

PREDIKSI POLA PENGUNJUNG UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS LAYANAN MENGGUNAKAN TEKNIK HEURISTIK PADA OPTIMASI BOBOT BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK

Ika Ayu Amelia Puspitasari*, Moch. Arief Soeleman, R. A. Premunendar

*Kantor Imigrasi Semarang Kelas I, Universitas Dian Nuswantoro

*amelinaid@yahoo.com

Disetujui: Maret 2017. Dipublikasikan: April 2018

ABSTRAK

Jumlah pengunjung kantor imigrasi yang membuat passport atau melakukan perpanjangan passport setiap bulannya sangat fluktuatif, hal ini bisa menimbulkan masalah bagi kantor Imigasi untuk menjaga kualitas layanan kepada masyarakat, sehingga memerlukan metode prediksi untuk meramalkan kapan akan terjadi lonjakan pengunjung sehingga kualitas layanan tetap terjaga. Untuk itu kantor imigrasi harus memiliki beberapa informasi untuk membuat prediksi. Informasi yang sempurna akan mempermudah dalam prediksi dan prediksi yang baik adalah prediksi secara akurat. Untuk melakukan prediksi secara akurat maka diperlukan metode yang tepat pula. *Neural Network* atau biasa disebut juga jaringan syaraf tiruan adalah suatu metode komputasi yang meniru system jaringan saraf biologi. Jaringan saraf tiruan ini dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan Backpropagation Heuristik untuk meningkatkan kecepatan proses pelatihan neuron-neuron dalam melakukan prediksi

Kata kunci: *Neural Network, Backpropagation, Heuristik, Prediksi.*

ABSTRACT

The number of visitors to the immigration office making passport or monthly passport renewal is very volatile, this can cause problems for the Immigration Office to maintain the quality of service to the community, thus requiring prediction methods to predict when there will be a surge of visitors so that the quality of service is maintained. For that the immigration office should have some information to make predictions. Perfect information will make it easier to predict and good predictions are accurate predictions. To accurately predict the exact method. Neural Network or also called artificial neural network is a computational method that mimics the system of neural network biology. Artificial neural networks are formed to solve a particular problem such as pattern recognition or classification because of the learning process. This study uses Heuristic Backpropagation to increase the speed of the training process of neurons in making predictions.

Keywords: *Neural Network, Backpropagation, Heuristik, Prediction.*

PENDAHULUAN

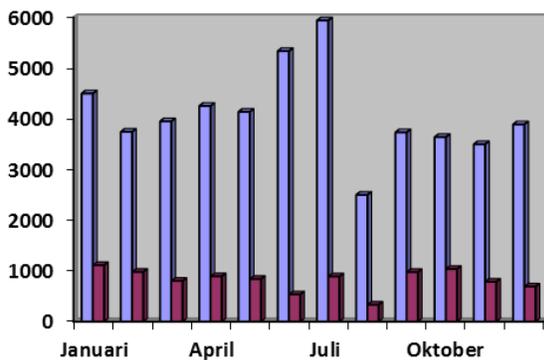
Kantor Imigrasi sebagai Unit Pelaksana Teknis (UPT) merupakan perwujudan dari bentuk Instansi Pemerintah yang melayani masyarakat di bidang keimigrasian. Berada langsung dibawah Direktorat Jenderal Imigrasi, keberadaan Kantor Imigrasi Semarang dengan jelas memiliki suatu peran yang sangat penting yaitu sebagai tempat untuk pelayanan Warga

Negara Indonesia maupun Warga Negara Asing dalam hal pelayanan publik dibidang keimigrasian. Sebagai institusi yang mengemban fungsi pelayanan publik, penegakan hukum, keamanan negara, dan fasilitator pembangunan kesejahteraan masyarakat, Direktorat Jenderal Imigrasi memiliki kewajiban untuk meningkatkan kepuasan publik melalui pelayanan keimigrasian yang transparan, akuntabel dan

responsif terhadap keluhan masyarakat (BPS, 2015).

Seiring dengan terus berkembangnya perekonomian di Indonesia pada khususnya dan pengaruh globalisasi ekonomi dunia dimana perkembangan bisnis di Indonesia semakin terbuka untuk asing sehingga menyebabkan pola dan trend gaya hidup masyarakat yang terus berubah termasuk perjalanan bisnis atau wisata keluar negeri juga mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sehingga kesibukan di kantor imigrasi dari hari kehari semakin meningkat . Hal tersebut bisa menyebabkan masalah dan resiko yang tinggi karena jumlah pembuat passport sangat fluktuatif sehingga tidak bisa diprediksi kapan akan terjadi pelonjakan pembuat passport.

Jumlah pengunjung kantor imigrasi yang fluktuatif, bisa menimbulkan masalah bagi kantor Imigasi. Untuk menjaga kualitas layanan kepada masyarakat, maka kantor Imigrasi Semarang memerlukan metode prediksi untuk meramalkan kapan akan terjadi lonjakan pengunjung sehingga kualitas layanan tetap terjaga, berikut gambaran jumlah pemohon passport dari tahun 2013-2014 berdasarkan data pada kantor imigrasi semarang kelas I.



Gambar 1. Jumlah Pemohon Papor tahun 2013-2014

Algoritma prediksi yang menunjukkan nilai tingkat kesalahan dalam peramalan lebih

sedikit dibandingkan dengan yang lainnya antara lain adalah Neural Network dibandingkan dengan metode statistic ARIMA (Cao Hongmei & Han Feng, 2014) (Liang Lanzhen & Shao Fan, 2010).

Neural Network merupakan jaringan yang menyerupai otak manusia, mempunyai kemampuan untuk belajar dimana proses pembelajaran diawasi oleh input dan output sehingga jaringan mampu memecahkan suatu masalah seperti pengenalan pola, klasifikasi atau prediksi (Mirza Cilimkovic, 2015).

Dari latar belakang tersebut diatas maka penelitian ini menggunakan algoritma Backpropagation Neural Network dengan metode Heuristik untuk meningkatkan performasi yang lebih baik sebagai pendekatan dalam memprediksi jumlah pengunjung kantor Imigrasi. Untuk memperbaiki bobot-bobot berdasarkan gradient descent dengan adaptive learning rate yang bersifat adaptive dibandingkan dengan metode resilient untuk perbaikan bobot-bobot input.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian observasi , tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

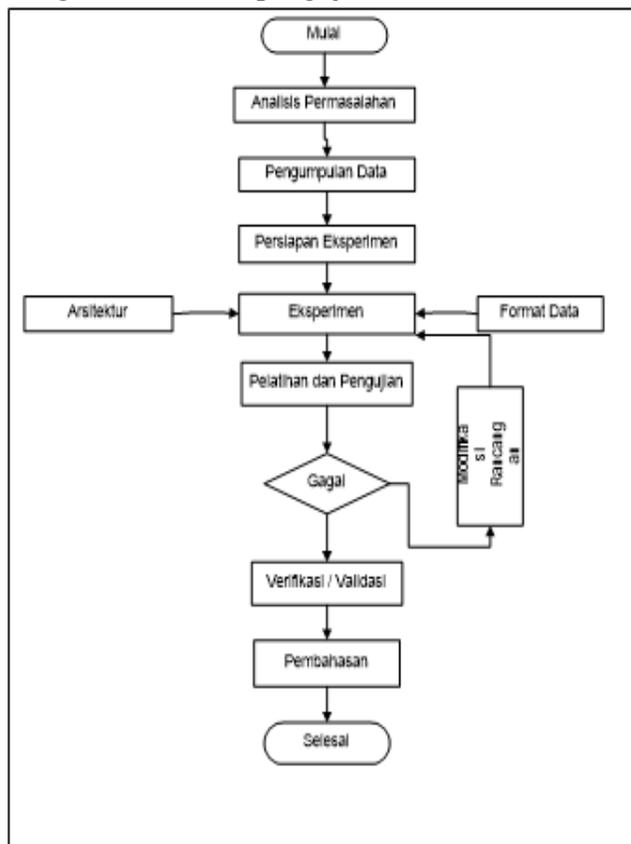
Objek Penelitian

Dalam penelitian ini objek penelitian yang digunakan adalah data pembuat passport selama 12 bulan.

Metode Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasi, dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian untuk menyelesaikan masalah sebagai berikut: (1) Analisa Permasalahan, Menemukan masalah

dilapangan. Dalam penelitian ini masalah yang dihadapi adalah adanya jumlah pemohon passport yang fluktuatif. (2) Pengumpulan Data, Data berasal dari database kantor Imigrasi pada tahun 2014 – 2015 (3) Persiapan Eksperimen Data, Preprocessing data adalah menormalisasikan data yang berasal dari data sekunder pemohon passport. (4) Eksperimen, Eksperimen data menggunakan tools Matlab dan Rapid Miner untuk melakukan eksperimen. (5) Pelatihan dan Pengujian Data sekunder setelah dinormalisasikan di bagi menjadi dua yaitu data latih dan data uji. (6) Jika pelatihan dan pengujian gagal maka dilakukan modifikasi data dan format data. Jika pelatihan dan pengujian berhasil maka akan diteruskan ke validasi dan verifikasi. (7) Validasi dan Verifikasi, Validasi dan Verifikasi menggunakan MRSE untuk mengetahui tingkat error hasil pengujian.



Gambar 2. Rancangan Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian dilakukan dengan cara menggunakan data primer yang diambil dari data pembuat passport pada tahun sebelumnya untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan observasi.

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data kedatangan pengunjung kantor Imigrasi Semarang tahun 2013. Untuk data yang digunakan adalah data setiap bulan dari tahun 2013 sampai tahun 2014 mengenai jumlah pemohon passport kantor Imigrasi Semarang. Data yang digunakan sebanyak 24 bulan, data yang digunakan untuk *training* yaitu data dari tahun 2013, 17 bulan pertama, sedangkan *testing* menggunakan data tahun 2014 sebanyak 4 bulan

Tabel 1. Data Training Pemohon Passport

No	Bulan	Jumlah Pemohon
1	Mei 2013	8730
2	Juni 2013	9786
3	Juli 2013	8438
4	Agust 2013	10105
5	Sept 2013	4618
6	Okt 2013	4615
7	Nov 2013	5220
8	Des 2013	5005
9	Jan 2014	3962
10	Feb 2014	4342
11	Maret 2014	4051
12	Apr 2014	4009
13	Mei 2014	5797
14	Juni 2014	6526
15	Juli 2014	6684
16	Agust 2014	4814
17	Sept 2014	3520
18	Okt 2014	3849
19	Nov 2014	5048
20	Des 2014	4223

Tabel 2. Data Testing Pemohon Passport

No	Bulan	Jumlah Pemohon
1	Jan 2013	5574
2	Feb 2013	4373
3	Maret 2013	4762
4	Apr 2013	5701
5	Mei 2013	8730
6	Juni 2013	9786
7	Juli 2013	8438

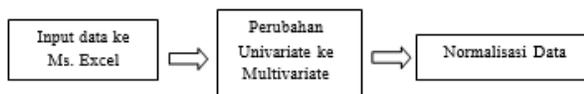
Pengolahan Data dan Analisis Data

Pengolahan data secara garis besar dibagi dalam 2 bagian yaitu pengujian parameter dan metode peramalan time series dengan metode yang sudah ditentukan yaitu dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan backpropagation. Pengolahan data ini menggunakan alat bantu software Matlab 2013b untuk metode Neural Network dan Rapid Miner 5.0.

Setelah dilakukan normalisasi data, kemudian diubah menjadi bentuk data pelatihan yang berfungsi untuk menentukan jumlah input. Berikut ini merupakan hasil eksperimen model dari metode *neural network* yang diukur dengan menggunakan *Mean Square Error*. Penentuan parameter pada *neural network* digunakan untuk menemukan model terbaik untuk melakukan prediksi, yaitu dengan mencari nilai terbaik dari setiap parameter yang ada. Penentuan parameter pada *neural network* pada penelitian ini berdasarkan pada, *Epoch* atau *training cycle*, *Learning Rate*, jumlah *neuron* pada *Hidden Layer* dan *train method* yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pre-processing



Gambar 3. Diagram Pre-processing

Pada perubahan data dari data univariate ke data multivariate dengan variabel input X_i meliputi data dari jumlah pemohon passport kantor Imigrasi Semarang (Y_{t+1} , Y_{t+2} sampai Y_{t+4}). Untuk batas variabel input sampai Y_{t+4} . Setelah data di normalisasikan maka selanjutnya adalah analisis parameter pada metode *neural network*.

Analisis Parameter

Analisis parameter akan dilakukan untuk parameter Neural Network sebagai sebuah metode yang baru digunakan. Analisis parameter akan memberikan alasan dan gambaran mengapa dipergunakan parameter tersebut serta hasil peramalan yang dihasilkan oleh penggunaan parameter tersebut. Parameter yang berpengaruh pada penggunaan Neural Network adalah fungsi. *Epoch* atau *training cycle*, *Learning Rate*, jumlah *neuron* pada *Hidden Layer* dan *train method* yang digunakan. Input layer akan divariasikan dengan masukan dari 2 sampai 4 input layer. Pembagian data input untuk pelatihan adalah sebagai berikut: (1) Input layer = 2, maka digunakan data set input Januari sampai Desember 2013 dengan target data 2015 (x_{t-2}). (2). Input layer = 3, maka digunakan data set input Januari sampai Desember 2014 dengan target data 2015 (x_{t-3}). (3) Input layer = 4, maka digunakan data set input Januari sampai Desember 2014 dengan target data 2015 (x_{t-4}).

Parameter-parameter yang harus di set adalah Maximum Epoch, Kinerja tujuan, LearningRate, Ratio menaikkan Learning Rate, Ratio menurunkan Learning rate, Maksimum Kegagalan, Maksimum kenaikan kinerja, Gradient Minimum.

Analisis Hasil Peramalan

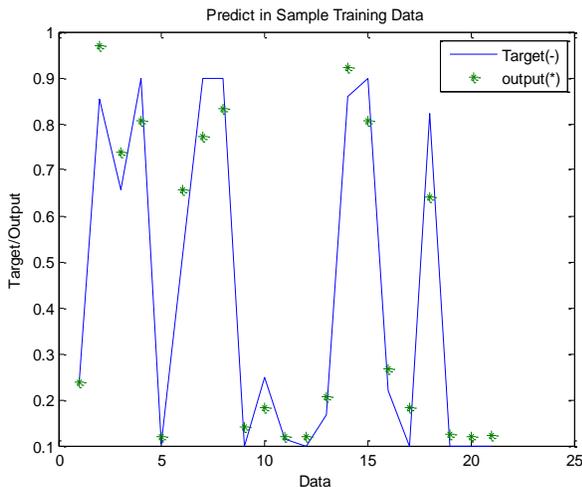
Untuk memperoleh nilai *training cycles* dalam penelitian ini ditentukan dengan cara melakukan uji coba data training sebesar 80% dimana 20% sisanya sebagai data

testing . Dalam pelatihan diperlukan model yang terbaik dengan memasukkan nilai secara manual pada range 100 sampai dengan 1000 untuk *training cycles*, *learning rate* sebesar 0.1 dengan jumlah *neuron* pada *hidden layer* sebanyak 3.

Tabel 3. Penentuan Jumlah *Training Cycle (Epoch)* berdasarkan *Training Method Gradient Descent Backpropagation dengan Adaptive Learning Rate (traingda)* dengan 4 input layer.

Epoch	Learning Rate	Size	Loop 1	Loop 2	Loop 3	Average
			MSE			
100	0.1	3	0.0198	0.0584	0.0095	0.0280
200	0.1	3	0.0833	0.0099	0.0292	0.0408
300	0.1	3	0.0075	0.0151	0.0076	0.0100
400	0.1	3	0.0291	0.0113	0.0386	0.0263
500	0.1	3	0.0139	0.0232	0.0075	0.0148
600	0.1	3	0.0444	0.0171	0.0066	0.0227
700	0.1	3	0.0321	0.0216	0.0199	0.0245
800	0.1	3	0.0167	0.0092	0.0180	0.0146
900	0.1	3	0.0122	0.0120	0.0228	0.0156
1000	0.1	3	0.1000	0.0148	0.0097	0.0415

Pada hasil uji coba pada tabel diatas menunjukkan bahwa *training cycle* yang menghasilkan nilai MSE terkecil adalah pada epoch ke 300.

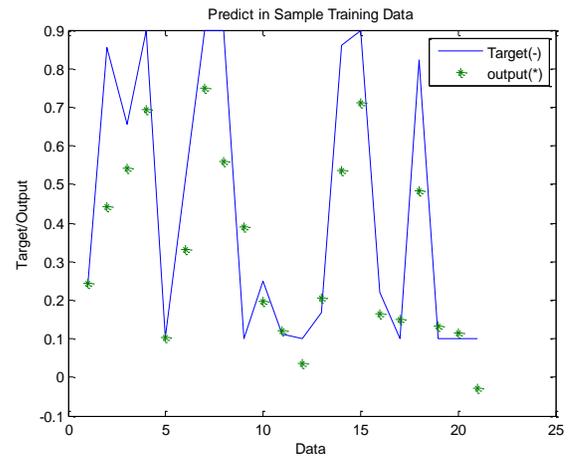


Gambar 4. Penentuan Jumlah *Training Cycle (Epoch)* berdasarkan *Training Method Gradient Descent Backpropagation dengan Adaptive Learning Rate (traingda)* dengan 4 input layer

Tabel 4. Penentuan Jumlah *Training Cycle (epoch)* berdasarkan *Training Method Resilient Backpropagation* dengan 4 input layer.

Epoch	Leaming Rate	Size	Loop 1	Loop 2	Loop 3	Average
			MSE			
100	0.1	3	0.0238765	0.00978711	0.0479172	0.02719
200	0.1	3	0.0115274	0.0110453	0.0241125	0.01556
300	0.1	3	0.0160088	0.090164	0.0119615	0.03938
400	0.1	3	0.00992784	0.0202187	0.0170025	0.01572
500	0.1	3	0.0182468	0.0131517	0.0105296	0.01398
600	0.1	3	0.0536098	0.0168425	0.0134157	0.02796
700	0.1	3	0.035263	0.015259	0.0148696	0.0218
800	0.1	3	0.018262	0.0154477	0.0303097	0.02134
900	0.1	3	0.0501091	0.0108301	0.0493871	0.03678
1000	0.1	3	0.0180692	0.00962202	0.00793606	0.01188

Nilai *training cycle* yang dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil yang dihasilkan. Pada hasil uji coba pada tabel diatas menunjukkan bahwa *training cycle* yang menghasilkan nilai MSE terkecil adalah 1000.



Gambar 5. Penentuan Jumlah *Training Cycle (epoch)* berdasarkan *Training Method Resilient Backpropagation* dengan 4 input layer

Sehingga penggunaan *training cycle* pada penelitian ini mengacu berdasarkan hasil *epoch* yang dihasilkan oleh *Training Method Gradient Descent Backpropagation dengan Adaptive Learning Rate (traingda)* dan *Resilient Method BPNN*.

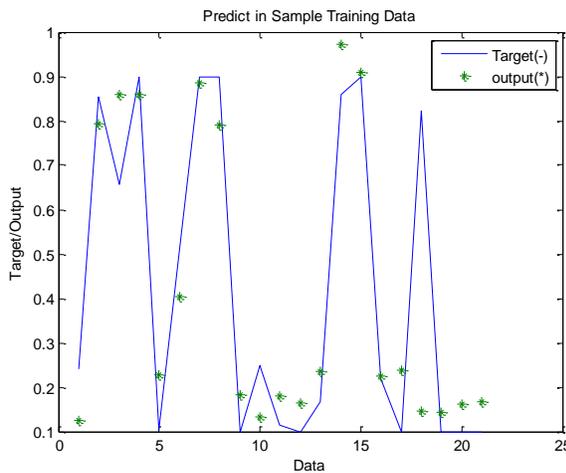
Menentukan nilai *learning rate* dengan cara melakukan uji coba memasukkan nilai dengan range 0.1 sampai dengan 1, serta

nilai *training cycle* dari percobaan sebelumnya. Berikut ini adalah hasil dari percobaan yang telah dilakukan untuk penentuan *learning rate*:

Tabel 5. Penentuan Nilai *Learning Rate* berdasarkan *Training Method Gradient Descent Backpropagation* dengan 4 input layer

Epoch	Learning Rate	Size	Loop 1	Loop 2	Loop 3	Average
			MSE			
300	0.1	3	0.0187833	0.0740677	0.0206939	0.03785
300	0.2	3	0.0145497	0.0129471	0.0666041	0.03137
300	0.3	3	0.0297808	0.0146479	0.0131909	0.01921
300	0.4	3	0.0106444	0.161492	0.0260278	0.06605
300	0.5	3	0.094244	0.0386587	0.0468801	0.05993
300	0.6	3	0.0214462	0.148932	0.0726079	0.0810
300	0.7	3	0.0114496	0.0223068	0.0871996	0.04032
300	0.8	3	0.01514	0.106767	0.0118445	0.04458
300	0.9	3	0.121083	0.0416242	0.0130355	0.05858
300	1	3	0.0166704	0.0489444	0.0621551	0.04259

Pada hasil uji coba pada tabel diatas menunjukkan bahwa *learning rate* yang menghasilkan nilai MSE terkecil adalah 0.3 dengan nilai *training cycle* 300.



Gambar 6. Hasil prediksi dengan Nilai *Learning Rate* sebesar 0.3 berdasarkan *Training Method Gradient Descent Backpropagation* dengan 4 input layer

Tabel 6. Penentuan Nilai *Learning Rate* berdasarkan *Training Method Resilient Backpropagation* dengan 4 input layer

Epoch	Learning Rate	Size	Loop 1	Loop 2	Loop 3	Average
			MSE			
1000	0.1	3	0.0162278	0.0149548	0.0217547	0.017646
1000	0.2	3	0.0910096	0.00969648	0.0217414	0.040816
1000	0.3	3	0.0139632	0.00721348	0.0233886	0.014855
1000	0.4	3	0.0279929	0.0309764	0.0435498	0.034173
1000	0.5	3	0.0496665	0.0117574	0.142404	0.067943
1000	0.6	3	0.0113476	0.00882756	0.0705692	0.030248
1000	0.7	3	0.0151781	0.0206298	0.0238986	0.019902
1000	0.8	3	0.014911	0.00968918	0.00819959	0.010933
1000	0.9	3	0.0154996	0.0257577	0.0181548	0.019804
1000	1	3	0.00915606	0.0504132	0.0114855	0.023685

Nilai *learning rate* yang dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil yang dihasilkan. Pada hasil uji coba pada tabel diatas menunjukkan bahwa *learning rate* yang menghasilkan nilai MSE terkecil adalah 0.8 dengan nilai *training cycle* 1000.

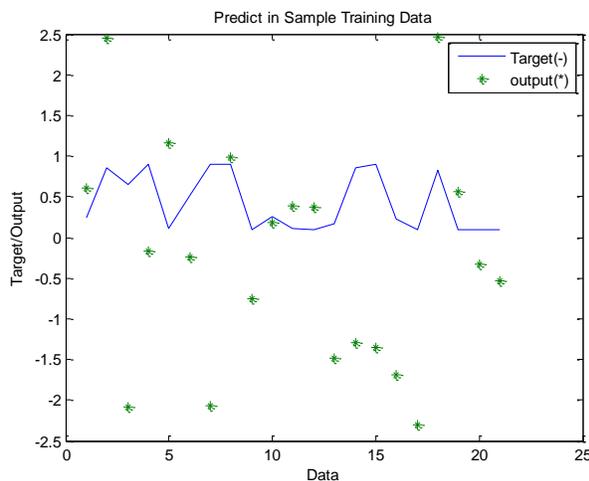
Penentuan Jumlah Neuron dalam Hidden Layer

Dalam percobaan ini penentuan jumlah *hidden layer* adalah 1 dan untuk penentuan jumlah *neuron* dalam *hidden layer* dengan cara melakukan uji coba manual memasukkan nilai dengan *range* 1 sampai 10 dan kelipatannya sebesar 10, dengan menggunakan jumlah *training cycle*, nilai *learning rate* dari percobaan sebelumnya. Berikut ini adalah hasil dari percobaan yang telah dilakukan untuk menentukan jumlah *neuron* dalam *hidden layer*.

Tabel 7. Penentuan Jumlah *Neuron* dalam *Hidden Layer* berdasarkan *Training Method Gradient Descent Backpropagation* dengan 4 input layer

Epoch	Learning Rate	Size	Loop 1	Loop 2	Loop 3	Average
			MSE			
300	0.3	1	0.0448263	0.00539225	0.00729711	0.019172
300	0.3	2	0.0867457	0.0158321	0.0479035	0.05016
300	0.3	3	0.0154393	0.00897234	0.0281491	0.01752
300	0.3	4	0.022414	0.0175126	0.0222558	0.020727
300	0.3	5	0.0158033	0.0133544	0.0120125	0.013723
300	0.3	6	0.0657681	0.0211031	0.00989279	0.032255
300	0.3	7	0.0079746	0.0914202	0.0324167	0.043937
300	0.3	8	0.0204719	0.0308988	0.0153719	0.022248
300	0.3	9	0.169865	0.0243473	0.0597412	0.084651
300	0.3	10	0.0320226	0.0341095	0.0259409	0.030691
300	0.3	20	0.0318108	0.027274	0.146512	0.068532
300	0.3	30	0.0650632	0.07829	0.154291	0.099215
300	0.3	40	0.0333403	0.088802	0.10509	0.075744
300	0.3	50	0.0450168	0.312693	0.105534	0.154415
300	0.3	60	0.141707	0.0886637	0.228333	0.152901
300	0.3	70	0.266693	0.220816	0.271	0.252836
300	0.3	80	0.117369	0.36401	0.269036	0.250138
300	0.3	90	0.423918	0.133972	0.691975	0.416622
300	0.3	100	0.597542	0.81876	1.30918	0.908494

Jumlah *neuron* dalam *hidden layer* terbaik yang dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil yang dihasilkan. Pada hasil uji coba pada tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah *neuron* dalam *hidden layer* yang menghasilkan nilai MSE terkecil adalah 5.

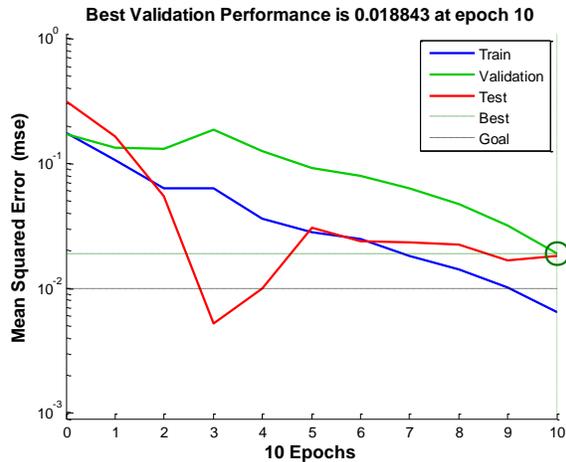


Gambar 7. Hasil prediksi dengan Jumlah *Neuron* dalam *Hidden Layer* sebanyak 4 berdasarkan Training Method Gradient Descent Backpropagation dengan 4 input layer

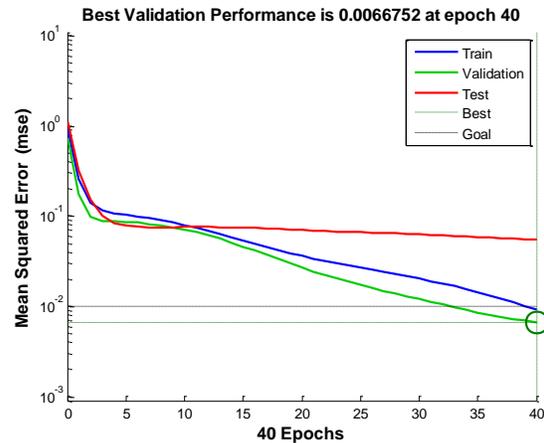
Tabel 8. Penentuan Jumlah *Neuron* dalam *Hidden Layer* berdasarkan Training Method Resilient Backpropagation dengan 4 input layer

Epoch	Learning Rate	Size	Loop 1	Loop 2	Loop 3	Average
			MSE			
1000	0.8	1	0.0720471	0.122116	0.00698424	0.067049
1000	0.8	2	0.0148577	0.00373831	0.0189475	0.012515
1000	0.8	3	0.0190198	0.0149408	0.0130469	0.015669
1000	0.8	4	0.0569433	0.0172525	0.0289811	0.034392
1000	0.8	5	0.0218258	0.00838578	0.0491046	0.026439
1000	0.8	6	0.00895714	0.0273353	0.0130344	0.016442
1000	0.8	7	0.0145935	0.0507736	0.0189263	0.028098
1000	0.8	8	0.051546	0.0181881	0.0165795	0.028771
1000	0.8	9	0.0423542	0.0309807	0.0174921	0.030276
1000	0.8	10	0.0180155	0.0485161	0.0113857	0.025972
1000	0.8	20	0.0965	0.106862	0.0739231	0.092428
1000	0.8	30	0.254178	0.0419448	0.084854	0.126992
1000	0.8	40	0.225266	0.0525401	0.239463	0.172423
1000	0.8	50	0.0958612	0.0853429	0.181136	0.12078
1000	0.8	60	0.198968	0.33809	0.293478	0.276845
1000	0.8	70	0.441107	0.183834	1.03599	0.553644
1000	0.8	80	0.282911	0.735855	0.501406	0.506724
1000	0.8	90	1.12094	0.219868	0.552479	0.631096
1000	0.8	100	0.609997	0.778693	0.624912	0.671201

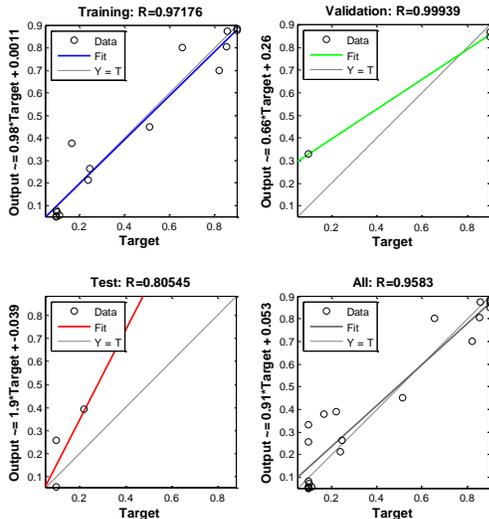
Dari hasil pengujian awal dengan menggunakan data training sampai dengan 4 periode (x_{t-4}) atau mundur 4 tahun sebelumnya, sebagai acuan pembandingan posisi target (x_t), dengan menggunakan algoritma Gradient Descent diperoleh nilai parameter terbaik pada posisi *epoch* = 300, *learning rate* = 0.3 dan jumlah *neuron* dalam *hidden layer* = 5. Dengan Nilai RMSE = 0.018843 dan Nilai R mendekati 1 yaitu sebanyak 0.9.



Gambar 8. Nilai RMSE pada Gradient Descent Adaptive Learning Rate

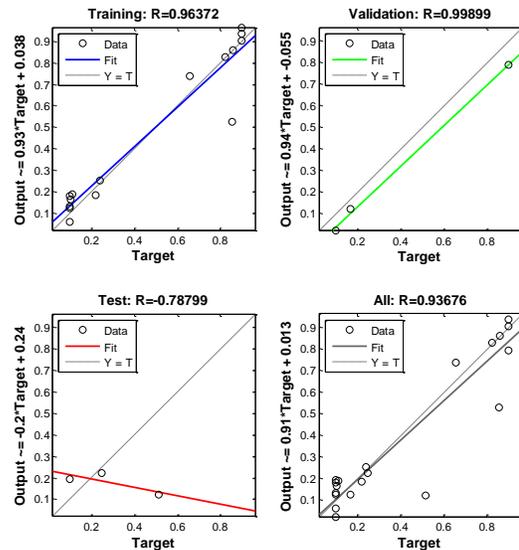


Gambar 10. Nilai RMSE pada Resilient Backpropagation



Gambar 9. Nilai R pada Gradient Descent Adaptive Learning Rate

Sedangkan dengan algoritma *Resilient Backprogration* diperoleh nilai parameter terbaik pada *epoch* = 1000, *learning rate* = 0.8 dan jumlah *neuron* dalam *hidden layer* = 2. Nilai RMSE = 0.006 dan R = 0.9.



Gambar 11. Nilai R pada Resilient Backpropagation

Berdasarkan hasil eksperimen, mulai tahap awal hingga evaluasi, dapat ditarik kesimpulan bahwa model prediksi rentet waktu pembuatan passport menggunakan metode Neural Network berbasis bacpropagation cukup akurat adalah dengan arsitektur jaringan 2-9-1, yakni 1 lapisan *input* dengan 2 *neuron*, 1 lapisan *hidden* dengan 9 *neuron* dan 1 lapisan *output* dengan 1 *neuron*. Sedangkan penggunaan gradient descent dengan adaptive learning rate (traingda) memperoleh hasil nilai parameter tebaik pada posisi *epoch* = 300, *learning rate* = 0.3 dan jumlah *neuron* dalam

hidden layer = 5. Dengan Nilai RMSE = 0.018843 dan Nilai R mendekati 1 yaitu sebanyak 0.9.

Sedangkan untuk penggunaan gradient *Resilient Backprogration* (trainrp) diperoleh nilai parameter terbaik pada *epoch* = 1000, *learning rate* = 0.8 dan jumlah *neuron* dalam *hidden layer* = 2. Nilai RMSE = 0.006 dan R = 0.9. Dengan demikian penggunaan gradient descent resilient backpropagation mempunyai RMSE lebih kecil di banding dengan backpropagation sederhana dan backpropagation adaptive learning rate.

DAFTAR PUSTAKA

BPS, 2015. Indikator Kesejahteraan Rakyat Welfare Indicators 2015, Katalog BPS 2015.

Bogdan Oancea, Stefan C. , *Time Series Forecasting Using Neural Network*, 2015, Challenges of The Knowledges Society IT in Social Sciences.

Cao Hongmei, Han Feng, 2014, *The Urban Arterial Traffic Flow Forecasting Based On BP Neural Network*, Fourth International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control, China.

Liang Lanzhen, ShaoFan, 2010, *The Study On Short Time Wind Speed Prediction Based On Time Series Neural Network Algorithm*, IEEE.

Mirza Cilimkovic, , 2015, *Neural Network and Backpropagation Algorithm*,

Institute of Technology
Blanchardstown, Blanchardstown
Road North Dublin 15, Ireland.

J. Kamruzzaman and R.A. Sarker. 2009. "Comparing ANN Based Models with ARIMA for Prediction of Forex Rates," vol. 22, pp. 2-11

Eko P, 2012, *Data Mining Konsep dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*, Yogyakarta, Andi Publisher.

Sri Kusumadewi, 2004, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Matlab*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Tjiptono, Fandy. 2005. *Prinsip Prinsip Total Quality Service*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Haykin, S., 1994, *Neural Networks: A Compr, Jurnal Universitas Panca Marga ehensive Foundation*, MacMillanCollege Publishing Company.

Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Kusumadewi, S., 2004, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan*, Graha Ilmu, Yogyakarta