

Penerapan *Neural Network* untuk *NPC Braking Decision* pada *Racing Game*

Herlambang Yudha Prasetya¹, Muhammad Aminul Akbar², Issa Arwani³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹h_yudha_p@gmail.com, ²muhammad.aminul@ub.ac.id, ³issa.arwani@ub.ac.id

Abstrak

Kepopuleran genre game balap masih tetap nampak hingga saat ini. Faktor-faktor yang menunjang kepopuleran genre ini diantaranya yaitu kecepatan melaju yang memberikan pengalaman mengasyikkan, variasi lintasan yang menarik, grafis yang memukau, dan tantangan unik yang disuguhkan oleh kecerdasan buatan. Faktor yang penting untuk dikembangkan dan sejalan dengan inti game balap yang memberikan tantangan yang menyenangkan adalah kecerdasan buatan. Perilaku kecerdasan buatan yang tidak bervariasi dan mudah ditebak, atau bahkan bermain dengan jelek akan mempengaruhi kesenangan dari tantangan game balap. Untuk menghindari hal tersebut dibutuhkan kecerdasan buatan yang sanggup mempelajari pola pikir dan menirukan keputusan manusia saat bermain, terutama braking decision atau penentuan gas dan rem. Hal itulah yang menjadi landasan algoritma *Neural Network* diimplementasikan untuk *Artificial Intelligence* pada *Racing Game Starter Kit*. Kerumitan kode pada mesin disederhanakan dengan mengubah proses penentuan keputusan ke beberapa jaringan saraf cerdas yang mirip seperti neuron manusia terutama cara kerjanya. Ditambah dengan proses adaptasi pada lingkungan yang dinamis membuat algoritma ini menarik bagi peneliti bidang AI. Dengan memanfaatkan *Cross-Validation* diperoleh pembelajaran algoritma ini terhadap perilaku manusia memiliki tingkat kemiripan sebesar 76 persen. Pada percobaan 10 putaran, didapatkan hasil waktu unggul sebanyak 12% atau 72 detik dari AI milik kit, serta frame rate yang stabil dengan rata-rata 59 frame per detik.

Kata kunci: kecerdasan buatan, kontrol, cross-validation, neural network.

Abstract

The popularity of the racing game genre is still visible today. Factors that supporting the popularity of this genre are speed driving which provides an exciting experience, interesting track variations, stunning graphics, and unique challenges presented by artificial intelligence. An important factor to be developed and in line with the core of the racing game that provides a fun challenge is artificial intelligence. Artificial intelligence behavior that is not varied and easy to guess, or even playing badly will affect the fun of the challenge of racing games. To avoid this, artificial intelligence is needed which is able to learn mindset and imitate human decisions when playing, especially braking decision or gas and brake determination. That is the basis of the Neural Network algorithm implemented for Artificial Intelligence in the Racing Game Starter Kit. The complexity of the code on the machine is simplified by changing the decision process to some intelligent neural networks that are similar to human neurons, especially how it works. Coupled with the adaptation process in a dynamic environment makes this algorithm interesting for AI researchers. By utilizing Cross-Validation, learning this algorithm with human behavior has a similarity rate of 76 percent. In a 10-round trial, the time results showed 12% or 72 seconds faster than the kit's AI, and a stable frame rate with an average of 59 frames per second.

Keywords: artificial intelligence, controller, cross-validation, neural network.

1. PENDAHULUAN

Kepopuleran *genre game* balap masih tetap nampak mulai dari awal munculnya *videogame* hingga saat ini. Faktor-faktor yang menunjang

kepopuleran genre ini diantaranya yaitu kecepatan melaju yang memberikan pengalaman mengasyikkan, variasi lintasan yang menarik, dan juga berbagai tantangan baru seperti *skidding* atau *drifting*. Dengan setiap generasi hardware game baru muncul, game balap baru

juga keluar, dengan fisika, grafik, dan konektivitas jaringan yang lebih kompleks (Togelius J, 2006). Kecerdasan buatan juga berpengaruh terhadap pengembangan genre game balap, terutama sebagai musuh atau lawan pemain pada saat permainan berjalan.

Dikutip dari Muhammad Fauzy (2011), pengertian kecerdasan buatan adalah cabang keilmuan untuk memodelkan pola pikir dari manusia kemudian membuat mesin yang mampu mensimulasikan ke dalam tindakan dan perilaku. Pada permulaan dikembangkannya komputer, AI sudah mulai digunakan dalam pembuatan game (Karavolos, 2013), dan pada waktu itu para peneliti yang menekuni AI melakukan upaya untuk mencari algoritma yang cocok untuk diterapkan atau diimplementasikan ke dalam permainan. Untuk memberikan efek seperti pemain sedang berhadapan dengan manusia yang sesungguhnya dan tidak meninggalkan prinsip utama permainan yang menyenangkan dan menantang, AI dirancang agar sangat mirip dengan pola pikiran serta pengambilan keputusan pada manusia. Pengambilan keputusan yang dilakukan manusia saat balapan dan terutama ada pada mobil salah satunya yaitu *braking decision*.

Mengatur kecepatan mobil saat balapan agar mendapatkan waktu yang optimal bukanlah perkara yang mudah. *Braking decision* pada tingkat profesional seperti formula perlu terlebih dahulu melakukan latihan pada lintasan untuk mendapatkan zona pengereman mana yang terbaik bagi pengemudi dan mobil agar mendapatkan waktu tercepat. Berdasarkan hal tersebut, dalam game diperlukan AI yang dapat berpikir dan bertindak layaknya manusia khususnya dalam penentuan keputusan rem. Algoritma pembelajaran pada mesin (*machine learning*) yang terfokus pada manusia salah satunya adalah *artificial neural network*.

Sesuai namanya, algoritma neural network bekerja dengan mengadopsi cara kerja jaringan saraf pada otak manusia. Walaupun jumlah neuron yang digunakan pada AI tidak sebanyak pada otak manusia yang berjumlah sekitar 10^{11} neuron, dan terhubung dengan 10^{14} sinaptik (Huang Z.J, 2015), tetapi cukup untuk melakukan fungsi utamanya untuk belajar dari pengalaman layaknya jaringan saraf pada manusia. Selain itu algoritma ini juga mampu untuk membuat kode pengambilan keputusan yang rumit pada mesin lebih sederhana, yaitu dengan menyerahkan proses pengambilan keputusan pada 1 atau

beberapa neuron yang telah melalui proses latihan yang tepat. Terlebih lagi kemampuan penyesuaian diri algoritma ini terutama pada lingkungan yang dinamis menjadikan algoritma ini lebih unggul terutama bagi para peneliti AI game.

Berdasarkan ulasan diatas, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana neural network dapat dimanfaatkan sebagai algoritma pembelajaran untuk mesin pada game mobil balap. Dimana perilaku yang dibentuk setelah pembelajaran tersebut akan membuat mobil mampu mendapatkan waktu optimal dalam lintasan yang akan diujikan.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1. Kecerdasan Buatan dan Game Balap

Algoritma yang digunakan dalam game sudah banyak diteliti oleh peneliti yang berkecimpung dalam dunia AI bahkan sejak awal diciptakannya komputer. Penelitian tersebut menghasilkan fakta bahwa game komputer sangat cocok sebagai wadah uji coba penelitian algoritma khususnya pada bidang AI. Masalah yang diangkat pada game sangatlah sederhana jika dibandingkan dengan realitas masalah yang ada, namun masalah pada game cukup kompleks untuk dijadikan menjadi tantangan. Terbukti perkembangan AI meningkat tajam setelah AI digunakan dalam permainan catur ciptaan Arthur Samuel tahun 1952. Diawal perkembangannya, AI pada game hanya digunakan pada jenis turn based strategy yang memiliki lingkungan yang statis dengan keterangan pembantu di dalam game yang cukup lengkap, seperti pada permainan catur dan juga othello. Kemudian setelah beberapa saat barulah para peneliti memperluas penelitian dan berfokus pada game dengan lingkungan yang dinamis disertai keterangan pembantu yang terbatas, sebagai contoh yaitu seperti pada permainan backgammon dan juga poker (Karavolos, 2013).

Perkembangan kecerdasan buatan yang cukup signifikan lainnya terjadi pada sekitar tahun 1990, dimana banyak pertandingan profesional tingkat internasional seperti pada game catur tahun 1994 serta 1997, dan backgammon yang terkenal dengan program TD-Gammonnya. Pada waktu tersebut, perkembangan AI beralih kepada wilayah perindustrian game dan memperoleh hasil yang baik.

Dewasa ini pengaplikasian AI pada game jenis balapan mobil yang diperdagangkan lebih condong kepada penyetelan tingkat kesulitan menjadi beberapa pilihan, yang kemudian akan diputuskan pemain sebelum memulai balapan. Dan dengan fakta tersebut, kita dapat berkesimpulan bahwa AI memiliki pengaruh pada tingkat kesenangan dan pengalaman bermain yang diperoleh pemain. Serta, dengan penggunaan AI yang tepat dapat secara langsung mengurangi pengeluaran dalam pembuatan game. Seperti pada perancangan lintasan, potensi eksplorasi dan perancangan objek game lainnya.

2.2. Neural network

Neural network dalam pemrograman komputer memiliki makna yang berbeda dengan jaringan saraf yang ada pada tubuh manusia. *Neural network* pada pemrograman hanya merupakan *artificial intelligence* atau kecerdasan buatan yang dimaksudkan untuk meniru cara berpikir manusia terutama susunan dalam pengambilan keputusan.

Seperti halnya pada manusia, semua hal yang masuk ataupun keluar jaringan saraf harus melalui neuron. Beberapa neuron akan membentuk lapisan atau *layers* untuk kemudian saling terhubung satu sama lain dan apabila dalam satu jaringan memiliki banyak lapisan akan menjadi multilayer.

Dengan memiliki banyak lapisan pada jaringan, memungkinkan untuk melakukan proses yang lebih rumit dengan cara menyesuaikan bobot tiap lapisan dan melakukan pemrosesan data pada lingkungan sehingga memiliki jangkauan ruang lingkup yang lebih luas. Sehingga pada tahun 1980 rummelhart beserta peneliti yang lain menciptakan algoritma *neural network* dengan metode belajar *backpropagation* untuk mengatur berat tiap lapisan dengan teliti (Soarez F.M, 2016). Algoritma pembelajaran ini telah banyak digunakan dan memiliki hasil cukup baik dalam banyak sektor. Ditambah lagi alur yang simpel menjadi salah satu keunggulan dari metode pembelajaran ini.

2.3. Game Engine

Sebagai salah satu engine pembuat game yang sangat terkenal di seluruh dunia, unity engine merasa terpanggil untuk mengambil bagian dalam pengembangan kecerdasan buatan yang saat ini banyak digunakan dan

dikembangkan dalam dunia game. Unity kemudian mencoba untuk mengambil bagian sebagai penyedia skenario latihan AI yang canggih, serta mempertemukan para pengembang game dengan teknik terkini dalam lingkup kecerdasan buatan.

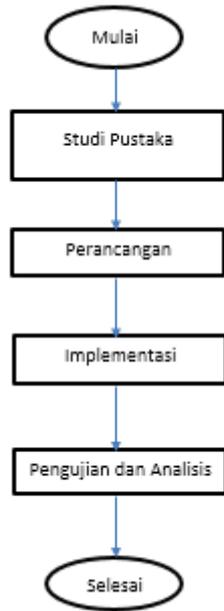
2.4. Game Framework

Salah satu *asset* pada *unity store* yang menyediakan lingkungan untuk game balap dengan berbagai keistimewaan adalah Racing Game Starter Kit. Selain disertai dengan berbagai tipe atau mode balap layaknya pada game balap lainnya, juga terdapat keistimewaan tambahan lain yang sangat memudahkan pengguna terutama dalam penelitian seperti replay, pengaturan tingkah laku AI, pengaturan kendaraan, dan juga alat pengatur dan pencatat waktu lintasan.

Asset ini menyediakan tingkah laku AI yang telah dikelompokkan ke dalam berbagai tingkatan, mulai dari tingkatan mudah hingga sulit. Namun juga ada opsi untuk menyesuaikan tingkat kesulitan AI sendiri. Tingkat kesulitan tersebut memiliki karakteristik masing-masing yang terletak pada variabel sensitivitas akselerasi, sensitivitas rem, penyimpangan akselerasi, dan probabilitas nitro. Untuk navigasi AI telah disediakan metode waypoint yang menggunakan titik-titik yang diletakkan pada lintasan secara berurutan dan bersambung yang dapat dilakukan pengaturan baik letak maupun jumlahnya sesuai keinginan.

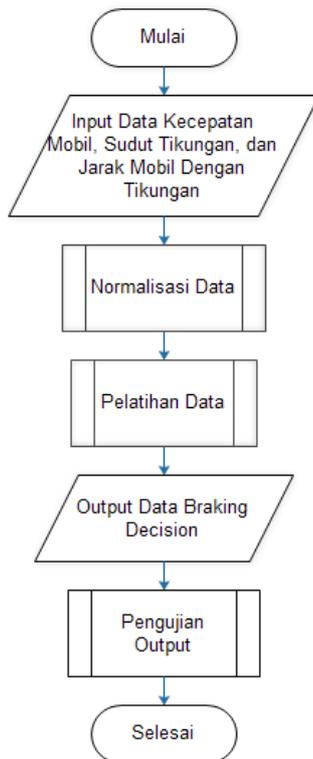
3. METODOLOGI

Gambar 1 berikut merupakan alur yang akan digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan implementasi algoritma *Neural Network* kepada AI Racing Game Starter Kit sebagai penentu keputusan pengereman pada mobil. Penelitian yang bersifat implementatif ini memiliki metode yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 1. Metode & Alur Penelitian

4. PERANCANGAN



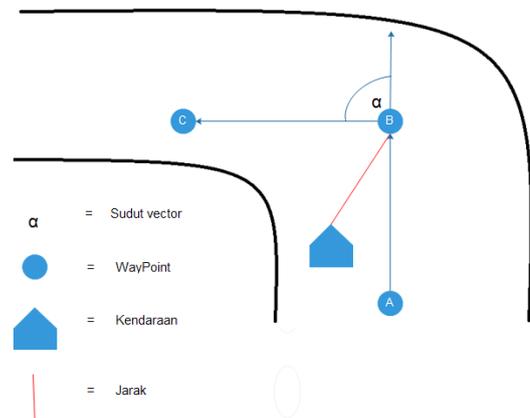
Gambar 2. Diagram alur hasil perancangan Agen

Sebelum memulai implementasi dilakukan tahapan perancangan terlebih dahulu termasuk struktur dari program itu sendiri. Tahap perancangan dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian, antara lain yaitu metode atau teknik

pengambilan data training, perhitungan logika *Neural Network* yang dilakukan oleh AI, serta perhitungan tingkat ketelitian atau akurasi menggunakan metode *k-fold cross validation*. 3 hal tersebut dapat juga dijabarkan lagi seperti gambar 2.

4.1. Data Latih

Teknik pengambilan data training yaitu dengan mencatat beberapa data mobil setiap 1/10 detik saat pemain manusia mengendalikannya selama 2 putaran pada lintasan. Proses learning yang terawasi (supervised) ini diperlukan untuk mendapatkan input serta output yang baik dan lebih alami untuk selanjutnya dijadikan patokan belajar AI. Ada 4 data yang diambil sebagai pelajaran yaitu kecepatan mobil, sudut lintasan, jarak mobil ke sudut, dan target output. Gambaran sederhana untuk pencatatan sudut lintasan dan jarak mobil ke sudut dapat dilihat pada gambar 3. Pada gambar dapat diamati sudut lintasan dilambangkan dengan simbol alpha yang berasal dari garis vektor AB-BC. Sedangkan jarak mobil ke sudut alpha dilukiskan dengan garis dengan warna merah. Kemudian tabel 1 adalah beberapa potongan data hasil pencatatan saat penelitian berlangsung.



Gambar 3. Gambaran sederhana sudut & jarak mobil

Tabel 1. Potongan data training

No	Kecepatan Mobil	Sudut Lintasan	Jarak Mobil ke Sudut	Target Output
1	0	1.206259	26.73554	0
2	0	1.206259	26.73554	0

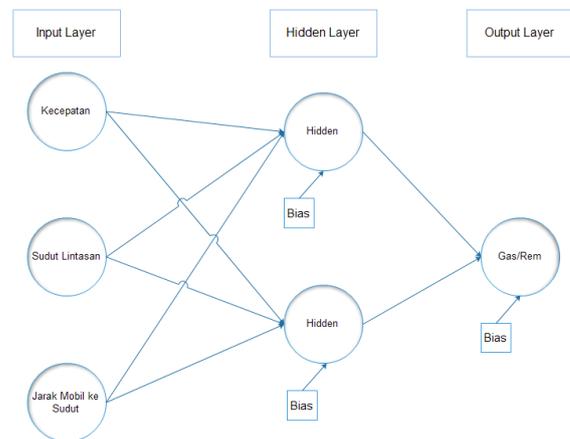
3	0	1.20625 9	26.73356	0
4	1	1.20625 9	26.73356	0
5	1	1.20625 9	26.71585	0
6	1	1.20625 9	26.70098	0
7	2	1.20625 9	26.68078	0
8	2	1.20625 9	26.65574	0
9	2	1.20625 9	26.6274	0
10	2	1.20625 9	26.59302	0
11	3	1.20625 9	26.55452	0
12	3	1.20625 9	26.51166	0
13	4	1.20625 9	26.4636	0
14	4	1.20625 9	26.41106	0
15	4	1.20625 9	26.35411	0
16	4	1.20625 9	26.29233	0
17	5	1.20625 9	26.22526	0
18	5	1.20625 9	26.15505	0
19	5	1.20625 9	26.07987	0
20	6	1.20625 9	26.00054	0
...
19	150	1.56510 6	8.662871	0

4.2. Logika AI

Logika AI *neural network* dibentuk melalui proses learning menggunakan metode backpropagation dengan data latih yang telah disiapkan sebelumnya. Data latih tersebut kemudian dijadikan sebagai input maupun target output. Semua data input yang masuk akan dinormalisasikan terlebih dahulu agar proses perhitungan lebih cepat dan mudah. Setelah proses normalisasi selesai dilakukan proses *forward propagation* untuk mendapatkan seberapa besar tingkat kesalahan antara *output* dan *target output*. Kemudian dilakukan perhitungan *backpropagation* untuk mengubah

bobot pada tiap lapisan *neural network* sesuai dengan tingkat kesalahan yang telah dihitung tadi. Setelah dilakukan 2 proses diatas secara berulang-ulang dan mendapatkan tingkat kesalahan yang kecil atau sesuai harapan, barulah dilaksanakan proses pengujian keluaran.

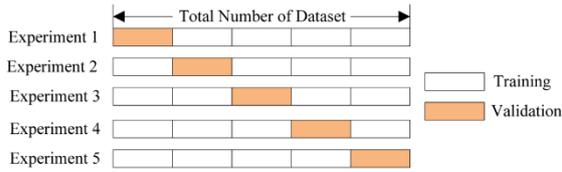
Untuk gambaran sederhana struktur neuron dapat diamati pada gambar 4. Terdapat masing-masing 1 lapisan pada input, hidden, dan output. Pada penelitian ini hanya menggunakan 1 lapisan tersembunyi dikarenakan proses perhitungan baik latihan maupun keluaran menjadi lebih lambat apabila jumlah lapisan tersebut terlalu banyak. Dan menurut perhitungan matematis, neural network dengan 1 atau 2 lapisan tersembunyi mampu belajar selevel dengan deep neural network dengan belasan lapisan tersembunyi (Soarez F.M, 2016).



Gambar 4. Struktur dan lapisan *Neural network*

4.3. Metode Evaluasi

Metode K-fold cross-validation merupakan metode pengujian yang memungkinkan untuk mengetahui apakah semua data telah dicoba baik sebagai data latih maupun hasil keluaran ke dalam neural network. Gambaran sederhana dapat diamati pada gambar 5, terdapat satu bagian data yang dijadikan sebagai pengujian dan sebagian besar sisanya dijadikan sebagai data latih. Hal tersebut dilakukan bergantian antara bagian satu dengan yang lain dan berulang kali sebanyak jumlah lipatan atau K-fold.



Gambar 5. Ilustrasi K-Fold Cross-Validation

5. ANALISA & PENGUJIAN

5.1. Teknik Pengujian

Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan proses training atau pembelajaran pada AI *neural network*. Setelah proses pembelajaran selesai, AI kemudian diujikan dengan metode K-Fold Cross Validation untuk menggambarkan tingkat akurasi jika dibandingkan dengan pemain manusia, setelah itu AI diuji lagi untuk melaju pada lintasan sebanyak 10 putaran dan dicatat waktu dan fps rata-rata. Pengujian pada lintasan tersebut juga dilakukan pada AI milik RGSK dengan spesifikasi mobil dan lintasan yang sama sebagai pembandingan kinerja AI apakah lebih baik atau lebih buruk. Kedua pengujian pada penelitian ini dilaksanakan pada komputer yang sama dengan waktu yang berbeda (secara bergantian atau berurutan).

5.2. Pengujian

Hasil yang diperoleh pada pengujian K-fold Cross Validation yaitu sebesar 76 persen, yang berarti tingkat kemiripan keputusan yang diambil AI *neural network* jika dibandingkan dengan keputusan yang dipilih manusia saat proses pengambilan data latihan memiliki kemiripan yang tinggi.

Sedangkan pada pengujian perbandingan kinerja antara AI *neural network* dan AI RGSK yang dilakukan dengan melaju sebanyak 10 putaran diperoleh AI *neural network* lebih unggul untuk waktu & rata-rata fps. Untuk detail fps pada tiap putaran dapat diamati pada tabel 2 dan juga gambar 6 yang menunjukkan grafik fps masing-masing. Kemudian untuk detail waktu tempuh dapat dilihat pada tabel 3.

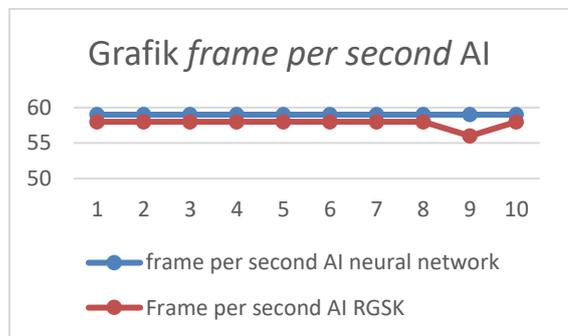
Tabel 2. Rata-rata *frame per second* Agen

Lap	FPS AI RGSK	FPS AI <i>Neural network</i>
1	58	59
2	58	59
3	58	59

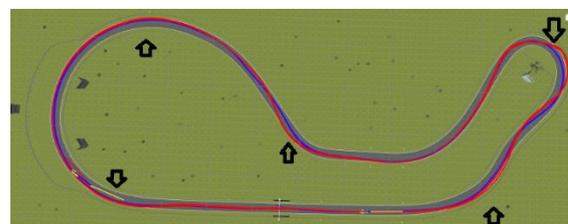
4	58	59
5	58	59
6	58	59
7	58	59
8	58	59
9	56	59
10	58	59
Rata-Rata	57.8	59

Tabel 3. Jumlah Waktu Agen

Lap	Jumlah Waktu AI RGSK	Jumlah Waktu AI <i>Neural network</i>
1	01 : 04 : 79	00 : 58 : 76
2	00 : 56 : 92	00 : 49 : 94
3	00 : 56 : 80	00 : 49 : 82
4	00 : 57 : 32	00 : 49 : 79
5	00 : 56 : 94	00 : 49 : 72
6	00 : 57 : 27	00 : 49 : 69
7	00 : 57 : 10	00 : 49 : 80
8	00 : 57 : 35	00 : 49 : 76
9	00 : 57 : 23	00 : 49 : 92
10	00 : 57 : 29	00 : 49 : 88
Jumlah Total	9 : 39 : 03	08 : 27 : 21



Gambar 6. Grafik *frame per second* AI



Gambar 7. Jalur yang dilalui AI

5.3. Analisa Pengujian

Ada beberapa hal yang menjadi penyebab mengapa diperoleh hasil seperti yang telah dipaparkan diatas. Hasil waktu tempuh yang

didapat AI *neural network* memiliki selisih sebanyak 72 detik jika dibandingkan dengan AI milik RGSK. Yang berarti 12 persen lebih cepat dari keseluruhan waktu tempuh masing-masing. Hal tersebut dapat terjadi hanya karena perbedaan jumlah dan waktu pengereman yang dilakukan kedua AI tersebut. AI *neural network* cenderung lebih sedikit melakukan pengereman terutama dibagian tikungan pada lintasan. Namun tingkah laku tersebut bukan hanya berdampak pada mobil menjadi melaju lebih cepat, namun juga memiliki dampak negatif seperti mobil lebih sering menginjak rumput atau lebih sering keluar lintasan. Pada gambar 7 dapat diamati garis merah yang melambangkan jalur AI *neural network* lebih sering keluar lintasan sedangkan garis biru yang melambangkan AI RGSK lebih stabil dan tidak keluar lintasan. Perbandingan waktu keluar lintasan antara AI *neural network* dengan AI RGSK adalah 40 detik dibanding 0 detik. Dan karena tidak adanya hukuman seperti pengurangan kecepatan saat keluar lintasan menjadikan mobil AI *neural network* memiliki waktu tempuh yang lebih unggul.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini dapat dijabarkan dalam beberapa poin antara lain :

1. Neural network mampu belajar dan diimplementasikan ke dalam RGSK dengan cukup baik.
2. Hasil uji yang dilakukan menunjukkan bahwa AI *neural network* memiliki keunggulan kinerja baik dalam hal waktu tempuh dan rata-rata FPS jika dibandingkan dengan AI RGSK.
3. Tingkat akurasi pembelajaran atau kemiripan dengan perilaku manusia yang dihitung menggunakan metode K-fold cross validation adalah 76 persen.

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. AI *neural network* dapat dilatih menggunakan algoritma pembelajaran lain seperti algoritma genetik untuk mencari hasil yang terbaik.
2. Metode pengambilan data latih dengan perspektif yang berbeda seperti pada sudut lintasan dengan vektor posisi milik mobil.
3. Teknik evaluasi atau akurasi dengan metode yang lain seperti logarithmic loss.

DAFTAR PUSTAKA

- Karavolos, Daniel. 2013. Q-learning with heuristic exploration in Simulated Car Racing. Published Thesis, University of Amsterdam
- Fauzy, Muhammad. 2011. Game Catur Jawa with Reinforcement Learning. Published Tugas Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Eepis.
- Togelius, J, Nardi, R. D, Lucas, S. M. Making racing fun through player modeling and track evolution. In Proc. of the Workshop on Adaptive Approaches for Optimizing Player Satisfaction in Computer and Physical Games, 2006.
- Huang Z.J, Luo L. 2015. It Takes the World to Understand the Brain. Published in final edited form as: Science. 2015 October 2; 350(6256): 42–44. doi:10.1126/science.aad4120.
- Soarez F.M, Souza A.M.F, 2016. *Neural network* Programming with Java second edition. Birmingham : Packt Publishing Ltd.