

Game Edukatif Simulasi Pembuatan SIM Menggunakan *Neural Network Backpropagation* Sebagai Rekomendasi Penentu Kelulusan

Wahyu Muhammad Citra Perdana¹, Anita Qoiriah²

¹Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informartika, Universitas Negeri Surabaya

²Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informartika, Universitas Negeri Surabaya

¹wahyuperdana16051204044@mhs.unesa.ac.id

²anitaqoiriah@unesa.ac.id

Abstrak— Surat Izin Mengemudi (SIM) merupakan identifikasi dan bukti registrasi yang diberikan oleh Kepolisian Republik Indonesia khususnya bagian Satlantas (Satuan Lalu Lintas) kepada warga yang memenuhi berbagai persyaratan seperti sehat jasmani dan rohani, administrasi, memahami peraturan lalu lintas dan terampil mengemudikan kendaraan bermotor. Seringkali pengguna kendaraan bermotor belum lulus ketika melaksanakan ujian SIM karena belum sepenuhnya mengetahui teori tentang rambu dan marka jalan maupun mahir dalam mengendarai kendaraan. Dengan digunakannya *game* sebagai media sosialisasi, Satlantas Polresta Surabaya dapat memberikan informasi mengenai pembuatan SIM secara inovatif dan tepat sasaran, sehingga dapat lebih menarik minat masyarakat untuk belajar. *Neural Network Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat *error* dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan *output* dan target yang diinginkan. Algoritma *Neural Network Backpropagation* pada *game* ini digunakan untuk menentukan kelulusan berdasarkan skor akhir dan waktu dalam menyelesaikan tiap tes. Dalam penentuan skor akhir, untuk tes teori didasarkan pada tingkat kebenaran menjawab soal, sedangkan untuk tes praktik didasarkan pada keberhasilan menuju garis *finish* tanpa menyentuh apapun. Penerapan algoritma *Neural Network Backpropagation* pada *game* simulasi pembuatan SIM ini menghasilkan nilai Mean Absolute Error (MAE) yang baik yaitu sebesar 0% pada percobaan algoritma *Neural Network Backpropagation* dengan nilai *max epoch* = 1500, *learning rate* = 0.3, dan toleransi *error* = 0.41 ketika tes teori dan praktik dengan masing – masing sebanyak 10 kali percobaan. Dan akurasi yang dilakukan dengan pengujian K-Fold Cross Validation menghasilkan akurasi sebesar 100 %.

Kata Kunci— SIM, *neural network*, *backpropagation*, *game*, *android*

I. PENDAHULUAN

Globalisasi menuntut terjadinya kompetisi yang cukup ketat dalam pelayanan kebutuhan publik. Hal ini menjadi acuan untuk seluruh aparat pemerintah ketika menyelenggarakan pelayanan publik. Alasan tersebut juga diikuti hadirnya tuntutan *good governance* dari berbagai pihak, termasuk dalam proses pembuatan Surat Izin Mengemudi (SIM). Kompetisi *open goverment* Indonesia tahun 2018 menuntut kesiapan SATPAS (Satuan Penyelenggara Administrasi SIM) Colombo

Surabaya dalam melakukan perbaikan penyampaian informasi melalui banyak media. Dengan salah satu kewajiban yang harus dipenuhi oleh petugas pelayanan SIM di Polresta Surabaya adalah membantu masyarakat memahami hak dan kewajiban ketika akan melaksanakan pembuatan SIM.

Surat Izin Mengemudi (SIM) adalah sebuah bukti registrasi maupun identifikasi yang diberikan oleh Kepolisian Republik Indonesia kepada warga yang memenuhi berbagai persyaratan seperti sehat jasmani dan rohani, administrasi, memahami peraturan lalu lintas dan terampil mengemudikan kendaraan bermotor. Kota Pahlawan Surabaya mempunyai tingkat lakalantas atau kecelakaan yang cukup tinggi [1]. Penyebab terbesar dari tingginya angka lakalantas atau kecelakaan yang tinggi di Surabaya adalah masih cukup banyak pengendara kendaraan yang berkendera di jalan mengabaikan tata tertib peraturan lalu lintas seperti kurangnya pengetahuan akan rambu lalu lintas sehingga membuat banyak pengendara melakukan pelanggaran, juga ketidak lengkapan surat – surat yang wajib dibawa ketika berkendera di jalan raya yang diantaranya adalah SIM dan STNK (Surat Tanda Nomor Kendaraan). Divisi Satlantas Polresta Surabaya telah mendapat data dari pelaksanaan Operasi Patuh Semeru yang telah dilaksanakan pada 29 Agustus - 11 September 2019 pada hasil akhirnya telah mencatat bahwa sebanyak 42000 pengendara kendaraan bermotor mendapatkan sanksi teguran berupa surat tilang dimana yang terbanyak merupakan akibat para pengendara kendaraan bermotor yang terjaring razia tidak dapat menunjukkan atau memiliki surat-surat yang wajib dibawa dalam berkendera yaitu STNK dan SIM [2].

Berdasarkan gambaran di atas jelas terlihat rendahnya kepedulian dan pengetahuan masyarakat akan pentingnya memiliki dan mengetahui bagaimana cara pembuatan SIM. SATPAS Polresta Surabaya cukup kesulitan menarik atensi masyarakat Surabaya dalam melakukan penyuluhan tentang pentingnya kepemilikan SIM dan bagaimana tata cara pembuatan SIM, dikarenakan cara penyuluhan yang telah dibuat oleh petugas sebelumnya belum begitu menarik para masyarakat untuk mempelajarinya.

Dalam beberapa tahun ini *game* mobile merupakan *game* yang paling digemari masyarakat secara umum. *Game* mobile

mempunyai potensi yang sangat menarik untuk menjadi industri di masa depan. Cara bermain yang menyenangkan, tampilan yang menarik, dan mobilitas yang tinggi merupakan beberapa daya tarik *game* mobile. *Game* mobile biasanya menggunakan *OS* (*Operating System*) *Android* maupun *IOS*. *Android* merupakan *OS* yang diperuntukkan untuk perangkat mobile yang dirancang dari *Linux* [3].

Pada saat pengimplementasian *game* simulasi dan edukasi sangat dibutuhkan sebuah kreatifitas yang segar agar *game* yang dihasilkan lebih menarik dan mengurangi kebosanan pemain. Biasanya dengan menggunakan desain tampilan yang interaktif juga terkadang kecerdasan buatan dapat menjadi daya tarik pada *game*. Salah satunya adalah algoritma *Neural Network Backpropagation*. Algoritma *Neural Network Backpropagation* merupakan algoritma *supervised* dimana merupakan algoritma yang membutuhkan pembelajaran. Dengan tujuan utamanya adalah mengurangi tingkat error dengan melakukan penyesuaian pada bobotnya berdasarkan perbedaan keluaran dan pola pelatihan yang telah ditentukan sebelumnya, jadi *Neural Network Backpropagation* dapat membantu menjamin hasil akhir pada *game* menjadi lebih akurat.

Neural Network Backpropagation adalah metode sistematis dalam pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) berlapis – lapis atau biasa disebut dengan *multilayer*. *Neural Network Backpropagation* disebut dengan algoritma pelatihan *multilayer* atau berlapis - lapis karena pada prosesnya terdapat tiga lapisan dalam alur pelatihannya, yakni lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran, dimana *Neural Network Backpropagation* ini adalah perkembangan dari JST yang hanya memiliki dua lapisan dalam prosesnya, yakni lapisan masukan dan lapisan keluaran. Dengan lapisan tersembunyi yang terdapat pada *Neural Network Backpropagation* akan berimbas pada besarnya tingkat *error* pada *backpropagation* lebih kecil dibanding tingkat *error* pada *forwardpropagation* yang merupakan *single layer network* [4]. Hal tersebut disebabkan karena lapisan tersembunyi pada *Neural Network Backpropagation* berfungsi sebagai tempat untuk menyesuaikan bobot, jadi menghasilkan nilai bobot baru yang dapat diarahkan mendekati dengan target keluaran yang telah ditentukan.

Beberapa penelitian terdahulu yang mengimplementasikan algoritma *Neural Network Backpropagation* dalam sebuah *game*. Pada tahun 2016 telah dilakukan penelitian oleh Muhammad Syukron Syarif dengan judul penelitian “ Penerapan Algoritma *Backpropagation* Untuk Menentukan Level Bonus Dan *Score* Bonus Pada *Game* Edukasi Nahwu Menggunakan Kartu Berbasis *Android*”. *Game* pada penelitian ini bertipe *puzzle-edukasi* dengan implementasi *Neural Network Backpropagation* pada *game* ini ditunjukkan untuk mengoptimasi kenaikan level berdasarkan waktu dan skor yang diperoleh oleh pemain dalam menyelesaikan kuis *game*. Pada penelitian ini hasil pengujian algoritma *Neural Network Backpropagation* memiliki tingkat akurasi hingga 91.71% [5].

Selain itu juga terdapat penelitian dari Awwali Nur Hayati dengan judul “*Game* Pengenalan Tata Surya Menggunakan

Metode *Neural Network Backpropagation* Dalam Menentukan Level”. Pada penelitian ini *Neural Network Backpropagation* digunakan agar pemain dapat naik level sesuai dengan kemampuannya menjawab soal – soal dari kuis *game* tersebut. Hasil penerapan *Neural Network Backpropagation* pada kenaikan level didapatkan hasil akurasi ketepatan hingga 76,47% [6].

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Evawaty Tanuar pada tahun 2018 yang mana pada penelitiannya yang berjudul “Menerapkan *Neural Network Backpropagation* Dalam Pembuatan Eksperimen Penentuan Lawan Pada *MOBA Game*”. Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan kecerdasan buatan *Neural Network Backpropagation* membantu menentukan pemilihan *hero* dalam *MOBA game* dengan prosentase 24.6 % dari kombinasi mendapat kesempatan kemungkinan 50% untuk menang [7]. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa algoritma *Neural Network Backpropagation* ini bisa diterapkan dalam sebuah *game* untuk menentukan skor akhir dikarenakan memiliki akurasi yang sangat tinggi sehingga setiap pemain dapat memainkan *game* sesuai dengan jumlah waktu dan skor yang didapat pada permainan sebelumnya, sehingga pemain dapat merasa tertantang untuk menyelesaikan seluruh tahap permainan [8].

Berdasarkan permasalahan di atas, Algoritma *Neural Network Backpropagation* dapat diimplementasikan dalam penentuan kelulusan dengan cara menghitung skor akhir yang merupakan salah satu indikator dalam *game*. Algoritma *Neural Network Backpropagation* sendiri digunakan karena lebih efektif untuk menentukan kelulusan maupun kegagalan dari pemain, setelah mengolah nilai baru dengan cara menyederhanakan beberapa aspek nilai lama agar menghasilkan akurasi yang lebih baik. Oleh karena itu, peneliti membuat alternatif media pengenalan dan pembelajaran berbentuk *game* simulasi dan edukasi pembuatan SIM menggunakan *Neural Network Backpropagation* sebagai rekomendasi penentu kelulusan. Dengan demikian, masyarakat akan lebih tertarik mempelajari tata cara pembuatan SIM dibandingkan dengan menggunakan cara – cara pengenalan pembuatan SIM yang pernah ada sebelumnya. Tambahan kecerdasan buatan di dalam *game* ditunjukkan untuk menambah motivasi tersendiri bagi para pemain sehingga menimbulkan rasa ingin terus menerus memainkannya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan yaitu menentukan kelulusan pada sebuah *game* edukasi simulasi. Pada penelitian ini menerapkan salah satu algoritma kecerdasan buatan yakni algoritma *Neural Network Backpropagation* untuk menentukan kelulusan berdasarkan skor akhir dan waktu dalam menyelesaikan tiap tes. Dalam penentuan skor akhir, tes teori didasarkan pada tingkat kebenaran menjawab soal, sedangkan untuk tes praktik didasarkan pada keberhasilan menuju garis *finish* tanpa menyentuh apapun.

A. Alur Pembuatan SIM

Surat Izin Mengemudi (SIM) merupakan identifikasi dan bukti registrasi yang diberikan oleh Kepolisian Republik Indonesia khususnya bagian Satlantas (Satuan Lalu Lintas) kepada warga yang memenuhi berbagai persyaratan seperti sehat jasmani dan rohani, administrasi, memahami peraturan lalu lintas dan berhasil melaksanakan ujian teori juga ujian praktik [3]. Setiap warga wajib memiliki SIM ketika berkendara dengan kendaraan bermotor di jalan sesuai dengan jenis kendaraan bermotor yang dikemudikan sesuai dengan UU No. 22 Tahun 2009 Pasal 77 ayat (1). Pada umumnya SIM berbentuk kartu sehingga dapat disimpan serta dibawa ke manapun pemilik pergi dengan mudah [9]. Ketika akan mengurus pembuatan SIM di Indonesia ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi menurut PP No.44 Tahun 1993 Pasal 217.

Pada tiap kartu Surat Izin Mengemudi apapun golongannya akan berisi seluruh data pemohon yang telah diberikan kepada petugas.

Dari PP No.44 Th.1993 pasal 212-215, dapat disimpulkan bahwa format SIM adalah sama bagi seluruh wilayah Negara Kesatuan Indonesia, begitu juga persyaratan yang harus dipenuhi dalam proses pembuatannya. Dalam rangka memperkuat argumentasi penelitian, peneliti melakukan *survey* ke kantor Polantas Polrestaes Surabaya. Hasil dari *survey* digunakan untuk mendapatkan model proses manual ketika melakukan pengurusan SIM yang akan dituangkan dalam alur pembuatan *game*. Berikut kesimpulan yang didapat dari hasil *survey*:

- 1) Beberapa pihak yang terlibat sewaktu proses pembuatan SIM meliputi :
 - a) Warga pemohon yang akan membuat SIM.
 - b) Bagian formulir registrasi awal.
 - c) Bagian arsip.
 - d) Bagian dokter umum.
 - e) Bagian ujian teori
 - f) Bagian ujian praktek
 - g) Kasatlantas.
- 2) Proses pembuatan SIM :
 - a) Pemohon mengambil nomor antrean untuk pengambilan formulir.
 - b) Pemohon melakukan pengambilan formulir.
 - c) Setelah pemohon mengisi formulir permohonan SIM maka berkas dan formulir diserahkan bagian *input* data.
 - d) Pemohon melakukan sesi *scan* sidik dan foto untuk SIM.
 - e) Pemohon melaksanakan ujian teori.
 - f) Pemohon mengikuti ujian praktek.
 - g) Bila dinyatakan bahwa dari ujian teori dan praktek pemohon lulus, maka pemohon melakukan pembayaran untuk pencetakan SIM dan berkas-berkas terkait akan diteruskan kepada kasatlantas untuk mendapatkan persetujuan

- h) Kasatlantas menyetujui maka SIM akan diterbitkan dan diberikan kepada pemohon.
- 3) Permohonan ketika akan melakukan perpanjangan SIM memiliki prosedur yang sama dengan pembuatan SIM baru akan tetapi tidak perlu melakukan ujian teori dan praktik seperti yang tertuang pada PP No.44 Tahun 1993 Pasal 224.

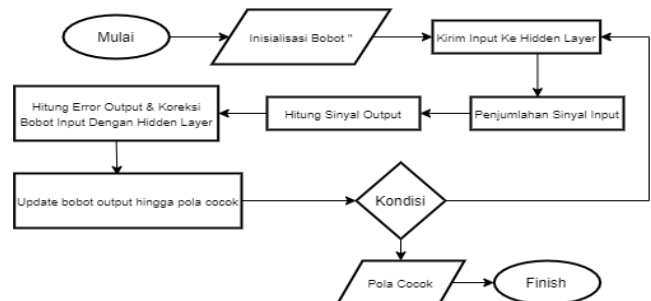
B. Neural Network Backpropagation

Jaringan syaraf tiruan atau *Neural Network Backpropagation* merupakan jaringan saraf tiruan yang menggunakan topologi *multilayer* dimana didalamnya terdapat satu *input layer* (lapis X), satu atau lebih *hidden layer* (lapis Z) dan satu *output layer* (lapis Y) dengan pada tiap lapisnya terdapat *neuron – neuron* (unit - unit). Diantara beberapa *neuron* dalam satu lapis selanjutnya disambungkan pada model koneksi dimana terdapat bobot (*weight*) didalamnya. Dalam lapis tersembunyi berkemungkinan memiliki bias yang bobotnya sama.

Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan dipengaruhi oleh topologi yang dipilih. Dalam penelitian ini, umpan maju atau *feedforward* dengan metode *Backpropagation* dipilih untuk pemodelan. Beberapa fitur utama *Backpropagation*, yaitu simulasi, topologi jaringan, dipilih dengan modifikasi, dan implementasi yang dilakukan berulang [11].

Algoritma *Neural Network Backpropagation* tersusun dari beberapa lapisan. Unit - unit yang terdapat dalam lapisan input terhubung dengan unit yang berada dalam lapisan tersembunyi. Dan unit - unit yang berada dilapisan tersembunyi tersambung menuju unit - unit yang berada di lapisan *output* [13]. Alur algoritma *backpropagation* dapat dilihat pada Gbr. 1.

Jaringan saraf tiruan (JST) dapat mendeteksi pola dari data set data ketika berlangsungnya proses penghitungan. Proses penghitungan mundur berawal dengan memberi inisialisasi penimbang didalamnya diberi nilai kecil secara acak, selanjutnya dimasukkan ke proses *input hiden layer*, hasil perhitungan dan propagasi balik dari *error*, selanjutnya pembaharuan dengan melakukan penyesuaian bobot dan bias. Ketika kondisi penghitungan tidak sesuai dengan yang ditentukan, maka sistem akan kembali melakukan pengiriman inputan yang proses tersebut akan berlanjut sampai dengan pola cocok. Digunakan pola pelatihan gerbang *AND* dengan kondisi 1 1.



Gbr. 1 Flowchart Neural Network Backpropagation

Dari gambar 1 bisa disimpulkan bahwa jaringan saraf tiruan memerlukan proses belajar yang diawali memasukkan sekumpulan *sample* pelatihan dalam jaringan yang biasa disebut dengan set pelatihan. Pelatihan perlu dilakukan dengan tujuan mendapat persamaan terbaik dengan cara melakukan pengukuran dan penghitungan bobot maupun bias secara berulang. Kumpulan pelatihan tersebut biasanya disimbolkan dalam suatu *vector feature* atau yang biasa dikenal dengan *vector input*, hal itu diasosiasikan kepada output ketika target pelatihannya dijadikan sebagai target, semua pelatihan yang telah dilaksanakan bertujuan agar JST dapat beradaptasi kepada karakteristik dari contoh - contoh set pelatihan dengan melakukan perubahan, pembaharuan bobot-bobot yang terdapat dalam jaringan tersebut.

Menurut Andi Sunyoto [14] Arsitektur jaringan dari *Backpropagation* dalam penelitian ini adalah *multilayer net*, dijelaskan dengan Gbr. 2 yang terdiri dari :

- 1) *Input layer* dengan 2 simpul (X1, X2)
- 2) *Hidden layer* dengan jumlah simpul yang ditentukan pengguna (Y1, Y2)
- 3) *Output layer* dengan 1 simpul (Z)

Sedangkan menurut Sandy Kosasi [13], pada metode *Neural Network Backpropagation* tersusun dari beberapa lapisan, yaitu :

- 1) *Input layer* (1 buah). *Input layer* terdiri dari beberapa *neuron* atau unit *input*, mulai dari unit 1 sampai unit n.
- 2) *Hidden layer* (minimal 1). *Hidden layer* terdiri dari *neuron* - *neuron* yang tersembunyi mulai dari *neuron* tersembunyi 1 sampai unit tersembunyi p.
- 3) *Output layer* (1 buah). *Output layer* terdiri dari *neuron* - *neuron output* mulai dari *neuron output* 1 sampai output m,n,p,m masing-masing merupakan nilai *integer* sembarang berdasarkan arsitektur Jaringan Saraf Tiruan yang dirancang.

C. Perancangan Algoritma Permainan

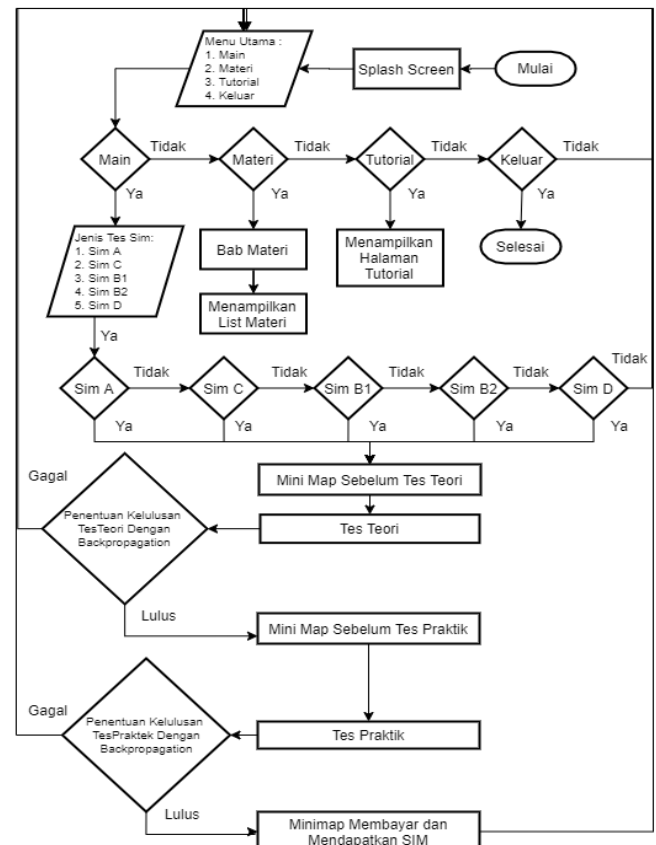
Algoritma permainan secara keseluruhan dengan 4 tombol utama pada menu dengan alur yang akan dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Masuk ke dalam *splash screen* awal permainan.
- 2) Memilih salah satu tombol pada menu utama.
- 3) Jika pada menu utama memilih tombol main maka akan masuk ke menu memilih jenis tes sim.
- 4) Selanjutnya jika memilih salah satu jenis tes sim maka akan lanjut ke mini map sebelum tes teori, namun jika tidak jadi memilih akan kembali ke menu utama.
- 5) Kemudian masuk ke tes teori, dimana penentuan kelulusannya dilakukan dengan algoritma *Neural Network Backpropagation* ketika lulus akan lanjut ke mini map sebelum tes praktik namun jika gagal akan kembali ke menu utama.
- 6) Selanjutnya masuk ke tes praktik, dimana penentuan kelulusannya dilakukan dengan algoritma *Neural Network Backpropagation* ketika lulus akan lanjut ke mini map

pembayaran dan mendapat sim namun jika gagal akan kembali ke menu utama.

- 7) Jika pada menu utama memilih tombol materi maka akan masuk ke bab materi kemudian terdapat *list* dari materi ketika memilih salah satu bab dari materi tersebut.
- 8) Jika pada menu utama memilih tombol tutorial maka akan menampilkan halaman tutorial
- 9) Jika pada menu utama memilih tombol keluar maka akan keluar dari *game*.

Alur permainan dijelaskan dengan *flowchart* pada Gbr. 3:



Gbr. 3 Flowchart Algoritma Permainan

D. Perancangan Algoritma Pelatihan

Neural Network Backpropagation pada penelitian ini digunakan untuk menentukan keputusan akhir kelulusan yang di dapat pada akhir tes. *Neural Network Backpropagation* di pilih karena *Neural Network* ini memiliki *output* berupa konstanta. Arsitektur *Neural Network Backpropagation* pada penelitian ini terdapat pada Gbr. 1 dimana terdapat dua *input layer*, dua *hidden layer*, dan satu *output layer*. Variabel yang digunakan sebagai fungsi *input* adalah nilai skor, dan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tes.

Pada tes teori, pemohon SIM akan menjawab total 35 soal mengenai pemahaman berkendara sesuai dengan SIM yang ingin dibuat sesuai dengan standar Satpas Polrestabes Surabaya. Pemain diwajibkan mengerjakan 35 soal dan harus menjawab paling sedikit 25 soal dengan benar, dimana ketika

mengerjakan semua soal akan diberikan batasan waktu yakni 1050 detik, jika melewati waktu tersebut maka akan dianggap gagal. Jika pembuat sim menjawab soal benar kurang dari 25 soal maka akan gugur dan tidak dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya.

Pada tes praktik, pembuat SIM akan melakukan tes praktik dengan tahapan yang berbeda – beda pada setiap pilihan SIM yang dipilih. Pada tahap ini untuk lulus pembuat SIM harus melalui aturan – aturan yang berbeda untuk mencapai garis finish, dengan aturan yang akan tertera ketika akan memasuki game. Dengan parameter penghitungan skor berdasarkan nyawa, jadi pada awal tes praktik pemohon akan diberikan 3 nyawa dengan 100 skor. Dimana 1 nyawa akan berimbas kepada pengurangan skor sebanyak 15 dari skor awal. Saat nyawa pemohon 0, maka pemohon dianggap gagal melakukan tes praktik. Ketika melakukan tes praktik akan diberikan batasan waktu yakni 1800 detik, jika melewati waktu tersebut maka akan dianggap gagal. Jadi untuk mendapatkan SIM pemohon harus memiliki nyawa lebih dari 0 dan sisa waktu.

Perancangan metode terdapat pada penentuan lulus tes berdasarkan variabel tadi. Dari variabel yang sudah ditentukan, maka akan dapat dibuat pola pelatihan untuk masukan pada perhitungan algoritma *Neural Network Backpropagation*.

Pada Tabel I telah dijelaskan pola pelatihan yang akan digunakan untuk pengimplementasian *game* edukasi simulasi pembuatan SIM. Terdapat dua *input* yaitu skor dan waktu. Ketika pola tersebut telah sesuai dengan gerbang logika AND maka sistem akan mengarahkan ke *output* yang telah ditentukan. Pada algoritma *Neural Network Backpropagation* untuk *game* ini akan terdapat 58 data set, dimana 38 untuk data *training* dan 20 untuk data *testing* dengan prosentasi 66,7 % untuk data *training* dan 33,3 % untuk data *testing* [6].

Pada metode backpropagation perlu dilakukan uji coba *trial and error* atau konvergensi terbaik hingga didapatkan hasil konvergensi pelatihan terbaik dimana diambil jumlah *epoch* terkecil, waktu tercepat, dan tingkat keakuratan tertinggi [15]. Parameter yang digunakan untuk pengujian konvergensi terbaik yakni :

- 1) Masukan : (0 0), (0 1), (1 0), (1 1)
- 2) Keluaran: 0,1
- 3) Target : 0,0,0,1
- 4) Bobot *Input Hidden* : (0,0,0,0), (0,0,0,0)
- 5) *Max Epoch* : 1500

TABEL I
POLA PELATIHAN ALGORITMA BACKPROPAGATION

Level	Input 1 (Skor)	Input 2 (Waktu)	Output
Tes Teori	(Skor >70) 1	(Waktu > 0 && Waktu < 1050) 1	(Lulus Tes Praktik) 1
Tes Teori	(Skor >70) 1	(Waktu < 1) 0	(Gagal Tes SIM) 0
Tes Teori	(Skor <70) 0	(Waktu > 0 && Waktu < 1050) 1	(Gagal Tes SIM) 0
Tes Teori	(Skor <70) 0	(Waktu < 1) 0	(Gagal Tes SIM) 0

Tes Pratik	(Skor >70) 1	(Waktu > 0 && Waktu < 1800) 1	(Lulus Tes SIM) 1
Tes Pratik	(Skor >70) 1	(Waktu < 1) 0	(Gagal Tes SIM) 0
Tes Pratik	(Skor <70) 0	(Waktu > 0 && Waktu < 1800) 1	(Gagal Tes SIM) 0
Tes Pratik	(Skor <70) 0	(Waktu < 1) 0	(Gagal Tes SIM) 0

TABEL II
PENGUJIAN KONVERGENSI TERBAIK UNTUK PENENTUAN LEARNING RATE

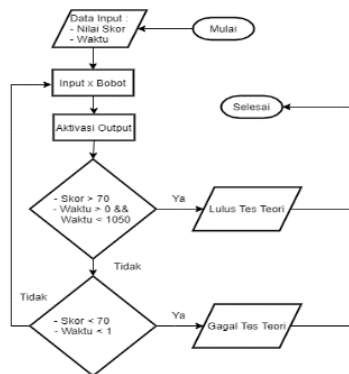
No	Learning Rate	Max Epoch	Epoch	Waktu (Detik)	Tingkat Keakuratan	
					Training	Testing
1	0.7	1500	1500	8	100%	100%
2	0.6	1500	1500	7	100%	100%
3	0.5	1500	880	5	100%	100%
4	0.4	1500	550	5	100%	100%
5	0.3	1500	320	4	100%	100%

Berdasarkan Tabel II didapatkan hasil pengujian konvergensi terbaik pada tahap *training* dan *testing* dalam arsitektur penelitian ini adalah pada saat *learning rate* 0.3.

Setelah ditentukan pola pelatihan maka permainan dapat ditentukan algoritma pelatihan ketika melakukan tes teori dan praktik dengan penjelasan sebagai berikut :

- 1) Algoritma pelatihan pada tes teori dengan dua *input* dan *output*-nya adalah penentu kelulusan, dijelaskan sebagai berikut :
 - a) Masukkan 2 *input* (nilai skor dan waktu) Memasukkan bobot dari *training*.
 - b) Aktivasi nilai *output*.
 - c) Pengecekan *input* apakah sesuai dengan data training ketika skor > 70 dan waktu > 0 && waktu < 1050 maka akan memunculkan keputusan lulus tes teori.
 - d) Pengecekan *input* apakah sesuai dengan data training ketika skor < 70 dan waktu < 1 maka akan memunculkan keputusan gagal tes teori.
 - e) Apabila sesuai dengan data *training* maka muncul keputusan, jika tidak maka akan kembali ke poin b.

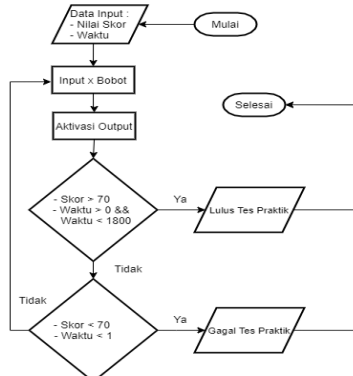
Alur Algoritma *Neural Network Backpropagation* pada tes teori dijelaskan dengan *flowchart* pada Gbr. 4 sebagai berikut :



Gbr. 4 Flowchart Algoritma *Neural Network Backpropagation* pada Penentuan Kelulusan Tes Teori

- 2) Algoritma pelatihan pada tes teori dengan dua *input* dan *output*-nya adalah penentu kelulusan, dijelaskan sebagai berikut :
 - a) Masukkan 2 *input* (nilai skor dan waktu) Memasukkan bobot dari *training*.
 - b) Aktivasi nilai *output*.
 - c) Pengecekan *input* apakah sesuai dengan data training ketika skor > 70 dan waktu > 0 && waktu < 1800 maka akan memunculkan keputusan lulus tes teori.
 - d) Pengecekan *input* apakah sesuai dengan data *training* ketika skor < 70 dan waktu < 1 maka akan memunculkan keputusan gagal tes teori.
 - e) Apabila sesuai dengan data *training* maka muncul keputusan, jika tidak maka akan kembali ke poin b.

Alur Algoritma *Neural Network Backpropagation* pada tes praktik dijelaskan dengan flowchart Gbr. 5 sebagai berikut :



Gbr. 2 Flowchart Algoritma *Neural Network Backpropagation* pada Penentuan Kelulusan Tes Teori

E. Perancangan Alur Game

Dalam pembuatan game edukasi simulasi pembuatan SIM ini diperlukan suatu perancangan alur *game/storyboard*. Alur *game* ini memberikan gambaran tentang *game* yang akan diciptakan sebelum diimplementasikan dalam program/aplikasi pembuat *game*. Pada penelitian ini terdapat 11 tampilan yang menggambarkan jalannya game edukasi simulasi pembuatan SIM.

Alur *game/storyboard* dari game edukasi simulasi pembuatan SIM dijelaskan sebagai berikut :

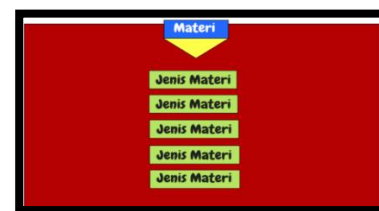
- 1) Antar Muka Menu Utama



Gbr. 6 Halaman Menu Utama

Pada Gbr. 6 dijelaskan bahwa terdapat empat tombol, yakni tombol materi untuk menuju ke tampilan materi, tombol cara bermain untuk menuju ke tampilan cara bermain, tombol mulai simulasi untuk menuju ke halaman pemilihan jenis tes sim yang akan dilakukan, tombol pengaturan untuk menuju ke tampilan pengaturan, tombol keluar untuk keluar dari permainan.

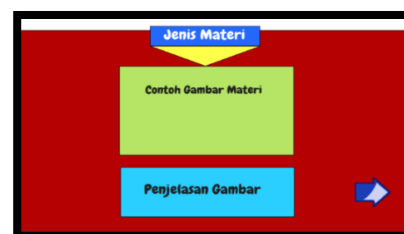
- 2) Antar Muka Halaman Materi



Gbr. 7 Halaman Materi

Pada Gbr. 7 dijelaskan bahwa terdapat list dari materi – materi yang ada, dimana jika di klik pemain akan di arahkan ke dalam detail halaman materi. Ada 4 jenis materi yang akan dimasukkan pada permainan simulasi pembuatan sim ini yakni jenis materi rambu peringatan, jenis materi rambu larangan, jenis materi rambu perintah, dan jenis materi rambu petunjuk.

- 3) Antar Muka Halaman Detail Materi



Gbr. 8 Halaman Detail Materi

Pada Gbr. 8 berisi tampilan detail materi dimana didalamnya terdapat contoh gambar materi dan penjelasan dari materi tersebut, juga terdapat tombol panah ke kanan yang berfungsi untuk lanjut ke materi lain.

- 4) Antar Muka Halaman Memilih Jenis Sim Ujian



Gbr. 9 Halaman Memilih Jenis Sim Ujian

Pada Gbr. 9 dijelaskan bahwa pemain dapat melihat list dari jenis sim yang akan di ujikan dan terdapat SIM A, SIM C, SIM B1, SIM B2, dan SIM D. Ketika tombolnya dipilih maka pemain akan diarahkan menuju halaman mini map dimana disitu pemain dapat melihat mini map dari Satlantas Polrestaes Surabaya, jadi ketika datang ke kantor sebenarnya sudah tidak asing lagi.

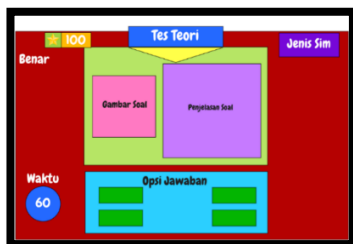
5) Antar Muka Halaman Mini Map dari Satlantas



Gbr. 10 Halaman Mini Map dari Satlantas

Pada Gbr. 10 dijelaskan bahwa terdapat tampilan mini map dari kantor Satlantas Polrestaes Surabaya, disini nanti akan ada karakter yang diibaratkan sebagai pemohon pembuat SIM akan berjalan – jalan secara animasi dengan tipe *top to down* untuk mengarah ke tempat tes yang akan di tuju, dengan sebelum masuk ke tempat tahapan tes, terdapat pula keterangan alur ketika membuat SIM berupa pop up pada setiap tahapannya.

6) Antar Muka Halaman Tes Teori



Gbr. 11 Halaman Tes Teori

Pada Gbr. 11 dijelaskan bahwa terdapat contoh skema tes teori dengan gambar , teks soal , dan juga empat opsi jawaban, disamping itu pada pojok kanan terdapat jenis sim yang di ujikan, pada pojok kiri atas terdapat jumlah soal di jawab benar dan di pojok kiri bawah terdapat batas waktu peserta mengerjakan setiap tes. Ketika awal masuk halaman ini akan terdapat pop up yang menjelaskan terntang cara bermain dari tes ini.

7) Antar Muka Halaman Tes Praktik



Gbr. 12 Halaman Tes Praktik

Pada Gbr. 12 dijelaskan bahwa terdapat contoh salah satu skema tes praktik sim dengan tampilan kendaraan sesuai jenis tes sim yang dipilih beserta tantangannya terdapat 3 hingga 5 jenis tes praktik pada setiap tes praktik sim. Pada roda 2 akan melalui 3 tahapan tes praktik yakni tes lurus, tes zig zag, dan tes angka 8, untuk roda 4 akan melauai 5 tahapan tes praktik yakni tes lurus, tes parkir seri, tes zig zag, tes parkir paralel, dan tes tanjakan. Disamping itu pada pojok kanan terdapat jenis sim yang di ujikan, dibawahnya terdapat tombol pause untuk menghentikan *game* secara sementara pada pojok kiri atas terdapat total nyawa dimana hanya terdapat 3 nyawa / kesempatan para pemain untuk menyelesaikan permainan dengan sesuai aturan yang ada dan di tiap pojok bawah terdapat panah kanan, kiri, atas, dan bawah dimana panah - panah tersebut menjadi penggerak dari kendaraan yang telah di sediakan. Ketika awal masuk halaman ini akan terdapat pop up yang menjelaskan terntang cara bermain dari tes ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Game

Game edukasi simulasi pembuatan SIM ini hanya dapat berjalan pada operasi sistem *Android* dan dapat berjalan tanpa adanya koneksi internet atau secara *offline* sehingga dapat digunakan dimanapun. Hasil *game* dibangun berdasarkan dari rancangan yang telah ditentukan sebelumnya, berikut merupakan hasil antar muka dan pembahasan dari *game* edukasi simulasi pembuatan SIM :

1) Tampilan Main menu



Gbr. 13 Tampilan Aplikasi Main Menu

Pada Gbr. 13 menunjukkan tampilan pada menu utama pada *game* edukasi simulasi pembuatan SIM dimana terdapat 4 tombol yakni materi, cara bermain, keluar, dan mulai. Tombol mulai digunakan untuk masuk ke tampilan memilih jenis sim.

2) Tampilan Materi

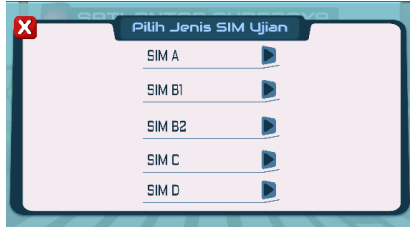


Gbr. 14 Tampilan Aplikasi Materi

Pada Gbr. 14 menunjukkan tampilan pada salah satu bagian dari materi dimana telah dipilih sebelumnya dari 4 jenis materi

yang telah dimasukkan pada permainan simulasi pembuatan sim ini yakni jenis materi rambu peringatan, jenis materi rambu larangan, jenis materi rambu perintah, dan jenis materi rambu petunjuk sesuai dengan perancangan, dimana setelah memilih jenis materi yang diinginkan untuk dipelajari maka pemain akan masuk ke dalam materi. Dimana didalam setiap materi terdapat beberapa gambar rambu dengan penjelasan dibawahnya, tombol *next* digunakan untuk lanjut ke materi selanjutnya.

3) Tampilan Pilih Jenis SIM



Gbr. 15 Tampilan Aplikasi Pilih Jenis SIM

Pada Gbr. 15 menunjukkan tampilan pada saat memilih tes SIM apa yang akan diikuti, sesuai dengan rancangan yakni terdapat SIM A, SIM B1, SIM B2 untuk roda empatnya, juga SIM C, dan SIM D untuk roda duanya.

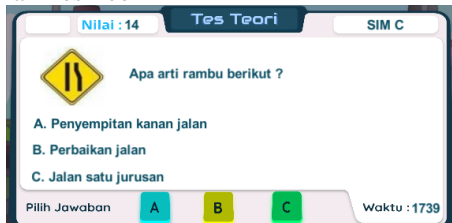
4) Tampilan Minimap Gedung Satpas



Gbr. 16 Tampilan Mini Map Gedung Satpas

Pada Gbr. 16 menunjukkan tampilan pada salah satu bagian dari dalam *minimap* gedung satpas yakni bagian pengumpulan formulir, dimana ketika pemain menyentuh bulatan merah maka akan ada seorang petugas kepolisian yang akan melakukan pelayanan, dengan tampilan pada permainan muncul sebuah *pop up* pemberitahuan. Pada tampilan *minimap* terdapat 4 tombol untuk jalan atas, bawah, kanan, dan kiri digunakan untuk menjalankan pemohon sim dalam permainan dimana pemain harus mengikuti alur panah putih yang berada dibawah jalan agar dapat menuju tempat – tempat yang telah ditentukan secara urut.

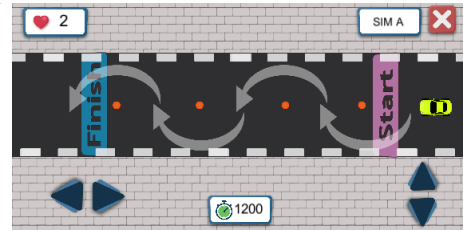
5) Tampilan Tes Teori



Gbr. 17 Tampilan Aplikasi Tes Teori

Pada Gbr. 17 menunjukkan tampilan tes teori sesuai dengan rancangan yang dimana terdapat 3 opsi pilihan jawaban, *text* pertanyaan, gambar pertanyaan (opsional), waktu, nilai dan jenis SIM yang diikuti.

6) Tampilan Tes Praktik



Gbr. 18 Tampilan Aplikasi Tes Praktik

Pada Gbr. 18 menunjukkan tampilan pada salah satu bagian dari tes praktik yakni tes zig – zag, dimana sebenarnya dalam permainan, untuk roda empat akan dilakukan 5 tahapan tes dan untuk roda duanya akan dilakukan sebanyak 3 tes untuk lulus dan berhak mendapat SIM. Pada tes teori akan terdapat 4 tombol navigasi yakni tombol atas untuk gas maju, tombol bawah untuk mundur, tombol kanan kiri untuk belok.

7) Tampilan Berhasil Mendapat SIM



Gbr. 19 Tampilan Aplikasi Berhasil Mendapat SIM

Pada Gbr. 19 menunjukkan tampilan detail SIM yang didapat oleh pemain ketika berhasil lulus tes teori dan tes praktik, jadi karakter yang terdapat pada permainan mendapat SIM sesuai dengan pilihan jenis SIM yang telah dipilih pada awal permainan.

B. Simulasi Hitungan Manual Backpropagation

Sesuai dengan pola pelatihan pada Tabel I yang telah menjelaskan pola pelatihan yang akan digunakan dalam *game* edukatif simulasi pembuatan SIM, berikut contoh penghitungan manual pelatihan algoritma yang digunakan dalam penentuan kelulusan *game* ini :

1) Dengan contoh sesuai Tabel II ketika pemain melakukan tes teori dengan skor sejumlah 86 dan sisa waktu sebanyak 550 detik, maka angka - angka tersebut akan dikonversi menjadi (1 1) sebagai input.

Pelatihan *Neural Network Backpropagation* untuk pola pelatihan input (1 1) :

2) Langkah 0:

Memberikan inisialisasi bobot - bobot, nilai bobot ditentukan ke nilai acak :

a) Matrik pada bobot 1 : 0,45 ; 0,32 ; 0,74 ; -0,22

b) Matrik pada bobot 2 : 0,10 ; 0,92

3) Langkah 1:

- Menentukan nilai *epoch* atau jumlah iterasi maksimal sebanyak 1500 dan *learning rate / alpha* (α) jaringan ke 0,3 sesuai dengan uji coba pada tabel II. Toleransi *error* yang ditentukan yakni 0.41 [15].
- 4) Langkah 2:
Selanjutnya, nilai pola input (1 1) diatur ke *neuron layer input* dengan keluaran dari lapisan masukan adalah sama dengan masukannya.
 - 5) Langkah 3:
Dilakukan aktivasi pada neuron di *hidden layer*:
 - a) *Input neuron* tersembunyi 1 :
 $1 * 0.45 + 1 * 0.74 = 1.19$
 - b) *Input neuron* tersembunyi 2 :
 $1 * 0.32 + 1 * (-0.22) = 0.1$
 - c) *Output neuron* tersembunyi 1 :
 $1 / (1 + \exp(-1.19)) = 0.76674106422$
 - d) *Output neuron* tersembunyi 2 :
 $1 / (1 + \exp(+0.1)) = 0.47502081252$
 - 6) Langkah 4:
Neuron di layer output diaktivasi :
 - a) *Input neuron output* :
 $0.76674106422 * 0.10 + 0.47502081252 * 0.92 = 0.5136932539$
 - b) *Output neuron output* :
 $1 / (1 + \exp(-0.5136932539)) = 0.59828188655392$
 - 7) Langkah 5:
Melakukan penghitungan nilai *error* dengan menggunakan *output* dari target : $1 - 0.59828188655392 = 0.40171811344$
 - 8) Langkah 6:
Setelah mendapatkan *error output*, dilanjutkan dengan melakukan *backpropagation*.
 - 9) Langkah 7:
Proses *Backpropagation* dimulai dengan mengubah bobot pada matrik bobot 2 :
 - a) Perubahan bobot 1 : $0.3 * (-0.40171811344) * 0.76674106422 * 0.59828188655392 * (1 - 0.59828188655392) = -0,022$
 - b) Perubahan bobot 2 : $0.3 * (-0.40171811344) * 0.47502081252 * 0.59828188655392 * (1 - 0.59828188655392) = -0,0138$
 - c) Bobot 1: $0,10 * (-0,022) = (-0,0022)$
 - d) Bobot 2: $0,92 * (-0,0138) = (-0,0127)$
 - 10) Langkah 8:
Dilanjutkan dengan mengubah matrik bobot 1:
 - a) Perubahan bobot 1 :
 $0.3 * - 0.40171811344 * 1 * 0.76674106422 * (1 - 0.76674106422) = - 0,02155409$
 - b) Perubahan bobot 2 :
 $0.3 * - 0.40171811344 * 1 * 0.47502081252 * (1 - 0.47502081252) = - 0,03005366$
 - c) Perubahan bobot 3 :
 $0.3 * - 0.40171811344 * 1 * 0.76674106422 * (1 - 0.76674106422) = - 0,02155409$
 - d) Perubahan bobot 4 :

- e) Bobot 1 : $0,45 - (- 0,02155409) = 0,66554$
 - f) Bobot 2 : $0,32 - (- 0,03005366) = 0,35005$
 - g) Bobot 3 : $0,74 - (- 0,02155409) = 0,761554$
 - h) Bobot 4 : $-0,22 - (- 0,03005366) = -0.189946$
 - 11) Proses pelatihan dilanjutkan pada langkah ke 9 yakni pengecekan kondisi berhenti, jika *error* memenuhi toleransi *error* yang telah ditentukan sebelumnya, maka pelatihan akan dihentikan. Namun jika belum memenuhi toleransi kesalahan maka akan mengulangi langkah 2 hingga 9.
 - 12) Setelah menentukan bobot baru pada poin 10 yang telah memenuhi toleransi *error*, maka iterasi telah selesai dikerjakan. Prosedur yang sama akan digunakan pada masukan yang lain, tetapi menggunakan nilai dari bobot yang telah disesuaikan. Selanjutnya bobot dapat dimasukkan untuk melakukan pengujian.
- Pengujian *Neural Network Backpropagation* dengan masukan (1 1) :
- 13) Langkah 0:
Menggunakan bobot yang telah didapat berdasarkan hasil akhir dari pelatihan sebelumnya.
 - 14) Langkah 1:
Melakukan perhitungan sesuai dengan langkah 3 dan 4.
 - 15) Langkah 2:
Dilakukan aktivasi pada neuron di *hidden layer*:
 - a) *Input neuron* tersembunyi 1 :
 $1 * 0.66554 + 1 * 0.761554 = 1.43$
 - b) *Input neuron* tersembunyi 2 :
 $1 * 0.35005 + 1 * (-0.189946) = 0.16$
 - c) *Output neuron* tersembunyi 1 :
 $1 / (1 + \exp(-1.43)) = 0.806901$
 - d) *Output neuron* tersembunyi 2 :
 $1 / (1 + \exp(+0.16)) = 0.460085$
 - 16) Langkah 3:
Neuron di layer output diaktivasi :
 - a) *Input neuron output* :
 $0.806901 * -0.0022 + 0.460085 * -0.0127 = -0.0076182617$
 - b) *Output neuron output* :
 $1 / (1 + \exp(-0.0076182617)) = 0.99241068370447$

Jika menggunakan input (1 1), *output neuron* yang dihasilkan adalah 0.99241068370447, maka akan dilakukan pembulatan yakni akan keluar hasil akhir 1 yang berarti pemain tersebut lulus tes teori.

C. Pengujian Algoritma Neural Network Backpropagation

Pada tiap akhir tes yaitu dari tes teori dan tes praktik, algoritma *Neural Network Backpropagation* dilakukan pengujian dengan parameter masukan yaitu nilai skor, waktu.

TABEL III
PENGUJIAN NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION
UNTUK TES TEORI

No	Input		Hasil Kelulusan Pada Aplikasi	Hasil Kelulusan Pada Matlab	Hasil Kelulusan Pada
	Jumlah Skor	Sisa Waktu			

					Nilai Aktual
1	100 (1)	851 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
2	86 (1)	550 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
3	74 (1)	0 (0)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
4	71 (1)	742 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
5	60 (0)	0 (0)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
6	66 (0)	902 (1)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
7	0 (0)	1042 (1)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
8	54 (0)	663 (1)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
9	91 (1)	787 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
10	78 (1)	938 (1)	L (1)	L (1)	L (1)

Pengujian dilaksanakan dengan melakukan pembadingan hasil *output Neural Network Backpropagation* pada *game*, nilai yang dihasilkan pada aplikasi *matlab*, dan nilai aktual. Tabel III dan Tabel IV merupakan *sample* dari pengujian algoritma *Neural Network Backpropagation* saat tes teori dan tes praktik dengan masing – masing berjumlah 10, dimana didalamnya terdapat seluruh kondisi dari Tabel I. Pada Tabel III dan IV jumlah skor adalah hasil penilaian dalam *game* dengan hitungan berdasarkan Tabel I, sisa waktu adalah waktu yang tersisa dari pemain ketika menyelesaikan setiap tes. Terdapat sisa waktu yang bernilai 0 pada Tabel III dan Tabel IV, hal tersebut terjadi ketika pemain kehabisan waktu dalam mengerjakan tes. Keterangan L pada Tabel III dan Tabel IV diartikan dengan Lulus, sedangkan keterangan TL pada Tabel III dan Tabel IV diartikan dengan Tidak Lulus.

TABEL IV
PENGUJIAN NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION
UNTUK TES PRAKTIK

No	Input		Hasil Kelulusan Pada Aplikasi	Hasil Kelulusan Pada Matlab	Hasil Kelulusan Pada Nilai Aktual
	Jumlah Skor	Sisa Waktu			
1	100 (1)	864 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
2	85 (1)	756 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
3	70 (1)	652 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
4	55 (0)	800 (1)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
5	100 (1)	0 (0)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
6	85 (1)	0 (0)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
7	70 (1)	0 (0)	TL (0)	TL (0)	TL (0)
8	55 (0)	0 (0)	TL (0)	TL (0)	TL (0)

9	85 (1)	583 (1)	L (1)	L (1)	L (1)
10	70 (1)	200 (1)	L (1)	L (1)	L (1)

Selain menggunakan pembadingan, juga dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *K-Fold Cross Validation*, yang merupakan metode pengujian sehingga diketahui apakah semua data *set*, meliputi *training* dan *testing* telah dicoba baik sebagai data latih maupun hasil keluaran ke dalam neural network. Hasil akurasi yang dilakukan dengan pengujian *K-Fold Cross Validation* adalah 100 % sesuai yang ditampilkan pada Tabel V, jadi dapat disimpulkan bahwa akurasi keputusan yang berasal dari *neural network backpropagation* jika dibandingkan dengan keputusan dengan nilai aktual saat proses *training* mempunyai akurasi yang tinggi.

TABEL V
PENGUJIAN NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION
MENGUNAKAN K-FOLD CROSS VALIDATION DENGAN
K = 10

Fold	Rata – Rata Akurasi
1	100 %
2	100 %
3	100 %
4	100 %
5	100 %
6	100 %
7	100 %
8	100 %
9	100 %
10	100 %
Rata – Rata	100 %

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan dari hasil pengujian penelitian ini menghasilkan akurasi yang sangat baik yakni *game* simulasi pembuatan SIM ini menghasilkan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) yang baik yaitu sebesar 0% pada percobaan algoritma *Neural Network Backpropagation* dengan nilai *max epoch* = 1500, *learning rate* = 0.3, dan toleransi *error* = 0.41 ketika tes teori dan tes praktik dengan masing masing sebanyak 10 kali percobaan. Dan akurasi yang dilakukan dengan pengujian *K-Fold Cross Validation* menghasilkan akurasi sebesar 100 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Yang utama ucapan terima kasih saya ungkapkan kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang, karena petunjuk-Nya lah penelitian ini dapat diselesaikan dengan sangat baik. Terimakasih juga saya ungkapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung jalannya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] M. Andriansyah, "merdeka.com," www.merdeka.com, 21 Maret 2019. [Online]. Available: <https://www.merdeka.com/peristiwa/angka-kecelakaan-di-jatim-tinggi-terbanyak-di-jombang-dan-surabaya.html>. [Accessed 12 Februari 2020].
- [2] W. Abraham, "Surya.co.id," Surya.co.idRabu, 11 September 2019 13:59, 11 September 2019. [Online]. Available: <https://surabaya.tribunnews.com/2019/09/11/operasi-patuh-semeru-2019-di-surabaya-pelanggaran-naik-100-persen-didominasi-kendaraan-roda-dua>. [Accessed 12 Februrari 2020].
- [3] J. D. Anggoro, "Educational Simulation Game Development of Driving License Test Type A," in *Prosiding Seminar Nasional Multimedia & Artificial Intelligence 2018*, Yogyakarta, 2018.
- [4] A. Wibowo, "Jaringan Syarat Tiruan Feedforward," 24 Nov 2017. [Online]. Available: <https://mti.binus.ac.id/2017/11/24/jaringan-syaraf-tiruan-feedforward/>.
- [5] M. S. Syarif, "Penerapan Algoritma Backproagation Untuk Menentukan Level Bonus Dan Score Bonus Pada Game Edukasi Nahwu Menggunakan Kartu Berbasis Androdi," Universitas Islam Negeri Malang, Malang, 2016.
- [6] A. N. Hayati, "Game Pengenalan Tata Surya Menggunakan Metode Neural Network Backpropagation Dalam Menentukan Level," Universitas Islam Negeri Malang, Malang, 2018.
- [7] E. Tanuar, "Back Propagation Neural Network Experiment on Team Matchmaking MOBA game," in *2018 ICOIACT*, Jakarta, 2018.
- [8] A. Caesarini, "Perubahan Skenario Secara Dinamis dengan Menggunakan Metode Backpropagation pada Game Bahasa Osing," Universitas Islam Negeri Malang, Malang, 2014.
- [9] N. C. Kushardianto and D. Santoso, "Sistem Informasi Pembuatan SIM (Surat Izin Mengemudi) pada Instansi Kepolisian," *Jurnal Integrasi Politeknik Negeri Batam*, vol. II, 2010.
- [10] Korlantas, "Korlantas Polri," Polri, 5 April 2018. [Online]. Available: <http://korlantas.polri.go.id/korlantas/syarat-dan-alur-penerbitan-sim-online/>. [Accessed 2020 Februari 14].
- [11] A. Tisan and J. Chin, "An End-User Platform for FPGA-Based Design and Rapid Prototyping of Feedforward Artificial Neural Networks With On-Chip Backpropagation Learning," *IEEE*, vol. 12, pp. 1124 - 1133, 2016.
- [12] A. Zainy, "Identifikasi Calon Mahasiswa Penerima Beasiswa Bidikmisi Menggunakan Metode Backpropagation," *Jurnal Education And Development IPTS*, vol. 8, pp. 57 - 64, 2020.
- [13] S. Kosasi, "Penerapan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Teknologi STMIK Pontianak*, vol. 7, pp. 20 - 28, 2014.
- [14] A. Sunyoto and K. Kusriani, "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Prediksi Penerima Beasiswa Menggunakan Metode Neural Network Backpropagation," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, pp. 19 - 24, 2018.
- [15] M. Anike, Pengembangan Sistem Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Dokter Keluarga Menggunakan Backpropagation, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2012.
- [16] D. Avianto, "Pengenalan Pola Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma Momentum Backpropagation Neural Network," *Jurnal Informatika*, vol. 10, pp. 1199 - 1209, 2016.