



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 V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN-TESTING 2

5.1. Gambaran Umum Testing 2

Testing kedua atau pengujian kedua ini ditujukan untuk melanjutkan dan mengembangkan *adaptive AI* yang digunakan pada tahap *testing* pertama. Fokus tahap pengujian kedua ini adalah mempertandingkan *adaptive AI* dengan pemain manusia. Guna meningkatkan kemampuan *adaptive AI* maka digunakanlah proses *tuning* menggunakan hasil analisis pada pengujian tahap pertama. Pada *testing* kedua ini digunakan parameter antara lain *win rate* / tingkat kemenangan, *last hit*, *xpm* (*experience per minute*), dan *gpm* (*gold per minute*) untuk evaluasi *AI*. *Win rate* adalah jumlah kemenangan dari total seluruh pertandingan dalam bentuk persentase. *Last hit* merupakan jumlah dari pukulan terakhir kepada *creep* lawan (menyerang sampai *health point* dari *creep* lawan mencapai angka 0). *Xpm* merupakan jumlah *experience point* (poin untuk naik *level*) yang didapatkan dalam waktu satu menit. *Gpm* adalah jumlah *gold* (mata uang di dalam Dota 2 yang digunakan untuk membeli *item*) yang didapatkan dalam waktu satu menit.

5.2. *Tuning AI*

Sebelum melakukan *testing* kedua melawan manusia maka dilakukan proses *tuning* berdasarkan hasil *testing* melawan *bot Dota original* pada bab IV. Hasil *testing* sebelumnya menunjukkan pentingnya proses *farming* untuk

membeli *item core* guna memperkuat *hero* dan meningkatkan probabilitas kemenangan dalam suatu pertandingan. *Tuning* dilakukan dengan meningkatkan prioritas *mode farming* dan meningkatkan nilai *weight* beserta dengan aksinya pada 10 menit pertama pertandingan.

Algorithm 12 Tuned Execute Mode and Action

```

1: if SelectedMode is not null AND SelectedAction is not null then
2:   if SelectedMode[farming] is true then
3:     exec() SelectedAction[farming]
4:   else if SelectedMode[evasive] is true then
5:     exec() SelectedAction[evasive]
6:   else if SelectedMode[rune] is true then
7:     exec() SelectedAction[rune]
8:   else if SelectedMode[attacking] is true then
9:     exec() SelectedAction[attacking]
10:  else if SelectedMode[retreat] is true then
11:    exec() SelectedAction[retreat]
12:  else if SelectedMode[tower] is true then
13:    exec() SelectedAction[tower]
14:  else if SelectedMode[laning] is true then
15:    exec() SelectedAction[laning]
16:  end if
17: end if

```

Gambar 5.1. Pseudocode Tuning Mode dan Aksi

Pada gambar 5.1 *mode farming* dipindahkan ke kondisional teratas menggantikan *mode attacking* agar *mode farming* mendapatkan prioritas, sehingga *AI* lebih fokus melakukan *farming* dibandingkan dengan *AI* sebelumnya yang lebih memprioritaskan untuk menyerang musuh pada 10 menit awal.

Algorithm 13 Tuned Farming Mode

```

1: CurrentGameTime = GetDotaTime()
2: friendlyCreeps = GetFriendlyCreepInRadius(700)
3: enemyCreeps = GetEnemyCreepInRadius(700)
4: enemyHero = GetEnemyHeroInRadius(700)
5: if CurrentGameTime <= 600 and friendlyCreeps > 0 and enemyCreeps > 0 then
6:   return true
7: else if enemyHero <= 0 and friendlyCreeps > 0 and enemyCreeps > 0 then
8:   return true
9: end if

```

Gambar 5.2. Contoh pseudocode tuned mode farming

Dengan proses *tuning* tersebut maka *AI* akan memprioritaskan *farming* untuk memperkuat dirinya terlebih dahulu dibandingkan aksi lainnya seperti menyerang lawan pada 10 menit pertama seperti contoh *pseudocode* kondisional *mode farming* yang telah di-*tuning* pada gambar 5.2. Pseudocode tersebut berisi algoritma untuk mengaktifkan *mode farming* apabila waktu *gameplay* yang berjalan kurang dari atau sama dengan 10 menit dan terdapat *creep* teman dan lawan pada radius 700 di sekitar *AI Zeus*. Setelah lewat dari 10 menit waktu *gameplay*, *AI Zeus* tetap dapat melakukan *farming* apabila tidak terdapat hero lawan pada radius 700. Dengan memfokuskan *mode farming* pada 10 menit pertama, *AI* akan mengumpulkan *gold* untuk membeli *item core*-nya secepat mungkin. Setelah 10 menit pertandingan telah berlalu maka probabilitas dari *script rulebase* aksi akan menentukan aksi *AI* selanjutnya untuk melakukan *push* dan memenangkan pertandingan.

Setelah proses *tuning* pada *AI* selanjutnya dilakukan *training* kembali pada *adaptive AI* dengan melawan *AI* standar kembali yang memiliki tingkat kesulitan *unfair* sebanyak 100 kali pertandingan.

5.3. Skenario Testing 2

Untuk *testing* kedua ini subjek yang dikumpulkan untuk melawan *AI* yang telah melewati proses *tuning* dan *training* lanjutan terdiri dari tiga kategori yaitu mereka yang sebelumnya belum pernah memainkan Dota, pemain Dota pemula, dan mereka yang cukup ahli bermain Dota (pemain dengan tingkat

menengah ke atas). Subjek yang dikumpulkan pada tiap-tiap kategori terdiri dari 2 orang pemain, dan masing-masing subjek bermain sebanyak 5 kali pertandingan melawan *AI standar* dari Dota 2 sendiri dan 5 kali melawan *dynamic AI* dengan hero yang sama, yaitu *Zeus*. Untuk subjek yang termasuk dalam belum pernah memainkan Dota 2, mereka terlebih dahulu diberikan kesempatan untuk bermain Dota 2 hingga merasa cukup paham akan mekanik *gameplay* pada Dota 2. Dengan mempertandingkan subjek melawan *AI standar* dan *dynamic AI* maka dapat dibandingkan pula performa *dynamic AI* dengan *AI standar* dari Dota 2. Bagi pemain pemula, dikumpulkan pemain dengan *seasonal rank Herald* atau setara dengan 0 sampai dengan 650 poin *mmr*. Untuk pemain kategori menengah dikumpulkan pemain dengan *seasonal rank Guardian* sampai seterusnya atau setara dengan poin *mmr* 780 ke atas.

Mode permainan yang digunakan sama pada *testing* tahap pertama saat melawan *bot original*, yaitu 1 vs 1 *solo mid only*. *Mode* permainan ini memungkinkan *AI* dan manusia berhadapan 1 lawan 1 pada *lane mid* sebagai satu-satunya *lane* yang aktif. Hasil yang dianalisis dari *testing* kedua ini adalah jumlah menang/kalah untuk menilai performa *AI* melawan manusia dan variabel *farming* yang meliputi rata-rata *last hit*, rata-rata *xpm*, dan rata-rata *gpm* pada tiap kategori pemain untuk membandingkan performa *adaptive AI* setelah dengan sebelum proses *tuning* melalui kemampuan *farming*-nya dan membandingkan performa *adaptive AI* dengan *AI standar* saat melawan pemain manusia.

Untuk mengetahui bagaimana kualitas *AI* ini menurut para subjek yang terlibat dalam proses *testing* kedua maka dilakukan *survey* dengan menggunakan

skala *Likert* dan dilakukan publikasi *AI* melalui *steam workshop* sehingga dapat diakses oleh seluruh pemain *Dota* melalui *platform steam*. Dengan mempublikasikan *AI* ini maka dapat diketahui bagaimana kualitas *AI* ini secara umum menurut para pemain *Dota 2*.

5.4. Hasil dan Analisis *Testing 2*

Pengujian yang dilakukan melawan pemain manusia dengan 3 kategori keahlian yang berbeda melawan *AI standar* menghasilkan tabel pertandingan menang dan kalah pada tabel 5.1 berikut ini :

Tabel 5.1. Tabel menang kalah melawan *AI standar*

#	Tidak pernah bermain dota	Pemain pemula	Pemain menengah ke atas
1	Win	Lose	Lose
2	Win	Lose	Lose
3	Win	Lose	Lose
4	Win	Win	Lose
5	Win	Lose	Lose
6	Win	Lose	Lose
7	Win	Lose	Lose
8	Win	Win	Lose
9	Win	Win	Lose
10	Win	Lose	Lose
Win Rate	100%	30%	0%

Sedangkan hasil menang dan kalah pertandingan *adaptive AI* ditunjukkan pada tabel 5.2 :

Tabel 5.2 Tabel menang kalah melawan *adaptive AI*

#	Tidak pernah bermain dota	Pemain pemula	Pemain menengah ke atas
1	Win	Win	Lose
2	Win	Win	Lose
3	Win	Win	Lose
4	Win	Win	Lose
5	Win	Win	Lose
6	Win	Win	Lose
7	Win	Lose	Lose
8	Win	Win	Lose
9	Win	Lose	Lose
10	Win	Win	Lose
Win Rate	100%	80%	0%

Melalui tabel 5.1 dan tabel 5.2 maka didapati bahwa jumlah kemenangan *adaptive AI* lebih tinggi bila dibandingkan dengan jumlah kemenangan *AI standar*. Perbedaan terlihat pada pertandingan melawan pemain pemula dimana *AI standar* hanya mampu memenangkan tiga pertandingan (tabel 5.3) sedangkan *adaptive AI* mampu memenangkan delapan pertandingan dari seluruh set yang berarti *adaptive AI* memiliki tingkat *win rate* 80% melawan pemain dengan tingkat pemula. Jumlah menang dan kalah pada *AI standar* maupun *adaptive AI* tersebut dapat dilihat dari tabel 5.3 yang menyajikan angka *TKO* pada tiap *set*

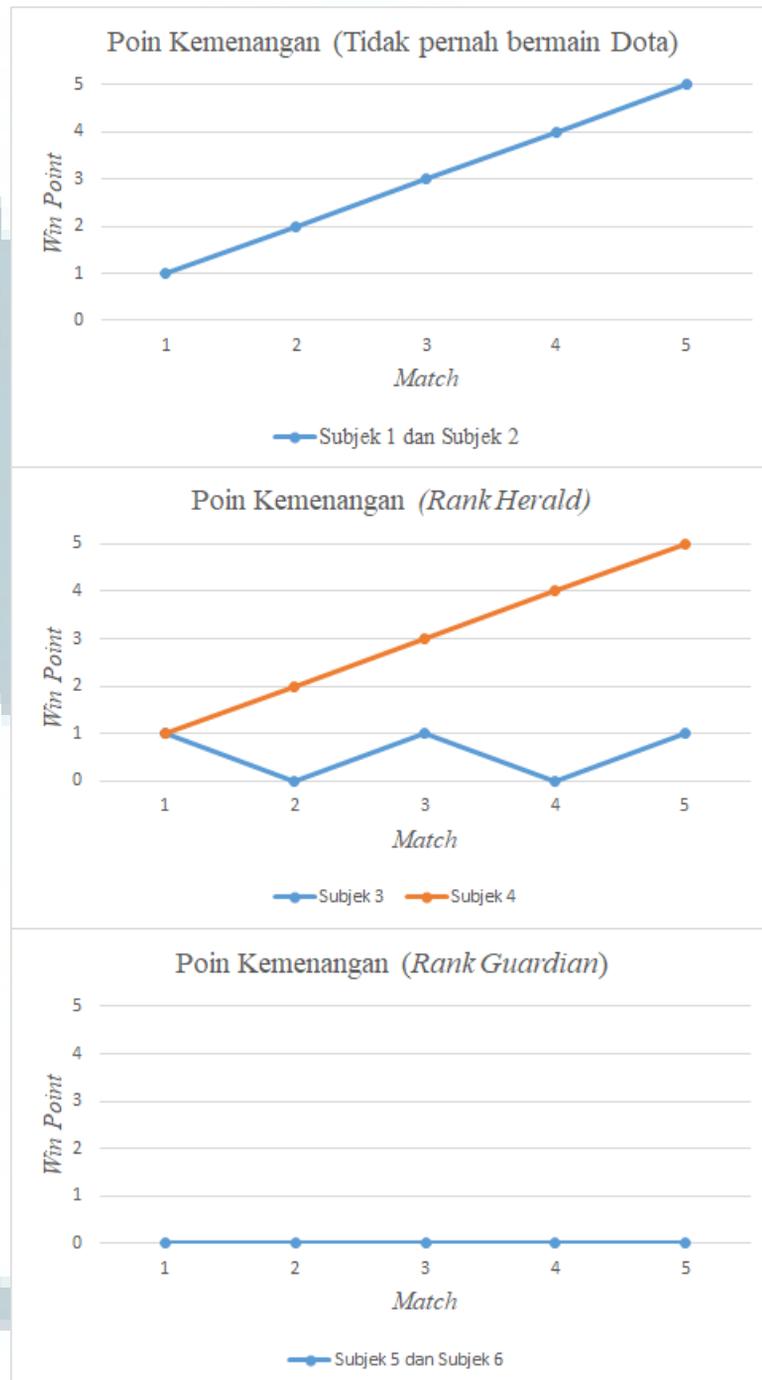
pertandingan melawan manusia (Subjek 1 dan 2 = tidak pernah bermain Dota, subjek 3 dan 4 = pemain dengan *rank herald*, subjek 5 dan 6 = pemain dengan *rank guardian*).

Tabel 5.3. Jumlah menang dan kalah seluruh set pertandingan

#	<i>AI standar</i>		<i>Adaptive AI</i>	
	<i>Win</i>	<i>Lose</i>	<i>Win</i>	<i>Lose</i>
Subjek 1	5	0	5	0
Subjek 2	5	0	5	0
Subjek 3	1	4	3	2
Subjek 4	2	3	5	0
Subjek 5	0	5	0	5
Subjek 6	0	5	0	5

Tabel 5.3 menunjukkan *AI* yang dikembangkan dengan metode *dynamic scripting* dapat memenangkan seluruh sepuluh pertandingan yang dilakukan melawan pemain yang sering bermain *game* tetapi belum pernah memainkan Dota 2, sehingga *AI Zeus* ini memiliki tingkat kemenangan atau *win rate* sebesar 100% melawan seseorang yang belum pernah memainkan Dota 2. Pada skenario dimana *AI Zeus* dihadapkan oleh *gamers* yang pernah bermain Dota 2 tetapi tidak memiliki *ranking* bermain yang tinggi atau pemain Dota 2 pemula, *AI Zeus* berhasil memenangkan 8 pertandingan dari total 10 pertandingan. Pada kategori lawan pemula ini *AI Zeus* berhasil memperoleh *win rate* sebesar 80%. Testing terakhir dilakukan dengan menghadapkan *AI Zeus* kepada pemain tingkat menengah ke atas. Pada kategori ini *AI Zeus* masih belum mampu memenangkan pertandingan melawan pemain yang cukup berpengalaman pada *video games Dota 2*. *Win rate* yang dicapai oleh *Zeus* saat bertanding melawan pemain yang berpengalaman adalah 0%, yaitu 0 kemenangan dari 10 pertandingan. Jadi, pada

hasil *test* kedua ini semakin besar ranking pemain pada Dota 2 semakin sulit bagi *AI Zeus* untuk memenangkan pertandingan.



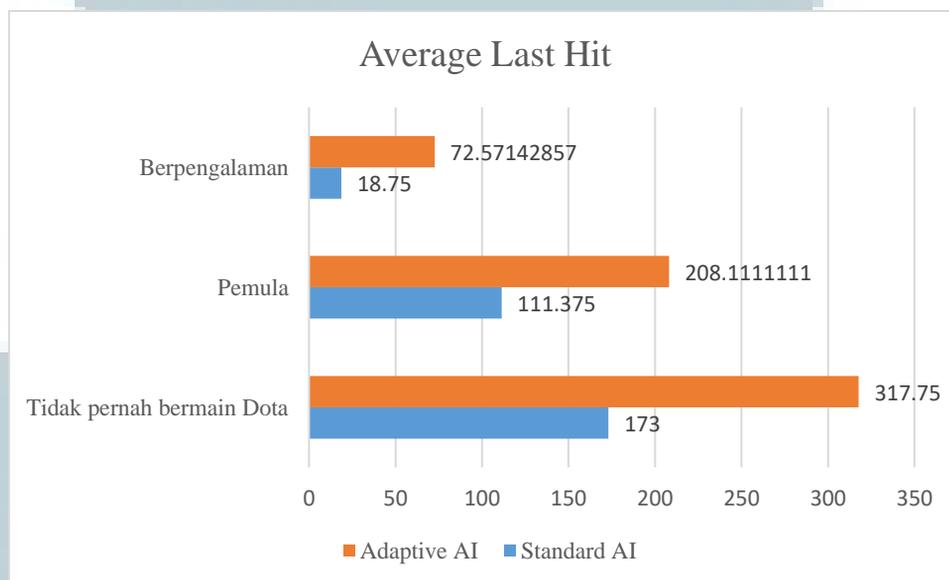
Gambar 5.3. Grafik Perbandingan Win Rate Adaptive AI

Gambar 5.3 menunjukkan grafik perbandingan *win rate* dengan data pada table 5.3. Pada grafik ini digunakan *win point* pada tiap kategori pemain untuk melihat *trend* kemenangan *AI*. *Win point* akan bertambah 1 jika *AI* menang dan berkurang 1 jika *AI* kalah tetapi bila poin tersebut bernilai nol maka poin tidak dikurangi 1. Gambar 5.3 menunjukkan grafik perbandingan *win rate* tersebut. Pada pertandingan melawan pemain yang belum pernah bermain Dota *adaptive AI* mampu memiliki *win point* sebesar 5 yang berarti *adaptive AI* memiliki memenangkan pertandingan secara beruntun terhadap pemain berkategori ini. Pada pertandingan melawan pemain dengan *rank herald*, *AI* memiliki 2 tren yang berbeda. Tren pertama dari subjek 3, *AI* mengalami kekalahan 2 kali dan memenangkan pertandingan sebanyak 3 kali. Pada subjek 3 dapat dilihat bahwa *AI* memenangkan pertandingan secara berselang – selang. Dalam *set* pertandingan ini *AI* mampu sedikit unggul di atas subjek 3. Sedangkan pada tren pertandingan melawan subjek 4, *AI* mampu menang beruntun seperti melawan subjek 1 dan 2. Melalui analisis ini maka dapat diketahui subjek 3 berada pada pertengahan atau akhir *rank herald* sedangkan subjek 4 berada pada awal *rank herald* atau transisi dari *unranked* ke *herald*. Jadi, pada pertandingan melawan *rank Herald* ini kemenangan yang dicapai oleh *AI* bersifat variatif. Pada pertandingan melawan subjek 5 dan 6 yang memiliki *rank guardian*, *AI* memiliki *win point* 0 karena mengalami kekalahan beruntun. *AI* tidak dapat memenangkan satu set pertandingan pun melawan subjek 5 dan 6.

Hasil *testing* kedua menunjukkan bahwa *AI* sudah mampu mengalahkan pemain manusia dengan keahlian bermain pemula dan pemain yang baru saja

bermain Dota 2 pada saat dilakukan *test* ini. *AI Zeus* memenangkan seluruh pertandingan (*win rate* 100%) melawan pemain yang tidak pernah bermain Dota 2 sebelumnya, dan hanya mengalami kekalahan 2 kali pada pertandingan melawan pemain Dota 2 pemula (*win rate* 80%). Pada testing melawan pemain yang sudah berpengalaman *adaptive AI* belum dapat menenangkan satupun pertandingan (*win rate* 0%).

Dengan dilakukannya *tuning* pada aksi *farming* maka pertama diambil rata-rata *last hit adaptive AI* saat melawan manusia dan dibandingkan dengan *last hit AI* standar untuk menilai apakah aksi *farming adaptive AI* sudah lebih baik. Dari pertandingan melawan manusia tersebut maka didapatkan rata-rata *last hit* seperti grafik pada gambar 5.4 berikut.

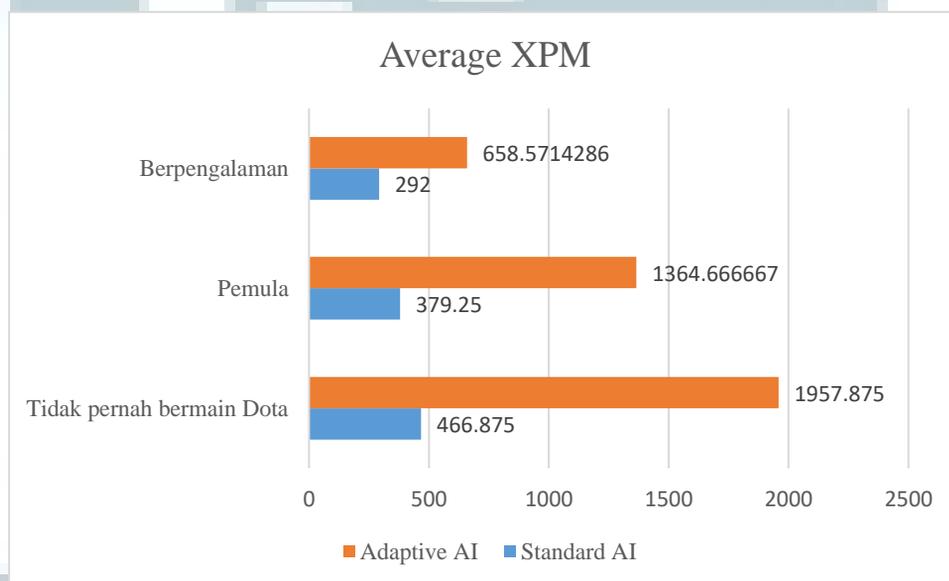


Gambar 5.4. Perbandingan rata-rata *last hit AI*

Melalui hasil pada gambar 5.4 rata-rata *last hit adaptive AI* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata *last hit AI* standar saat bertanding melawan manusia dari tiga tingkat keahlian. Baik dari pemain yang belum pernah bermain

Dota 2 sampai pemain yang sudah berpengalaman, *adaptive AI* lebih unggul dalam melakukan aksi *farming* melalui *last hit*. Dengan keunggulan dalam melakukan *farming adaptive AI* mampu memberikan perlawanan lebih pada pertandingan melawan manusia dibandingkan dengan *AI* standar.

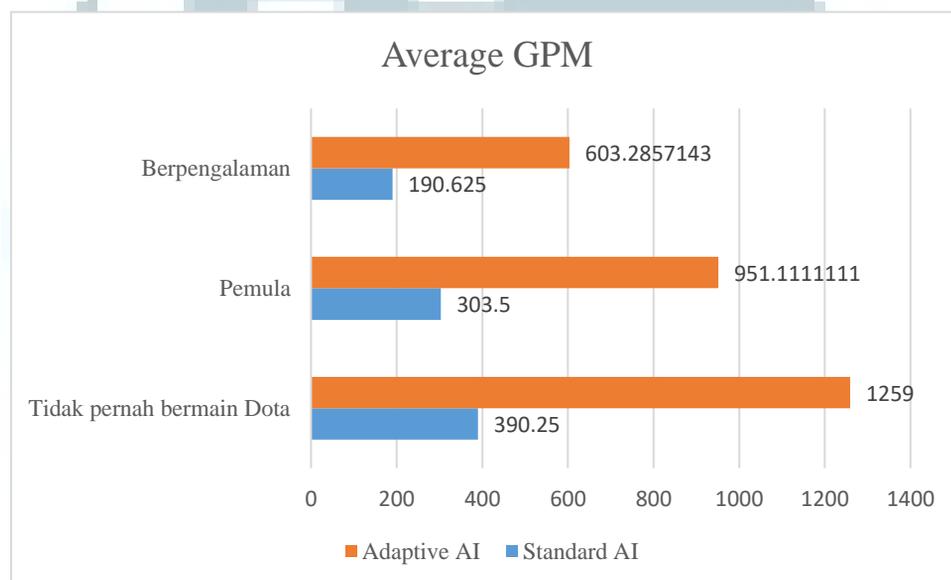
Variabel kedua yang diambil untuk evaluasi kemampuan *farming adaptive AI* adalah *xpm* atau *experience point per minute*. Dari hasil testing kedua melawan manusia maka didapatkan rata-rata *xpm* seperti pada grafik di gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5. Perbandingan rata-rata *xpm* AI

Pada gambar 5.5 terbukti bahwa nilai *xpm adaptive AI* jauh melampaui nilai *xpm* milik *AI* standar dengan *margin* yang besar pada setiap kategori pemain. Jumlah *xpm* yang didapatkan oleh *AI* ini dipengaruhi oleh jumlah *last hit* yang mampu dilakukan *AI*, semakin banyak jumlah *last hit* yang didapatkan semakin besar pula jumlah *xpm* yang akan didapatkan, ini berarti jumlah *xpm* memang berbanding lurus dengan jumlah *last hit*.

Variabel terakhir yang digunakan untuk evaluasi kemampuan *farming AI* adalah *gpm* atau *gold per minute*. Dari hasil testing kedua melawan pemain manusia dari berbagai tingkat keahlian maka didapatkan hasil rata-rata *gpm adaptive AI* dan *AI standar* yang digambarkan dalam grafik pada gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6. Perbandingan rata-rata *gpm AI*

Melalui grafik tersebut maka dapat disimpulkan bahwa dari sisi *gpm adaptive AI* tetap lebih unggul bila dibandingkan dengan *AI standar* dalam bertanding melawan manusia. Jumlah rata-rata *gpm adaptive AI* jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata *gpm AI standar*. Sama seperti *xpm*, *gpm* juga berbanding lurus dengan jumlah *last hit* yang mampu diperoleh *AI*. Jadi, secara umum kemampuan *adaptive AI* dalam *farming* sudah lebih baik terbukti dari besarnya jumlah *last hit*, *xpm*, dan *gpm* dalam melawan manusia bila dibandingkan dengan *AI standar*.

5.5. Evaluasi Pendukung Subjektif AI

Setelah mengetahui kemampuan *adaptive AI* berdasarkan *win rate* melawan pemain manusia dari berbagai kategori keahlian, dilakukan penilaian subjektif menggunakan skala *Likert* yang diisi oleh para subjek *test* yang telah dijelaskan pada bab III. Penilaian ini ditujukan sebagai pendukung pada hasil *testing* kedua. Dengan menggunakan 5 pernyataan survey pada bab III dan menyebarkannya pada para subjek maka didapatkan hasil pada tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4. Hasil Survey

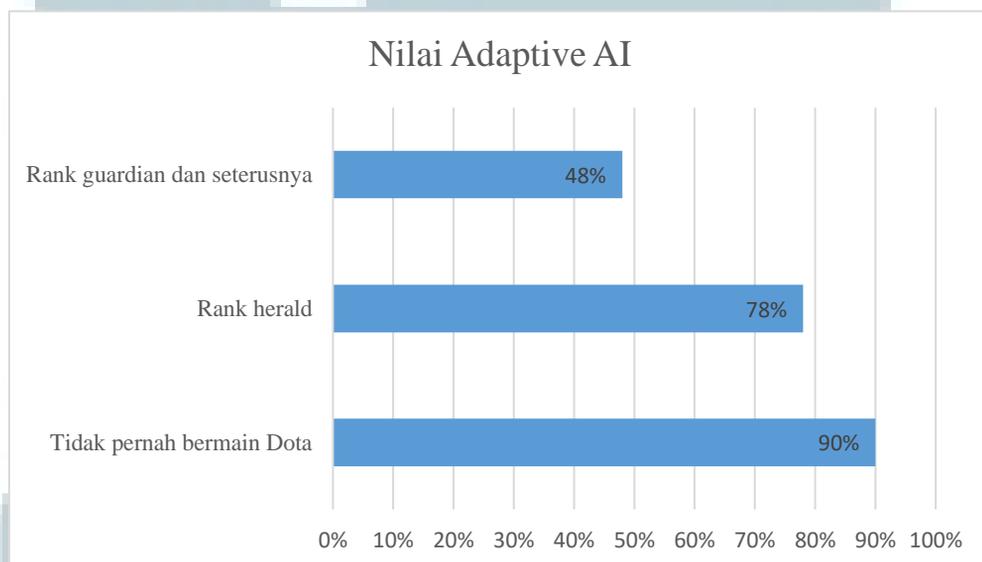
Subjek	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5
1	5	5	4	3	5
2	5	5	5	4	4
3	5	4	4	3	4
4	4	4	4	3	4
5	4	2	1	1	3
6	4	3	1	2	3

Pada tabel 5.4 subjek 1 dan 2 merujuk pada pemain yang sebelumnya belum pernah bermain *game* Dota 2, subjek 3 dan 4 merujuk pada pemain pemula yang memiliki ranking *herald* pada *seasonal leaderboard*, sedangkan subjek 5 dan 6 merujuk pada subjek yang cukup berpengalaman pada Dota atau mereka yang memiliki ranking *guardian* ke atas pada *seasonal leaderboard*. Hasil respon

tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus di bawah ini untuk mendapatkan nilai dari performa *adaptive AI* menurut para subjek:

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{Poin}}{\text{NilaiMaksimum} * \sum \text{Subjek}} * 100$$

Adapun perhitungan dilakukan pada tiap kategori keahlian subjek dan juga secara global (seluruh subjek tanpa membaginya ke tiap kategori keahlian). Pada masing-masing kategori nilai maksimumnya adalah 25 poin (2 subjek per kategori keahlian), dan nilai maksimum untuk perhitungan global adalah sebesar 150 poin.



Gambar 5.7. Grafik Nilai Adaptive AI

Menggunakan rumus perhitungan tersebut maka didapatkan hasil seperti pada gambar 5.7 yang merupakan grafik berisi nilai *adaptive AI* menurut respon para subjek. Pada gambar 5.7 dapat dilihat bahwa tiap-tiap kategori pemain menghasilkan nilai yang berbeda, semakin tinggi *ranking* pemain maka nilai *adaptive AI* akan semakin rendah. Berdasarkan dari para subjek yang belum

pernah memainkan Dota 2, nilai *adaptive AI* adalah 90% dari nilai maksimum 100%, jika dikategorikan menurut rentang nilai pada bab III maka nilai performa *adaptive AI* termasuk dalam kategori sangat baik (80%-100%). Sedangkan pada pemain dengan rank *herald*, nilai *adaptive AI* adalah 78% yang berarti termasuk dalam kategori baik (60%-79,99%). Selanjutnya bagi para pemain yang berpengalaman dengan rank *guardian* ke atas, nilai yang didapatkan adalah 48% yang berarti performa *adaptive AI* termasuk ke dalam kategori netral (40%-59,99%). Untuk nilai rata-rata secara umum yang merupakan perhitungan seluruh hasil respon dari seluruh subjek adalah 72%. Jadi, secara umum performa *adaptive AI* ini termasuk dalam kategori baik (60%-79,99%).



Gambar 5.8. Adaptive AI dalam steam workshop

Untuk memperkuat penilaian subjektif bahwa performa *AI* termasuk dalam kategori baik maka dilakukan publikasi terhadap *adaptive AI* pada *steam workshop* dimana semua pemain Dota 2 dapat dengan bebas mengunduh *script AI* ini, memainkannya dan memberikan *rating*. Publikasi *AI* dilakukan dengan

menggunakan *Dota 2 Workshop Tools* (sub bab 4.1) yang telah terinstall bersamaan dengan *Dota 2*. Hasil dari publikasi ini adalah bahwa *dynamic AI* mendapatkan total rata-rata *rating* 4 bintang dari maksimum 5 bintang yang diberikan oleh 179 pemain yang telah mengunduh dan memainkannya. *Script AI* ini telah memperoleh *unique visitors* sebanyak 6,608 pemain dan 1,224 *subscribers* pada *steam workshop*. *Script AI* dan *rating*-nya yang terdapat pada *steam workshop* dapat dilihat pada gambar 5.8. Dengan mendapatkan *rating* 4 bintang dari maksimum 5 bintang maka *dynamic AI* terbukti termasuk dalam kategori “baik” sesuai dengan hasil *survey* menggunakan skala *Likert* pada subjek secara umum yang terlibat pada proses *testing* meskipun tidak mampu memenangkan pertandingan melawan pemain yang berpengalaman.

5.6. Perbandingan Hasil *Testing* 1 dengan *Testing* 2

Untuk mengetahui apakah proses *tuning* dan *training* pada *AI* kembali memang meningkatkan kemampuan *adaptive AI* maka dibandingkanlah hasil yang didapatkan pada *testing* pertama dengan *testing* kedua. Parameter yang digunakan dalam perbandingan ini adalah *last hit*, *xpm*, dan *gpm*. Melalui data yang didapatkan dari hasil *test* pertama (bab 4) dan *test* kedua (bab 5) maka didapatkan hasil pada table 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5. Tabel peningkatan *adaptive AI*

#	Rata-rata <i>last hit</i>	Rata-rata <i>xpm</i>	Rata-rata <i>gpm</i>
<i>Adaptive AI</i> pada <i>testing</i> pertama	128.27	632.44	394.13
<i>Adaptive AI</i> pada <i>testing</i> kedua	199.48	1327.04	937.79

#	Rata-rata <i>last hit</i>	Rata-rata <i>xpm</i>	Rata-rata <i>gpm</i>
Δ	71.21	694.6	543.7

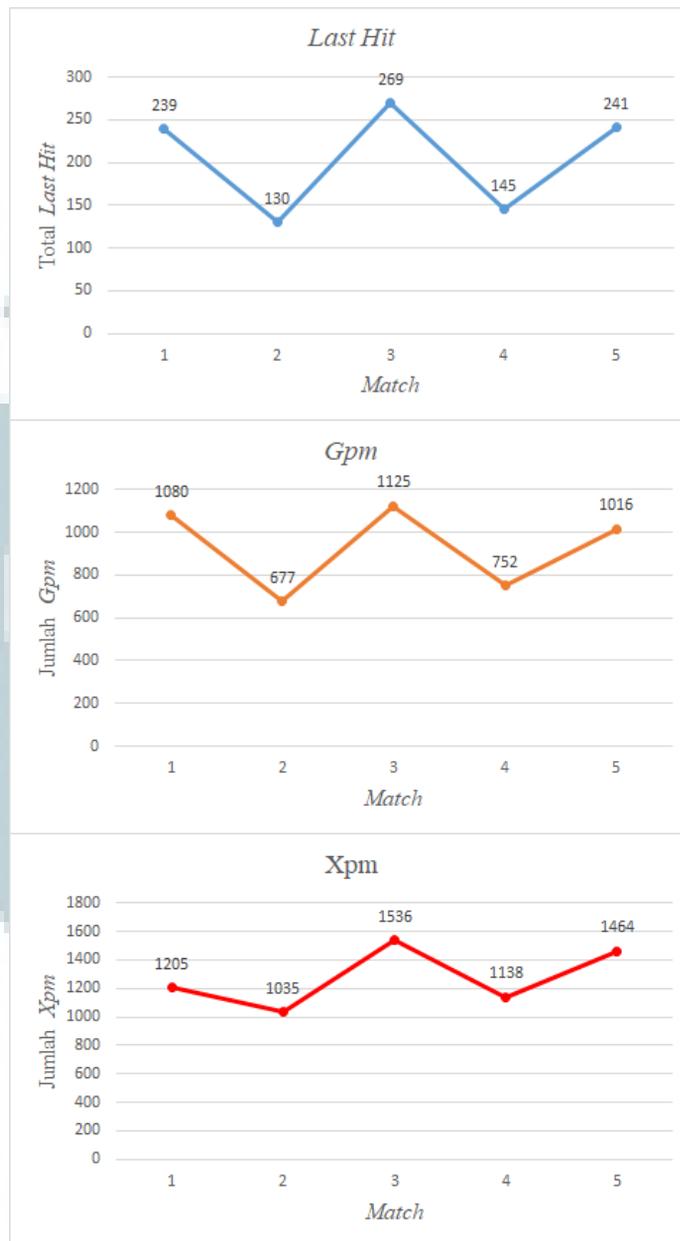
Berdasarkan data hasil *test* pertama dan kedua di table 5.5, secara umum *adaptive AI* setelah proses *testing* kedua lebih unggul baik dari sisi *last hit*, *xpm*, maupun *gpm* bila dibandingkan dengan *adaptive AI* pada *test* pertama. Dari sisi *last hit*, *adaptive AI* saat ini memiliki rata – rata *last hit* lebih unggul dengan perbedaan sebesar 71.21 poin dari *adaptive AI* di pengujian pertama. Hasil pengujian kedua ini menunjukkan adanya peningkatan rata – rata *last hit adaptive AI* sebesar 55.52% dari rata – rata sebelumnya. Rata – rata *last hit* yang lebih besar juga mempengaruhi jumlah *experience point* dan *gold* yang didapatkan selama pertandingan sehingga rata – rata pada *xpm* dan *gpm* pun meningkat. *Xpm* pada *AI* saat ini memiliki rata – rata lebih besar 694.6 poin dibandingkan rata – rata *xpm* sebelumnya, peningkatan rata – rata *xpm* yang terjadi adalah sebesar 109.83%. Pada parameter *gpm*, *AI* memiliki rata – rata lebih besar 543.7 poin bila dibandingkan dengan *AI* pada *test* pertama. Rata – rata *gpm adaptive AI* saat ini mengalami peningkatan sebesar 137.94% dari rata – rata sebelumnya. Jadi, *AI* pada *testing* kedua ini lebih unggul dari *AI* sebelumnya pada *testing* pertama dengan membandingkan *last hit*, *xpm*, dan *gpm*.

5.7. Diskusi Testing 2

Melalui hasil *testing* kedua ini didapati bahwa *adaptive AI* telah berhasil memenangkan pertandingan melawan pemain manusia dengan subjek yang sebelumnya tidak pernah bermain Dota 2, dan pemain yang memiliki *rank herald*

pada *seasonal rank* di Dota 2. Dalam pertandingan melawan pemain yang sudah berpengalaman dengan *seasonal rank guardian* dan seterusnya *AI Zeus* belum dapat memenangkan satupun pertandingan. Meskipun cukup memenangkan pertandingan dengan pemain yang memiliki *rank* tinggi, *AI Zeus* ini sudah lebih baik dari *AI* standar milik *valve*, terbukti dari jumlah *win rate* yang lebih tinggi (50% lebih tinggi) dibandingkan dengan *AI* standar saat melawan pemain yang memiliki *seasonal rank herald* dan didukung oleh hasil survey menggunakan skala *Likert* yang mendapatkan skor umum 72% (kategori baik) dari seluruh respon subjek dan diperkuat oleh respon dari hasil publikasi *script AI* pada *steam workshop* dengan mendapatkan 4 bintang dari maksimal 5 bintang. *Adaptive AI* ini memiliki tingkat kemampuan setara dengan pemain yang memiliki *rank herald* terutama pada pemain yang sedang berada pada pertengahan atau akhir *rank herald*.

U M M N



Gambar 5.9. Grafik last hit, xpm, dan gpm pada pertandingan melawan subjek 3 (rank Herald)

Berdasarkan hasil analisis *win rate* pada sub bab 5.4, AI khususnya setara dengan kemampuan bermain subjek 3 (*rank herald*). Dari seluruh pertandingan AI sedikit unggul dengan total 3 kemenangan dan 2 kekalahan. Grafik yang ditunjukkan oleh gambar 5.9 memperlihatkan jumlah *last hit*, *xpm*, dan *gpm* yang diperoleh saat melawan subjek 3. Pada grafik tersebut, AI yang dapat

memenangkan pertandingan melawan subjek 3 memiliki jumlah *last hit* di atas 200 sehingga mempengaruhi jumlah *xpm* dan *gpm* yang didapatkan. Jumlah *xpm* yang didapatkan pada kondisi menang adalah di atas 1200 dan jumlah *gpm* yang didapatkan di atas 1000 poin. Sebaliknya *AI* yang dikalahkan oleh subjek 3 memiliki jumlah *last hit* di bawah 200 sehingga jumlah *xpm* dan *gpm* yang didapatkan tidak mampu melewati 1200 poin (*xpm*) dan 1000 poin (*gpm*). Jadi, berdasarkan pada analisis ini *AI* akan memenangkan pertandingan melawan pemain yang memiliki keahlian bermain seperti subjek 3 jika mampu menghasilkan lebih dari 200 *last hit* dan akan kalah jika *AI* memiliki total *last hit* kurang dari 200.

Berdasarkan hasil analisis *farming AI* melalui data rata-rata *last hit*, *xpm*, dan *gpm* dari *testing* pertama dan kedua maka diketahui bahwa *adaptive AI* menjadi semakin lebih dari sebelumnya baik setelah proses *tuning* pada aksi *farming* dan *training* yang lebih banyak. Tabel 5.5 pada sub bab 5.6 yang menggunakan seluruh data rata-rata *last hit*, *xpm*, dan *gpm* dari *testing* pertama dan kedua memperjelas bahwa memang ada peningkatan kemampuan *adaptive AI*. Untuk memenangkan pertandingan melawan *AI* standar, *adaptive AI* perlu melakukan *last hit* lebih dari 128 (bab IV) sedangkan untuk memenangkan pertandingan melawan pemain manusia *adaptive AI* perlu melakukan *last hit* lebih dari 200.

Pada hasil perbandingan kemampuan *farming adaptive AI* dengan *AI* standar pada pertandingan melawan manusia ini, *adaptive AI* memiliki jumlah rata-rata *last hit*, *xpm*, dan *gpm* yang jauh lebih besar dibandingkan dengan *AI*

standar pada seluruh variasi pada seluruh pertandingan dari 3 kategori keahlian pemain yang berbeda. Dengan hasil ini berarti dapat disimpulkan kelebihan *adaptive AI* adalah memiliki proses *farming* yang lebih baik. Melalui survey yang dilakukan juga dapat dilihat bahwa para subjek memberikan nilai 4 sampai dengan 5 pada pernyataan pertama yang isinya adalah pernyataan “Kemampuan *last hit AI* sudah baik” sesuai dengan hasil rata-rata *last hit*, *xpm*, dan *gpm adaptive AI* yang cukup besar dibandingkan *AI* standar milik Valve.

Selain memiliki kelebihan *AI* yang dikembangkan dengan metode *dynamic scripting* juga memiliki kekurangan, yaitu dalam waktu *learning*-nya yang tidak berjalan secara *real time*. Tidak berjalan *real time* maksudnya proses *learning* pada *AI* berjalan hanya pada *event-event* tertentu, yaitu pada saat *hero AI* dikalahkan musuh, saat *AI* mengalahkan musuh, atau saat pertandingan berakhir saja. Model *learning* seperti ini mengakibatkan *AI* tidak mampu memenangkan pertandingan melawan pemain yang berpengalaman atau memiliki *rank* cukup tinggi. Dota 2 sendiri adalah *game* yang menekankan aspek *real time strategy*, dimana pemainnya dituntut untuk memikirkan taktik-taktik yang sesuai berdasarkan permainan lawan di setiap jalannya pertandingan. Jadi para pemain yang sudah memiliki pengalaman dalam bermain Dota 2 akan dapat terus merubah taktiknya sewaktu-waktu sesuai dengan permainan lawannya, inilah yang membuat *AI* tidak dapat memenangkan pertandingan melawan mereka karena tidak dapat *learning* secara *real time*.