



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Dasar AI

Menurut Russell (2009) *Artificial Intelligence* atau kepintaran buatan dapat didefinisikan dalam 4 kategori, yaitu :

1. Sistem yang berpikir seperti manusia
 - a) Suatu usaha untuk membuat komputer berpikir (*machines with minds*) dengan akal.
 - b) Otomasi dari aktivitas yang dikaitkan dengan pemikiran manusia, aktivitas tersebut mencakup pengambilan keputusan, penyelesaian masalah, dan pembelajaran.

2. Sistem yang berperilaku seperti manusia
 - a) Merupakan seni menciptakan mesin yang dapat menjalankan fungsi yang membutuhkan kepintaran manusia.
 - b) Ilmu yang mempelajari untuk membuat komputer melakukan hal yang sebaiknya dilakukan manusia.

3. Sistem yang berpikir secara rasional

- a) Ilmu yang mempelajari kemampuan mental melalui penggunaan *model* komputer.
- b) Ilmu komputer yang membuat komputer mampu melihat, berpikir, dan bertindak.

4. Sistem yang bertindak secara rasional

- a) Ilmu yang menjelaskan dan memperagakan kepintaran manusia melalui pemrosesan komputer.
- b) Cabang dari ilmu komputer yang terus berkembang untuk menciptakan otomasi dari kepintaran manusia.

2.2. *Machine Learning*

Machine learning merupakan suatu bidang dalam ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat sebuah komputer memiliki kemampuan untuk belajar tanpa melakukan pemrograman secara eksplisit (Marshall, 2015). *Machine Learning* merupakan perkembangan dari ilmu *pattern recognition* dan teori pada *computer artificial intelligence*. *Machine Learning* memiliki beberapa pendekatan, diantaranya ialah:

1. *Decision tree learning*
2. *Association rule learning*
3. *Artificial neural network*

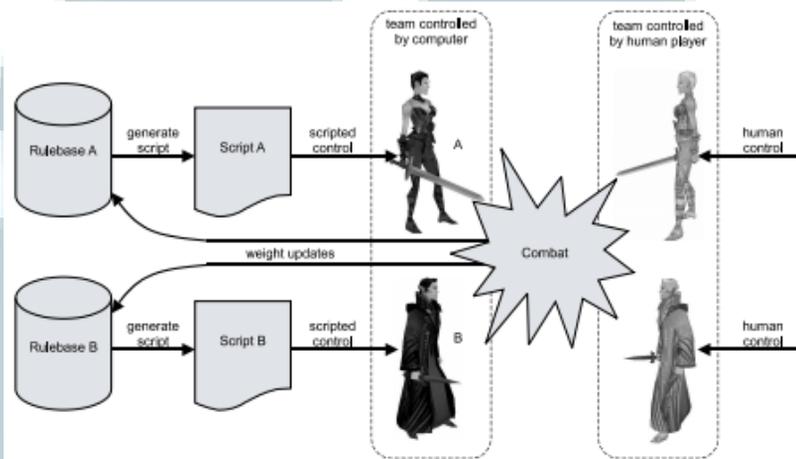
4. *Deep learning*
5. *Inductive logic programming*
6. *Support vector machine*
7. *Genetic Algorithm*
8. *Bayesian networks*
9. *Rule-based machine learning*
10. *Reinforcement learning*

2.3. *Dynamic Scripting*

Dynamic scripting merupakan suatu metode pengembangan *AI* yang masuk ke dalam kategori *rule-based machine learning*. Dengan metode ini *AI* mampu belajar dan berkembang untuk mengeluarkan aksi yang variatif sesuai dengan kondisi yang dihadapinya seiring dengan berlangsungnya permainan.

Dynamic scripting ini bekerja dengan menggunakan *rulebase* yang isinya adalah potongan-pontongan perintah untuk melakukan suatu aksi beserta kondisinya untuk mengaktifkan aksi itu. Aksi-aksi dari dalam *rulebase* itu nantinya akan diekstrak dan disusun menjadi suatu *script* yang dinamis. *Script* itu akan memberikan nilai kembalian berupa *weight* untuk menilai berhasil atau tidaknya aksi yang dilakukan. Jika aksi yang dilakukan oleh *AI* gagal sesuai dengan parameter yang ditentukan maka akan di *punish* sehingga mengurangi frekuensi penggunaan aksi pada kondisi tersebut, sebaliknya jika berhasil

memenuhi parameter maka akan diberikan *reward* sehingga frekuensi *AI* melakukan aksi tersebut akan lebih tinggi untuk memenangkan pertandingan. Nilai *weight* tersebut akan di-*update* seiring dengan berjalannya pertempuran yang terjadi dan disimpan di dalam *rulebase*.



Gambar 2.1. Dynamic Scripting

Sumber : (Spronck, Ponsen, Kuyper, dan Postma, 2006)

2.4. *Video Games*

Video games merupakan sebuah *game* yang dimainkan dengan menggunakan perangkat elektronik lengkap dengan *visual*, *audio*, dan *user interface* untuk dapat berinteraksi. *Game* sendiri merupakan aktivitas yang dimana di dalamnya terdapat satu atau lebih pemain yang aktivitasnya dibatasi oleh aturan-aturan, dan tujuan buatan yang nantinya diselesaikan untuk mendapatkan hasil akhir.

Industri *Video games* sendiri sudah berjalan lebih dari 30 tahun. Dalam perkembangannya *video games* muncul dengan banyak bentuk yang unik yang

diklasifikasikan ke dalam tipe-tipe. Masing-masing tipe memiliki cara bermain yang unik dan tujuan yang berbeda. Meskipun begitu pengklasifikasian *video games* tidak terbatas dalam satu tipe saja, ia dapat memiliki satu atau lebih tipe. Tipe-tipe yang berkembang di dalam *video games* sampai sekarang diantaranya :

1. Action

Merupakan *game* yang menitik beratkan pada atraksi aksi-aksi sebagai daya tarik utamanya. *Game* dengan tipe ini memiliki kejadian-kejadian yang berlangsung cepat di dalamnya sehingga menuntut reflek dari pemain. Contoh : *Metal Gear Solid*.

2. Adventure

Game yang menawarkan eksplorasi dan penyelesaian *puzzle* sebagai daya tarik utama. *Game* bertipe ini biasanya menghadirkan cerita yang kaya, dan lingkungan yang luas. *Game* ini menuntut pemain untuk kreatif, dan menumbuhkan rasa ingin menjelajah. Contoh : *Uncharted, Tomb Raider*.

3. Strategy

Game ini berfokus pada pemecahan masalah dan pemikiran taktik untuk dapat menyelesaikannya. *Game strategy* pada awalnya tidak mengandalkan kekayaan cerita untuk menambah daya tariknya (contoh : *Civilization, Sim Games*), tetapi modern ini *game strategy* sudah mulai memasukkan alur cerita yang kompleks untuk

menambah daya tariknya. Contoh : *Warcraft, Starcraft, Warhammer.*

4. Puzzle

Fitur utama *game* ini adalah penyelesaian *puzzle*. Biasanya *game* tipe ini dikembangkan dengan budget yang rendah dan banyak di temui sebagai *web games*, dan *mobile games*. Contoh : *Tetris.*

5. Role Playing

Game yang menawarkan keleluasaan untuk membangun karakternya sebagai fitur utamanya. *Game* ini memiliki manajemen karakter dan waktu permainannya panjang jika dibandingkan dengan *game* lain. Biasanya manajemen karakter dilakukan setiap kenaikan *level* karakter tersebut. Contoh : *World of Warcraft, Final Fantasy, Dota.*

6. Simulation

Elemen *gameplay* utama dari *game* ini adalah kemampuan untuk mensimulasikan situasi dunia nyata. Simulasi ini dapat berupa simulasi balapan, simulasi sepak bola, simulasi mendirikan bisnis, dan lainnya. Contoh : *FIFA 18, Gran Turismo, Tycoon Games.*

2.5. Dota 2

Dota 2 merupakan sebuah *video game free-to-play* yang dikembangkan oleh Valve Corporation. *Game* ini pertama kali diumumkan pada 13 Oktober 2010 dan dirilis sebagai *game free-to-play* pada 09 Juli 2013 untuk *platform* Windows dan 18 Juli untuk *platform* Mac Os serta Linux. *Game* ini merupakan lanjutan dari *mod* yang sangat terkenal di *game* Warcraft III, yaitu *Defense of the Ancient*. Dota 2 masih mengusung tipe *game* yang sama seperti pendahulunya yaitu *game strategy* dengan format *Multiplayer Online Battle Arena* atau biasa disingkat *MOBA* dengan unsur *Role Playing Game (RPG)*.

Pada *game* ini ada dua kubu, yaitu tim *The Radiant*, dan tim *The Dire*. Jumlah maksimal pemain pada masing-masing tim adalah 5 orang, jadi total pemain maksimal dalam satu *game* adalah 10 orang. Misi masing-masing tim adalah menghancurkan *Ancient* musuh di markas mereka. *Ancient* sendiri adalah artefak yang harus dijaga oleh masing-masing tim. Tiap pemain akan mengendalikan satu *hero* sesuai pilihannya. Ada 3 jalur atau biasa disebut *lane* yang dapat digunakan untuk mencapai *Ancient* musuh, yaitu *lane* atas, *lane* tengah, dan *lane* bawah. Di tiap *lane* terdapat 3 *Tower* yang tugasnya adalah menghambat laju pemain untuk mencapai ke markas musuh. Pemain perlu menghancurkan ketiga *Tower* itu terlebih dahulu di tiap *lane* untuk dapat melakukan tekanan di markas musuh. Setelah semua *Tower* hancur pemain dengan timnya harus berhadapan dengan 2 *Tower* lagi dan tim musuh yang bertahan bila *Hero* mereka masih hidup sebagai pertahanan terakhir untuk melindungi *Ancient*-nya. Jika 2 *Tower* terakhir hancur maka pemain dengan

timnya dapat menyerang *Ancient* sampai hancur untuk memenangkan pertandingan.



Gambar 2.2. Dota 2

Sumber: (Dota2, t. thn.)

Tiap pemain di timnya memegang kendali satu *hero* yang telah dipilihnya di awal permainan, tiap-tiap hero memiliki gaya bermain yang unik. Para pemain bertanggung jawab untuk memperkuat *hero*-nya sepanjang permainan berlangsung agar tidak mudah dikalahkan musuh. Untuk memperkuat *Hero* pemain harus mendapatkan sejumlah *experience point* agar naik ke level selanjutnya. Jika naik *level* maka status *hero* juga naik dan pemain dapat meningkatkan *level skill* yang ada di *hero* tersebut. *Skill* ini sangatlah berguna untuk melawan pemain lain. Selain menaikkan *skill* pemain juga dapat membeli *item* untuk meningkatkan status dari *hero*-nya. *Item* dapat dibeli dengan menggunakan *gold*, tiap-tiap *item* memiliki harga yang berbeda. *Experience point* dan *gold* dapat diperoleh dengan melakukan *last hit creep* musuh atau *creep* netral. *Last hit* adalah suatu aksi dalam Dota 2 dimana karakter yang dikontrol

oleh pemain atau *AI* melakukan serangan yang membuat *HP creep* menjadi 0 (*Creep* adalah unit *Non-Playable Character* yang muncul setiap 20 detik untuk memberikan tekanan di tiap *lane*). Cara lainnya adalah dengan menghabisi *Hero* musuh, menghancurkan bangunan musuh seperti *Tower*, dan mengambil *rune* tipe *bounty*. *Rune* sendiri adalah sebuah *power up* yang dapat meningkatkan status atau memberikan *buff*(status tambahan) kepada suatu *hero* secara temporer. Macam-macam *rune* di Dota 2 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Macam-macam *rune*

No.	Nama Rune	Efek
1	<i>Bounty Rune</i>	Memberikan <i>extra gold</i> dan <i>experience point</i>
2	<i>Arcane Rune</i>	Mengurangi waktu <i>cooldown skill</i> dan <i>mana cost</i> dalam menggunakan skill
3	<i>Double Damage</i>	Melipatgandakan kekuatan serangan fisik sebanyak 2 kali
4	<i>Haste Rune</i>	Mempercepat kecepatan jalan <i>hero</i>
5	<i>Illusion Rune</i>	Membuat 2 <i>copy</i> bayangan dari <i>hero</i> dengan status yang diperkecil
6	<i>Invisibility Rune</i>	Membuat <i>hero</i> menjadi transparan dan tidak terlihat oleh musuh dalam 45 detik
7	<i>Regeneration Rune</i>	Meregenerasi <i>health point</i> dan <i>mana hero</i> dalam waktu 17 detik sebanyak 180%

Sumber : (Gamepedia, t. thn.)

Dota 2 memiliki beberapa variasi *mode* permainan, yaitu *all pick*, *turbo mode*, *ranked all pick*, *single draft*, *random draft*, *all random*, *captains mode*, *captains draft*, *least played*, *limited heroes*, *ability draft*, *1v1 solo mid*, *mid only*,

dan *all random deathmatch*. Berikut adalah penjelasan mengenai *mode* permainan tersebut :

1. *All pick*

Mode ini memberikan kebebasan untuk memilih *hero* apa saja yang ingin digunakan oleh pemain. Format *mode* ini adalah 5 lawan 5.

2. *Turbo mode*

Mode ini pada dasarnya sama dengan *all pick* hanya saja *experience point*, dan *gold* yang didapat ditingkatkan, *tower* yang lebih lemah, dan waktu *respawn* (waktu lamanya *hero* untuk hidup kembali setelah dikalahkan). Modifikasi ini ditujukan guna mempercepat laju suatu pertandingan.

3. *Ranked all pick*

Mode all pick dalam pertandingan *ranked*. *Ranked* sendiri merujuk pada pertandingan kompetitif untuk mendapatkan poin sehingga memungkinkan kenaikan *rank* pada pemain. Bedanya dengan *all pick* biasa adalah pada *mode* ini terdapat *banning phase*, yaitu fase untuk melakukan *voting hero* apa saja yang tidak dapat dipilih.

4. *Single draft*

Mode dimana tiap pemain hanya dapat memilih 1 dari 3 *hero* yang disediakan secara acak di masing-masing atribut *strength*, *agility*, dan *intelligence*.

5. *Random draft*

Mode dimana para pemain memilih 50 *hero* untuk dimasukkan ke dalam *draft*, dan nantinya *hero* untuk pemain akan dipilih secara acak.

6. *All random*

Mode dimana *hero* akan dipilih secara acak seluruhnya untuk pemain.

7. *Captain draft*

Mode standar turnamen, dimana ada satu kapten yang mengepalai satu tim yang memilih *hero* untuk teman-temannya.

8. *Least played*

Mode dimana pemain diberi pilihan untuk memainkan *hero* yang terakhir kali dimainkan.

9. *Limited heroes*

Mode dimana pemilihan *hero* dibatasi pada *hero* yang penggunaannya mudah, dan cocok untuk pemula.

10. *Ability draft*

Mode dimana para pemain dapat memilih 3 *skill* normal dan 1 *skill ultimate* untuk para *hero* yang berbeda dari biasanya.

11. *1v1 solo mid*

Mode all pick tetapi hanya *lane* tengah yang aktif, dan dimainkan untuk format 1 lawan 1. Permainan akan berakhir bila salah satu pemain berhasil mengalahkan *hero* lawan sebanyak dua kali atau menghancurkan *tower* pertama milik musuh.

12. *Mid only*

Sama dengan *mode 1v1 solo mid* hanya saja permainan berakhir bila salah satu *ancient* hancur.

Dota 2 dapat dimainkan secara *online* maupun *offline*. Pada *mode offline* Dota 2 dapat dimainkan dengan melawan *AI* dengan berbagai tingkat kesulitan. Ada 5 tingkatan kesulitan pada Dota 2, diantaranya (diurutkan dari termudah sampai tersulit):

1. *Passive*
2. *Easy*
3. *Medium*
4. *Hard*
5. *Unfair*

Tiap-tiap tingkatan memiliki perilaku yang berbeda-beda, seperti adanya penggunaan teknik lanjutan pada *unfair*, dan tidak pada *medium*. Perbedaan diantara kelima tingkat kesulitan tersebut terdapat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbedaan Tingkat Kesulitan

Tingkat Kesulitan	Waktu Reaksi	Menggunakan Item	Menggunakan Skill	Teknik Lanjutan	Cheating
<i>Passive</i>	Tidak bereaksi	X	X	X	X
<i>Easy</i>	200ms	Terbatas	√	X	X
<i>Medium</i>	100ms	√	√	X	X
<i>Hard</i>	50ms	√	√	√	X
<i>Unfair</i>	Reaksi instant	√	√	√	√

Sumber: (Gamepedia, t. thn.)

Dalam mengukur kemampuan para pemainnya, *game* ini menghadirkan point yang disebut sebagai *matchmaking rating* atau biasa disingkat *mmr*. Point *mmr* ini menentukan *ranking* pemain dalam pertandingan *online* dan berlaku dalam jangka waktu 6 bulan sebelum dilakukan *ranking reset*, yaitu membuat point semua pemain menjadi nol kembali. Point *mmr* ini dapat diperoleh jika pemain bermain Dota 2 secara *online* dengan menggunakan *ranked match* untuk bergabung dalam suatu pertandingan. Semakin tinggi point *mmr* yang dimiliki maka akan semakin tinggi pula *ranking* dan kemampuan pemain tersebut bermain Dota 2.

Pada Dota 2, untuk memenangkan pertandingan dibutuhkan kerjasama tim dan koordinasi yang baik serta pemikiran strategi yang matang untuk memperkuat tim secepat mungkin. *Dota 2* juga seringkali masuk dalam turnamen *e-sports* dimana para pemain profesional berkompetisi untuk menunjukkan siapa pemain terbaik, salah satu ajang *e-sports Dota 2* terbesar adalah *The International* yang diselenggarakan tiap tahun dengan jumlah hadiah yang sangat besar.

2.6. Zeus-Dota 2 Hero Unit

Zeus merupakan salah satu *hero* Dota 2 yang dapat dimainkan. Ia masuk ke dalam kategori *Hero* dengan atribut utama *intelligence* yaitu *hero* yang fokus umumnya adalah mengembangkan jumlah *mana* dan *mana regen* yang dimiliki karena banyak *skill-skill* yang aktif dan membutuhkan *mana cost* yang besar. *Mana* sendiri adalah suatu atribut pada semua *hero* yang digunakan untuk mengeluarkan *skill*, jika nilai *mana* mencapai nol maka *hero* tidak dapat mengeluarkan *skill*-nya. Di dalam permainan *Zeus* dapat berperan sebagai *nuker* maupun maupun *semi-carry ganker*. *Nuker* sendiri merujuk pada peran dimana *hero* yang bersangkutan memiliki *skill-skill* aktif dengan *damage* yang besar dan digunakan untuk mem-bombardir dengan tujuan mengurangi *health point* atau *hp* musuh dengan *skill*-nya. Sedangkan *semi-carry ganker* merupakan peran dimana *hero* dituntut untuk memiliki mobilitas yang tinggi di dalam permainan, dan menjadi senjata utama dalam menghabisi tim lawannya.

Zeus seperti *hero* lain pada umumnya memiliki 4 *skill* yang terdiri dari 3 *skill* aktif dan 1 *skill* pasif. *Skill* aktif adalah *skill* yang perlu diaktifkan secara manual oleh pemain dan mengurangi *mana*, sedangkan *skill* pasif merupakan *skill* yang tidak perlu diaktifkan dan tidak mengurangi *mana*. Keempat *Skill* tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Arc lightning*

Skill dimana *Zeus* mengeluarkan listrik yang dapat merambat dari satu *unit* ke *unit* lainnya. *Skill* ini dapat diaktifkan dengan *shortcut keyboard Q*.

2. *Thunderbolt*

Skill dengan *damage* yang cukup besar dimana *Zeus* akan menurunkan petir ke target yang dipilih. *Skill* ini dapat diaktifkan dengan *shortcut keyboard W*.

3. *Static field (skill pasif)*

Skill dimana *Zeus* mengeluarkan skill aktifnya maka ia akan memberikan *damage* juga dalam jumlah kecil di area sekitarnya. *Skill* ini merupakan *skill pasif* oleh karena itu tidak dapat diaktifkan, tetapi aktif dengan sendiri.

4. *Thundergod's wrath*

Ultimate Skill untuk *Zeus thundergod's wrath*, *skill* ini membuat *Zeus* menurunkan petir dengan *damage* yang besar tapi tidak hanya ke satu target, tapi ke seluruh *hero* musuh dimanapun mereka berada dan menunjukkan lokasi mereka sehingga terlihat di peta. *Skill* ini dapat diaktifkan dengan *shortcut keyboard R*.

Pada umumnya *Zeus* bermain di *lane mid* bila berperan sebagai *ganker*, maupun di *lane bawah* bila berperan sebagai *nuker* untuk men-*support carry* pada timnya. *Ganker* merupakan sebutan untuk subjek *hero* yang melakukan *ganking*. *Ganking* adalah pergerakan aktif dari suatu *lane* ke *lane* lain untuk menghampiri

musuh tanpa diketahui dan menyerangnya sehingga anggota tim yang lain di *lane* tersebut dapat melakukan tekanan bahkan menghabisi *hero* musuh tersebut dan menghancurkan *tower*. *Skill arc lightning* sering digunakan untuk mengurangi *hp* musuh karena jarak inisialisasinya cukup jauh dan lebih aman untuk di *lane mid* yang umumnya ditempati oleh *hero* musuh bertipe *range* yang dapat membahayakan *Zeus* sendiri. Untuk bertahan hidup *Zeus* sangat bergantung pada *mana* karena hampir semua *skill*-nya aktif dan membutuhkan *mana* yang cukup besar untuk mengeluarkannya, maka dari itu perlu *item-item* penunjang *mana* untuk awal permainan, sedangkan pada waktu *level* tinggi ia membutuhkan *item* untuk *mana* regen dan menambah *damage skill*-nya.

Dalam permainan Dota 2 dikenal juga tahap-tahap membeli *item*, atau dikenal sebagai *item build*. Semua *hero* memiliki *item build*nya masing-masing, termasuk *Zeus*. Berikut ini adalah *item* yang umumnya digunakan oleh *Zeus* beserta fungsinya :

- *Clarity potion*, yaitu *item* untuk mengisi *mana* sebanyak 150 selama 3 detik.
- *Tango*, yaitu *item* untuk meregenerasi *hp* dengan memakan pohon di sekitar, regenerasi yang didapatkan sebesar 7 point dalam 16 detik.
- *Mantle* dan *circlet*, yaitu *item* penambah status. *Mantle* menambahkan status *intelligence* sebesar 3, dan *circlet* menambahkan status *strength*, *agility*, dan *intelligence* sebanyak 2.

Kedua item ini dapat diupgrade menjadi *null talisman* untuk mendapatkan peningkatan status yang besar di awal pertandingan.

- *Bottle*, yaitu *item* yang digunakan untuk meregenerasi *mana* dan dapat diisi ulang di markas atau dengan mengambil *rune*. Memiliki 3 cas untuk digunakan.
- *Arcane boots*, *item* yang memiliki pasif menambahkan kecepatan jalan dan bila diaktifkan memberikan *mana* instan sebesar 135 poin.
- *Soul ring*, *item* yang mampu memberikan *mana* instan sebesar 150 poin tapi sebagai gantinya kehilangan *hp* sebesar 150 poin.
- *Veil of discord*, *item* yang jika diaktifkan mampu menurunkan resistensi *magic* kepada musuh sebesar 25%.
- *Dagger*, *item* yang jika diaktifkan mampu berpindah tempat secara instan dalam radius 1200 unit. Tidak dapat aktif jika diserang.
- *Force staff*, *item* yang memiliki kemampuan untuk mendorong *hero* sejauh 600 unit, jika diserang tetap dapat diaktifkan.
- *Refresher orb*, *item* yang mampu memberikan regenerasi *mana* yang besar dan bila diaktifkan mampu menghilangkan *cooldown* pada *skill*.
- *Ultimate scepter*, *item* yang memperkuat *skill ultimate Zeus* sehingga memperbesar *output* serangannya.



Gambar 2.3. Zeus Menggunakan Skill Ultimate

Sumber : (Valve, 2012)

Bila berperan sebagai *ganker Zeus* akan melakukan *farming* sampai *level 7*. *Farming* merupakan aktivitas untuk memperoleh dan mengumpulkan sejumlah uang pada suatu permainan setelah itu ia dituntut untuk dapat bergerak ke *lane* lain. *Zeus* diperlukan untuk melakukan *ganking* pada *level 7* karena pada *level* tersebut *Zeus* sudah memiliki *output damage* yang besar. Jika ada musuh dengan *health point* atau *hp* yang tinggal sedikit pemain *Zeus* cenderung akan mengeluarkan *skill ultimate*-nya untuk menghabisinya sebelum musuh tersebut kembali ke markasnya untuk mengisi *hp*.

2.7. Penelitian Terdahulu : *Adaptive Game AI with Dynamic Scripting* (Spronck, Ponsen, Kuyper, dan Postma, 2006)

Penelitian ini membahas tentang *AI* yang adaptif menggunakan *dynamic scripting*. Peneliti dalam jurnalnya ini menjelaskan bahwa *AI* untuk *game* yang dikembangkan haruslah memenuhi kebutuhan standar, yaitu 4 *computational requirement* dan 4 *functional requirement* dan ini dapat dicapai melalui *dynamic scripting*:

4 *computational requirement* tersebut adalah :

1. *Speed*

AI yang *adaptif* harusnya dapat dikomputasi dengan cepat, karena proses pembelajaran *AI* terjadi pada saat *game* sedang berjalan.

2. *Effectiveness*

Efektif maksudnya *game AI* yang adaptif haruslah mampu mengeluarkan tingkah laku yang sesuai dengan taktik pemain setiap saat, agar tidak *inferior* dengan *AI* yang *static* (Charles and Livingstone, 2014).

3. *Robustness*

AI yang adaptif haruslah dapat beradaptasi dengan hal-hal *random* yang tidak pernah terjadi sebelumnya di dalam *game*.

4. *Efficiency*

AI yang adaptif haruslah dapat menggunakan tiap kesempatan untuk mempelajari taktik pemain dengan baik agar menghasilkan perilaku yang diinginkan.

4 *functional requirement* adalah :

1. *Clarity*

AI yang adaptif mampu memberikan *output* yang jelas bukan tindakan *random*.

2. *Variety*

AI yang adaptif mampu menghasilkan perilaku yang bervariasi.

3. *Consistency*

AI yang adaptif mampu memberikan *output* angka yang konsisten dalam menghasilkan perilaku yang dianggap berhasil.

4. *Scalability*

AI yang adaptif mampu menurunkan ataupun meningkatkan kemampuannya sesuai dengan kemampuan pemain

Hasil dari penelitian ini adalah *adaptive AI* dengan memenuhi 4 *computational* dan 4 *functional requirement* dengan mengujinya melawan *static AI* (*manual programmed AI*). Dalam pengujianya digunakan game komersil komputer *Neverwinter Nights*. *Neverwinter Nights* merupakan *game* dengan genre *rpg* atau *role playing game* yang dibuat oleh *developer game* Bioware. Pengujian penelitian ini dilakukan dengan menghadapkan *adaptive AI* dengan *static AI* yang menggunakan 7 taktik berbeda (*offensive, disabling, cursing, defensive, random team, random agent, dan consecutive*) masing-masing sebanyak 100 kali.



Gambar 2.4. Neverwinter Nights

Sumber : (Spronck, Ponsen, Kuyper, dan Postma, 2006)

Pengujian pada penelitian terdahulu ini dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama adalah menggunakan *rulebase* standar, dan tahap kedua menggunakan *biased rulebase*. Menggunakan teknik *rulebase* standar semua *adaptive AI* berhasil beradaptasi melawan masing-masing taktik *static AI* dan *turning point* yang dicapai berbeda-beda yang dipresentasikan melalui tabel 2.3.

Tabel 2.3. Standard Rulebase Turning Point

Tactic	Average	St.dev.	Median	Highest	Top 5
Offensive	53	24.8	52	120	107
Disabling	13	8.4	10	79	39
Cursing	44	50.4	26	304	222
Defensive	24	15.3	17	79	67
Random team	51	64.5	29	480	271
Random agent	41	40.7	25	251	178
Consecutive	52	56.2	37	393	238

Sumber : (Spronck, Ponsen, Kuyper, dan Postma, 2006)

Adaptive AI berhasil mencapai *turning point* dan menang melawan *static AI* dengan taktik offensif pada rata-rata pertempuran atau encounter ke 53, dari

situ *Adaptive AI* terus menang untuk pertempuran selanjutnya. Hal ini juga terjadi demikian dengan taktik-taktik yang lain. Untuk mengecilkan turning point kemenangan *adaptive AI* digunakanlah *biased rulebase* yang juga meningkatkan *efficiency* dan *consistency* pada *computational requirement*.

Tabel 2.4. Biased Rulebase Turning Point

Tactic	Average	St.dev.	Median	Highest	Top 5
Offensive	17	8.6	15	71	42
Disabling	10	0.0	10	10	10
Cursing	13	5.3	10	40	30
Defensive	10	1.0	10	18	13
Random team	12	5.6	10	38	32
Random agent	13	5.8	10	44	31
Consecutive	12	4.6	10	28	26

Sumber : (Spronck, Ponsen, Kuyper, dan Postma, 2006)

Untuk menguji performa dari *biased rulebase* dilakukan percobaan yang sama yaitu mencari *turning point* kemenangan melawan *static AI* dengan 7 taktik yang berbeda.

Dengan menggunakan *biased rulebase turning point* kemenangan *adaptive AI* menjadi lebih kecil yang berarti *adaptive AI* mampu beradaptasi lebih cepat terhadap taktik lawan. Penelitian ini belum menunjukkan keberhasilannya melawan pemain manusia karena tidak dicoba langsung untuk melawan pemain manusia, dan tidak cocok digunakan di *game* selain *game* bergenre *rpg*. Maka dari itu para peneliti jurnal ini masih berharap mencari tahu apakah aspek *entertainment* sebuah *game* dan aspek *effectiveness* dari *adaptive AI* dapat

terpenuhi dengan melawan pemain manusia dan mengaplikasikannya ke *game* yang memiliki *genre* lain.

