i>dummy</i> setelah ditambahkan <i>state</i> kosong	89
4.17	Struktur BT <i>dummy</i> sebelum ditambahkan <i>state</i> kosong	89
4.18	Struktur BT <i>dummy</i> setelah ditambahkan <i>state</i> kosong	90
4.19	Objek <i>class</i> AI Controller di <i>Unreal Engine</i> 5.3	92
4.20	Objek <i>AI_zombie</i> yang digunakan sebagai wadah aktivasi AI <i>zombie</i>	92
4.21	Penggunaan objek <i>AI_zombie</i> ke dalam <i>zombie</i>	93
4.22	Awal eksekusi AI <i>Controller zombie</i>	93
4.23	<i>Node-node</i> yang dijalankan pada setiap <i>tick</i> pada gim	94
4.24	<i>Node-node</i> lanjutan yang dijalankan pada setiap <i>tick</i> pada gim	94
4.25	<i>Node-node</i> yang dijalankan ketika <i>zombie</i> tertembak oleh pemain	95
4.26	<i>Blackboard key</i> yang digunakan untuk BT pada bab 1	96
4.27	<i>Node</i> pada <i>BTTask_CheckZombieStatus</i> yang berperan dalam memeriksa <i>status zombie</i>	98
4.28	<i>Node</i> pada <i>BTTask_FindCheckpoint</i> yang berperan memastikan bahwa <i>class zombie</i> sesuai	98
4.29	<i>Node</i> pada <i>BTTask_FindCheckpoint</i> yang berperan mencari <i>checkpoint</i> yang acak	99
4.30	<i>Node</i> pada <i>BTTask_FindCheckpoint</i> yang berperan memberi <i>blackboard key</i> nilai posisi <i>checkpoint</i>	99
4.31	<i>Node</i> pada <i>BTTask_SetBool</i> yang berperan menetapkan nilai <i>key</i> yang bertipe <i>boolean</i>	100
4.32	<i>Node</i> pada <i>BTTask_AttackPosition</i> yang berperan memeriksa kelas objek <i>zombie</i>	100
4.33	<i>Node</i> pada <i>BTTask_AttackPosition</i>	101
4.34	<i>Node</i> pada <i>BTTask_AttackPosition</i>	101
4.35	<i>Node</i> pada <i>BTTask_AttackPosition</i>	102
4.36	<i>Node</i> pada <i>BTService_PlayerInRange</i> yang digunakan untuk mendapatkan refrence <i>zombie</i>	102

4.37	<i>Node</i> pada <i>BTService_CheckRangeCheckpoint</i> yang digunakan untuk memeriksa jarak serta menetapkan nilai-nilai variabel	103
4.38	<i>Blackboard key</i> yang digunakan untuk BT pada bab 2	103
4.39	Titik serang pada mobil	105
4.40	<i>Blueprint</i> yang berperan memeriksa status keaktifan <i>zombie</i>	105
4.41	Pencarian referensi mobil beserta titik serangnya untuk bab 2	106
4.42	Pencarian referensi mobil beserta titik serangnya untuk bab 3	106
4.43	<i>Node</i> yang digunakan untuk menentukan apakah <i>zombie</i> perlu mengejar <i>checkpoint</i>	107
4.44	<i>Node</i> yang digunakan untuk menghitung jarak <i>zombie</i> dengan mobil	108
4.45	<i>Node</i> yang digunakan untuk mengurangi <i>health point</i> mobil	108
4.46	<i>Node-node blueprint</i> pada <i>BTask_AttackCarStuckOnMud</i>	109
4.47	Lanjutan <i>node-node blueprint</i> pada <i>BTask_AttackCarStuckOnMud</i>	110
4.48	<i>Node</i> pemeriksaan variabel pada <i>BTask_AttackCarWhenTreeIsFallen</i> ..	111
4.49	<i>Node</i> menyerang dan mengurangi <i>health point</i> pada <i>BTask_AttackCarWhenTreeIsFallen</i>	111
4.50	<i>Blackboard key</i> yang digunakan untuk BT pada bab 3	112
4.51	Keseluruhan struktur BT <i>zombie</i> pada bab 1	113
4.52	<i>Subtree</i> yang berperan untuk memeriksa <i>status zombie</i> pada bab 1	114
4.53	<i>Subtree</i> yang berperan untuk mencari dan bergerak menuju <i>Checkpoint</i> awal	115
4.54	<i>Subtree</i> yang berperan untuk mencari dan bergerak menuju <i>Checkpoint</i> akhir	116
4.55	<i>Subtree</i> yang berperan menyerang pemain ketika sudah sampai di <i>checkpoint</i> akhir	117
4.56	Keseluruhan struktur <i>Behavior Tree</i> pada bab 2	118
4.57	<i>Subtree</i> yang berperan untuk memeriksa <i>status zombie</i> pada bab 2	119
4.58	<i>Subtree</i> yang dijalankan secara <i>default</i> di bab 2	120
4.59	<i>Subtree</i> yang dijalankan ketika pohon terjatuh di bab 2	121
4.60	<i>Subtree</i> yang dijalankan ketika mobil terhambat oleh lumpur di bab 2 ...	122
4.61	Keseluruhan struktur <i>Behavior Tree</i> pada bab 3	123
4.62	<i>Subtree</i> yang berperan memeriksa status <i>zombie</i> pada bab 3	124
4.63	<i>Subtree</i> yang berperan mengejar dan menyerang pemain pada bab 3	125

DAFTAR TABEL

2.1	Rangkuman tinjauan pustaka penelitian yang membandingkan FSM dan BT	7
2.2	Rangkuman tinjauan pustaka penelitian yang mengembangkan AI NPC dengan FSM atau BT	11
2.3	Jenis <i>node</i> yang digunakan dalam pengembangan AI NPC beserta perannya	21
3.1	Penjelasan variabel-variabel yang digunakan pada kelas TriggerBox	50
3.2	Peran variabel pada FSM ujicoba	58
3.3	Aturan transisi pada setiap <i>edge</i> pada FSM ujicoba	59
3.4	Tipe data dan fungsi setiap <i>blackboard key</i> pada BT bab 1	66
4.1	Jumlah <i>node</i> dan <i>edge</i> sebelum ditambahkan <i>state</i> baru	90
4.2	Jumlah <i>node</i> dan <i>edge</i> setelah ditambahkan <i>state</i> baru	90
4.3	Tipe data dan fungsi setiap <i>blackboard key</i> pada BT bab 1	97
4.4	Tipe data dan fungsi setiap <i>blackboard key</i> pada BT bab 2	104
4.5	Tipe data dan fungsi setiap <i>blackboard key</i> pada BT bab 3	113