

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa orang sudah melakukan penelitian menggunakan algoritma *backpropagation* dalam bidang prediksi/peramalan. Sebagai contoh yang pertama adalah hasil penelitian dari Septiarini dan Syabaniah (2012) untuk meramalkan/memprediksi jumlah produksi air PDAM Samarinda. Yang kedua adalah hasil penelitian Anwar (2011) untuk memprediksi tingkat suku bunga bank, dan yang ketiga adalah hasil penelitian Eliyani (2007) untuk memprediksi harga saham.

Septiarini dan Syabaniah (2012) membuat aplikasi untuk memprediksikan jumlah produksi air PDAM Samarinda dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Data yang mereka gunakan adalah data hasil produksi air PDAM dari tahun 2000 hingga 2009. Data masukan yang digunakan antara lain : jumlah penduduk berlangganan, rumah tangga tinggal, hotel/objek wisata, badan sosial, tempat ibadah dan rumah sakit, MCK/umum, niaga dan industri, instalasi pemerintahan, pelabuhan, jumlah air diolah, jumlah pemakaian air di instalasi untuk produksi, jumlah air yang disalurkan PDAM / terjual, kebocoran, jumlah intek pengolahan air / IPA. Target yang diharapkan adalah prediksi jumlah produksi air PDAM. Kesimpulan yang didapat adalah jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* yang diterapkan pada sistem peramalan jumlah produksi air memberikan hasil yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan kecocokan output jaringan dengan target yang koefisiensi kolerasi bernilai 0.949 (mendekati 1).

Anwar (2011) membuat sebuah penelitian menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi tingkat suku bunga bank. Data masukan yang digunakan antara lain: likuiditas perekonomian, tingkat inflasi, pertumbuhan ekonomi, CAR, LDR, US Rate, BI Rate. Target yang diharapkan adalah prediksi

tingkat suku bunga deposito bank umum swasta nasional. Tingkat keakuratan dari prediksi terhadap perubahan tingkat suku bunga deposito bank menggunakan metode *backpropagation* sangat baik. Ini terbukti dari tingkat kesesuaian antara *actual output* dengan target atau *output* yang diharapkan sebesar 94% untuk data yang dilatihkan dan 75% lebih untuk data baru. Tidak tercapainya kesesuaian mendekati 100% disebabkan data yang dilatih hanya sebanyak 48 data.

Eliyani (2007) membuat sebuah penelitian peramalan harga saham. *Input* yang digunakan antara lain: harga saham tertinggi, harga saham terendah, harga saham penutupan, volume, dan indeks. *Output* yang diharapkan adalah hasil peramalan saham. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah metode *backpropagation* mempunyai kemampuan yang baik untuk peramalan saham serta menggunakan kriteria informasi *SSE* dan *AIC* dihasilkan arsitektur jaringan 5-30-1, jumlah neuron pada input layer 5, jumlah neuron pada *hidden layer* 30, dan neuron pada *output layer* 1.

Backpropagation adalah algoritma yang menciptakan hasil prediksi dengan tingkat akurasi yang baik namun memerlukan waktu pelatihan yang lama.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi Pariwisata dan Wisatawan

Menurut Soekadijo (2000), pariwisata secara singkat dapat dirumuskan sebagai kegiatan dalam masyarakat yang berhubungan dengan wisatawan.

Menurut Yoeti (1995), wisatawan adalah setiap orang yang datang dari suatu Negara yang alasannya bukan untuk menetap atau bekerja di situ secara teratur, dan yang di Negara dimana ia tinggal untuk sementara itu membalanjakan uang yang didapatkannya di lain tempat.

Contoh data jumlah kedatangan wisatawan mancanegara ke Indonesia menurut pintu masuk 2008 dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2

Tabel 2.1 Data kedatangan wisatawan mancanegara tahun 2008

Pelabuhan/ Bandara Masuk	2008					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Soekarno-Hatta	101.190	110.477	123.981	105.338	122.627	120.270
Ngurah Rai	147.319	159.681	159.886	154.777	167.342	178.258
Polonia	8.322	8.581	9.843	9.180	11.655	9.698
Batam	77.656	87.206	92.174	78.838	87.079	98.404
Sam Ratulangi	9.043	10.403	11.485	10.597	12.646	12.416
Tg. Priok	5.102	5.820	5.626	5.648	5.962	5.610
Tg. Pinang	6.538	9.736	10.415	8.915	12.001	11.692
Lainnya	82.796	73.545	88.631	85.836	89.643	92.716
Total	437.966	465.449	502.041	459.129	508.955	529.064

Tabel 2.2 Data kedatangan wisatawan mancanegara tahun 2008

Pelabuhan/ Bandara Masuk	2008					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	145.535	149.635	97.764	120.683	117.008	150.209
Ngurah Rai	190.662	195.758	189.247	189.142	172.813	176.901
Polonia	11.898	14.890	8.021	10.477	11.134	16.512
Batam	85.560	94.257	74.690	82.630	90.102	112.794
Sam Ratulangi	14.006	18.171	17.363	11.011	13.858	15.727
Tg. Priok	5.570	5.781	5.656	5.682	6.098	5.331
Tg. Pinang	9.871	13.319	9.735	8.966	9.272	13.045
Lainnya	104.262	107.695	98.542	100.800	103.877	119.933
Total	567.364	599.506	501.018	529.391	524.162	610.452

Dalam tugas akhir ini, prediksi jumlah kunjungan wisatawan akan diaplikasikan menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

2.2.2 Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Fausett (1993) , jaringan syaraf tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi dengan karakteristik yang sama dengan kinerja jaringan syaraf biologis. Dengan kinerja yang sama, maka jaringan syaraf tiruan memiliki

kemampuan yang sama dengan jaringan syaraf biologis dalam mengenali pola masukan yang mirip dengan pola – pola yang telah dilatihkan.

2.2.3 *Backpropagation*

Backpropagation adalah salah satu metode pelatihan jaringan syaraf tiruan yang memiliki arsitektur *multilayer* atau layer jamak.

Menurut Siang (2005), ada 3 fase dalam proses pelatihan *backpropagation*:

1. Fase Propagasi Maju

Pada fase ini sinyal masukan akan dipropagasikan maju dengan menggunakan fungsi aktifasi yang telah ditentukan, melalui *hidden layer* (lapisan tersembunyi) hingga menghasilkan keluaran jaringan.

2. Fase Propagasi Mundur

Pada fase ini dihitung kesalahan yang terjadi, yaitu selisih antara keluaran dengan target yang diharapkan, selanjutnya dihitung juga kesalahan pada setiap unit di layer tersembunyi dan juga di unit masukan. Kesalahan ini digunakan untuk mengubah bobot koneksi yang ada dalam jaringan.

3. Fase Modifikasi Bobot

Pada fase ini semua bobot koneksi diubah secara bersamaan untuk menurunkan tingkat kesalahan yang terjadi.

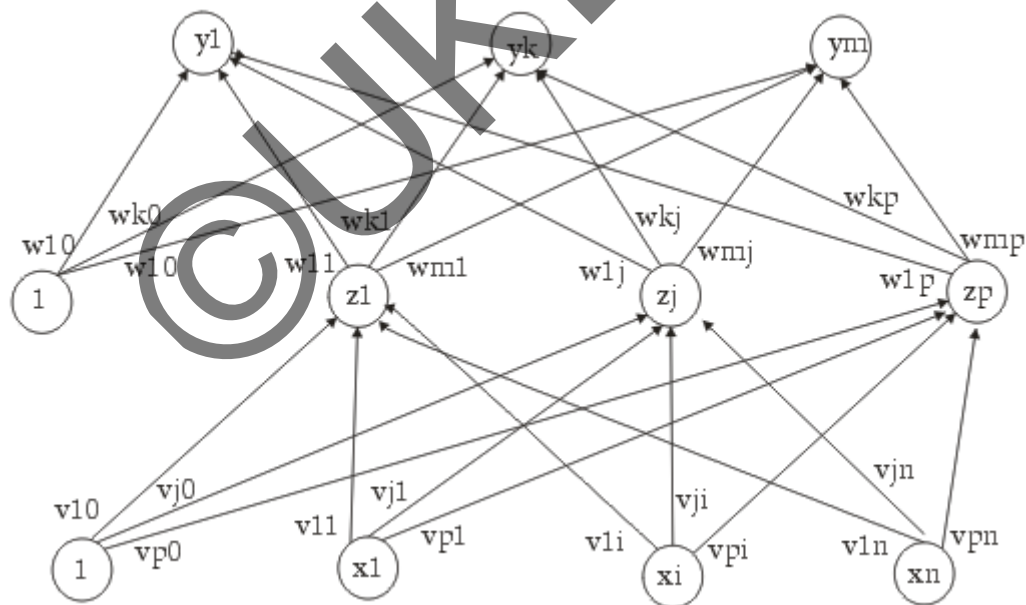
Ketiga fase ini terus diulang hingga kesalahan dalam pelatihan lebih kecil dari toleransi kesalahan yang telah ditentukan sebelumnya, atau jika jumlah iterasi pelatihan sudah melebihi batas yang ditetapkan.

Menurut Siang (2005), tujuan utama penggunaan *backpropagation* adalah mendapat keseimbangan antara pengenalan pola pelatihan secara benar dan respon yang baik untuk pola lain yang sejenis (disebut data pengujian). Jaringan dapat dilatih terus menerus hingga semua pola pelatihan dapat dikenali dengan benar

akan tetapi hal itu tidak menjamin jaringan akan mampu mengenali pola pengujian dengan tepat.

2.2.3.1 Arsitektur *Backpropagation*

Gambar 2.1 merupakan gambaran arsitektur dari metode *backpropagation*. Lapisan *input* terdiri dari neuron-neuron atau n buah unit, mulai dari unit *input* 1 sampai dengan unit *input* n dan ditambah sebuah bias. Lapisan tersembunyi terdiri dari p buah unit mulai dari unit tersembunyi 1 sampai tersembunyi p ditambah dengan sebuah bias. Serta sebuah m buah unit keluaran, mulai dari unit *output* 1 sampai m . v_{0j} merupakan unit bias yang menghubungkan unit masukan ke unit *hidden layer* z_j , sedangkan w_{0k} merupakan unit bias dari *hidden layer* ke unit keluaran z_k . Bias v_{0j} dan w_{0k} berperilaku seperti bobot dimana *output* bias ini selalu sama dengan 1. v_{ij} adalah bobot koneksi antara unit masukan x_i dengan unit *hidden layer* z_j , sedangkan w_{jk} adalah bobot koneksi antara unit lapisan tersembunyi z_j dengan lapisan *output* y_k .



Gambar 2.1 *Backpropagation Neural Network with One Hidden Layer*

Dikutip dari : Laurene Fausett (1993), *Fundamentals of Neural Networks, Architectures, algorithms, and applications* (Prentice Hall, 1993)

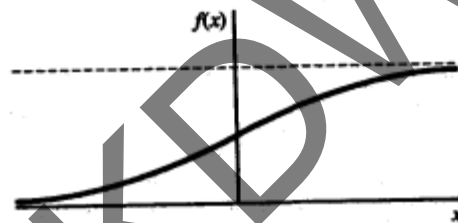
2.2.3.2 Fungsi Aktifasi

Menurut Fausset (1993), ada dua jenis fungsi aktifasi yang sering digunakan yaitu *sigmoid binary function* dan *sigmoid bipolar function*. Karena fungsi – fungsi ini telah memenuhi beberapa karakteristik yang penting, seperti kontinu, dapat terdeferensial dan bukan merupakan fungsi turun.

Fungsi *sigmoid* biner memiliki range dari 0 sampai 1. Fungsi *sigmoid* biner terlihat pada Gambar 2.2

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad [2.1]$$

$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \quad [2.2]$$



Gambar 2.2 Binary sigmoid

Dikutip dari : Laurene Fausett (1993), Fundamentals of Neural Networks, Architectures, algorithms, and applications (Prentice Hall, 1993), halaman 293

Menurut Siang (2005), perlu dilakukan transformasi atau normalisasi data pada pola masukan dan pola keluaran jika target yang diharapkan melebihi dari nilai range maksimum fungsi *sigmoid* atau gunakan fungsi aktifasi *sigmoid* selain di layar keluaran. Sedangkan fungsi aktifasi yang digunakan pada layar keluaran adalah fungsi identitas

Transformasi linier pada selang [a, b] adalah :

$$x' = \frac{0,8 * (x - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} + 0.1 \quad [2.3]$$

dengan,

x' = nilai data setelah transformasi linier

x = nilai data aktual

x_{min} = nilai minimum data dari data aktual keseluruhan

x_{max} = nilai maksimum data dari data aktual keseluruhan

2.2.3.3 Jumlah Hidden Layer

Menurut Fausett (1993), dalam menentukan jumlah *hidden layer* pada metode *backpropagation* mungkin akan lebih baik dengan menggunakan lebih dari 1 *hidden layer* pada aplikasi tertentu, namun menggunakan satu *hidden layer* dirasa cukup. Hal inilah yang menyebabkan butuh waktu yang cukup lama untuk melakukan penelitian mengenai seberapa banyak *hidden layer* yang harus digunakan dan jumlah unit tersembunyi pada setiap *hidden layer* untuk menghasilkan arsitektur yang terbaik. Arsitektur yang dihasilkanpun belum tentu dapat dinyatakan sebagai hasil yang optimal dari performa jaringan syaraf tiruan.

2.2.3.4 Pemilihan Bobot dan Bias Awal

Menurut Siang (2005), pemilihan bobot awal penting dalam arsitektur jaringan *backpropagation*, karena bobot awal akan mempengaruhi apakah jaringan akan mencapai titik minimum lokal atau global, dan seberapa cepat konvergensinya. Bobot yang menghasilkan nilai turunan aktivasi yang kecil sedapat mungkin dihindari karena akan menyebabkan perubahan bobotnya menjadi sangat kecil, demikian pula nilai bobot awal tidak boleh terlalu besar karena nilai turunan fungsi aktivasinya menjadi sangat kecil juga. Oleh karena itu bobot awal diinisialisasi dengan bilangan acak kecil.

Menurut Siang (2005), tidak ada kepastian tentang seberapa banyak pola yang perlu diperlukan agar jaringan dapat dilatih. Biasanya jumlah pola dipengaruhi oleh banyaknya bobot dalam jaringan serta tingkat akurasi yang diharapkan. Toleransi kesalahan pola merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat ketelitian dalam proses pelatihan *backpropagation*. Toleransi yang

semakin kecil akan meningkatkan akurasi yang diperoleh dari proses pelatihan, begitu pula sebaliknya.

2.2.3.5 Lama Iterasi

Menurut Siang (2005), Banyaknya jumlah iterasi akan mempengaruhi lamanya proses pelatihan untuk mencapai *error* yang diinginkan. Proses pelatihan akan dihentikan jika jumlah iterasi telah mencapai jumlah maksimum yang telah ditentukan. Jaringan akan terus menerus dilatih hingga semua pola dapat dikenali dengan benar, namun hal ini tidak menjamin jaringan akan mampu mengenali pola pengujian dengan tepat. Sehingga proses iterasi tidak perlu dilanjutkan hingga semua kesalahan pola pelatihan sama dengan nol.

2.2.3.6 Toleransi Kesalahan

Toleransi kesalahan merupakan nilai yang digunakan sebagai ambang batas kesalahan pada tahap pelatihan. Proses pelatihan akan dihentikan ketika nilai kesalahan pelatihan menunjukkan nilai yang lebih kecil dari nilai toleransi kesalahan.

2.2.3.7 Learning rate

Learning rate digunakan untuk mengontrol jumlah penyesuaian bobot pada setiap langkah pelatihan. Semakin kecil nilai *learning rate*-nya maka perubahan bobot yang terjadi selama proses pelatihan akan semakin kecil.

2.2.3.8 Algoritma Pelatihan *Backpropagation*

Algoritma pelatihan untuk jaringan *backpropagation* dengan satu layer tersembunyi dan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner adalah sebagai berikut ini (Siang, 2005) :

Langkah 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil (misalnya antara nilai 0 sampai 1), serta tentukan juga nilai pembelajaran (α) dan kondisi berhentinya pelatihan (menggunakan jumlah *epoch* maksimum atau toleransi ambang)

Langkah 1 : Jika kondisi penghentian pelatihan belum terpenuhi, maka lakukan langkah 2 – 9

Langkah 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3 – 8

Fase I : Propagasi Maju

Langkah 3 : Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.

Langkah 4 : Hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad [2.4]$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}} \quad [2.5]$$

Langkah 5 : Hitung semua keluaran jaringan di unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad [2.6]$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \quad [2.7]$$

Fase II : Propagasi Mundur

Langkah 6 : δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar di bawahnya (langkah 7). Hitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{kj} dengan laju percepatan α)

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, m \quad ; \quad j = 0, 1, \dots, p \quad [2.8]$$

Langkah 7 : Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \quad [2.9]$$

Faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j(1 - z_j) \quad [2.10]$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{ji})

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad ; \quad i = 0, 1, \dots, n \quad [2.11]$$

Fase III : Perubahan Bobot

Langkah 8 : Hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot garis yang menuju unit keluaran :

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (k = 1, 2, \dots, m \quad ; \quad j = 0, 1, \dots, p) \quad [2.12]$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (j = 1, 2, \dots, p \quad ; \quad i = 0, 1, \dots, n) \quad [2.13]$$

Langkah 9 : Lakukan pengujian apakah kondisi perhentian pelatihan sudah terpenuhi.

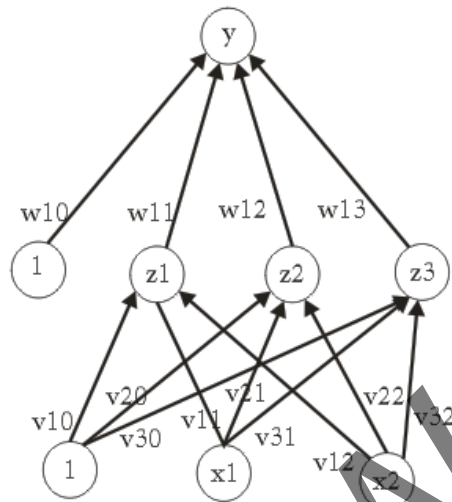
2.2.3.9 Contoh Perhitungan menggunakan *backpropagation*:

Gunakan *Backpropagation* dengan sebuah layar tersembunyi (dengan 3 unit) untuk mengenali fungsi logika *XOR* dengan 2 masukan x_1 dan x_2 . Buatlah iterasi untuk menghitung bobot jaringan untuk pola pertama ($x_1=1$, $x_2=1$ dan $t=0$). Gunakan laju pemahaman $\alpha = 0,2$

Penyelesaian:

Arsitektur *Backpropagation* dengan 1 layar tersembunyi yang terdiri dari

3 unit untuk mengenali fungsi *XOR*. Gambar 2.3 merupakan arsitektur *backpropagation* untuk mengenali fungsi *XOR*



Gambar 2.3 Arsitektur *Backpropagation* untuk mengenali fungsi XOR

Mula-mula bobot diberi nilai acak kecil range -0,5 sampai 0,5. Misal didapat bobot seperti Tabel 2.3 (bobot dari layar masukan ke layar tersembunyi v_{ji}) dan Tabel 2.4 (bobot dari layar masukan ke layar tersembunyi $=w_{kj}$).

Tabel 2.3 Bobot v pada jaringan

	z_1	z_2	z_3
x_1	0,2	0,3	- 0,1
x_2	0,3	0,1	- 0,1
1	-0,3	0,3	0,3

Tabel 2.4 Bobot w pada jaringan

	y
z_1	0,5
z_2	-0,3
z_3	-0,4
1	-0,1

Langkah 4: Hitung keluaran unit tersembunyi (Z_j)

$$z_{net_j} = f(v_{j0} + \sum_{i=1}^2 x_i v_{ji})$$

$$z_{net_1} = -0,3 + 1(0,2) + 1(0,3) = 0,2$$

$$z_{net_2} = 0,3 + 1(0,3) + 1(0,1) = 0,7$$

$$z_{net_3} = 0,3 + 1(-0,1) + 1(-0,1) = 0,1$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}}$$

$$z_1 = \frac{1}{1 + e^{-0,2}} = 0,55 \quad z_2 = \frac{1}{1 + e^{-0,7}} = 0,67 \quad z_3 = \frac{1}{1 + e^{-0,1}} = 0,52$$

Langkah 5: Hitung keluaran unit (y_k)

$$y_{net_k} = (w_{k0} + \sum_{j=1}^3 z_j w_{kj})$$

Karena jaringan hanya memiliki sebuah unit keluaran y maka $y_{net_k} =$

$$y_{net} = (w_{k0} + \sum_{j=1}^3 z_j w_{kj}) = -0,1 + 0,55(0,5) + 0,67(-0,3) + 0,52(-0,4) = -0,24$$

$$y = f(y_{net}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net}}} = \frac{1}{1 + e^{-0,24}} = 0,44$$

Langkah 6: Hitung faktor δ di unit keluaran y_k

$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$. Karena jaringan hanya memiliki sebuah keluaran maka $\delta_k = \delta = (t - y) y (1 - y) = (0 - 0,44) (0,44) (1 - 0,44) = -0,11$

suku perubahan bobot w_{kj} (dengan $\alpha = 0.2$) :

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j = \alpha \delta z_j ; j = 0, 1, \dots, 3$$

$$\Delta w_{10} = 0,2(-0,11)(1) = -0,02$$

$$\Delta w_{11} = 0,2(-0,11)(0,55) = -0,01$$

$$\Delta w_{12} = 0,2(-0,11)(0,67) = -0,01$$

$$\Delta w_{13} = 0,2(-0,11)(0,52) = -0,01$$

Langkah 7: Hitung penjumlahan kesalahan dari unit tersembunyi = δ

$\delta_{net_j} = (\sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj})$. Karena jaringan hanya memiliki sebuah unit keluaran maka $\delta_{net_j} = \delta w_{1j}$

$$\delta_{net_1} = (-0,11)(0,5) = -0,05$$

$$\delta_{net_2} = (-0,11)(-0,3) = -0,03$$

$$\delta_{net_3} = (-0,11)(-0,4) = -0,04$$

Faktor kesalahan di unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j)$$

$$\delta_1 = -0,05(0,55)(1-0,55) = -0,01$$

$$\delta_2 = 0,03(0,67)(1-0,67) = 0,01$$

$$\delta_3 = 0,04(0,52)(1-0,52) = 0,01$$

Suku perubahan bobot ke unit tersembunyi $\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i$ ($j=1,2,3$; $i=0,1,2$).

Besarnya suku perubahan bobot dapat dilihat di Tabel 2.5

Tabel 2.5 Suku perubahan bobot unit tersembunyi

	z_1	z_2	z_3
x_1	$\Delta v_{11} = (0,2)(-0,01)(1) = 0$	$\Delta v_{21} = (0,2)(0,01)(1) = 0$	$\Delta v_{31} = (0,2)(0,01)(1) = 0$
x_2	$\Delta v_{12} = (0,2)(-0,01)(1) = 0$	$\Delta v_{22} = (0,2)(0,01)(1) = 0$	$\Delta v_{32} = (0,2)(0,01)(1) = 0$
1	$\Delta v_{10} = (0,2)(-0,01)(1) = 0$	$\Delta v_{20} = (0,2)(0,01)(1) = 0$	$\Delta v_{30} = (0,2)(0,01)(1) = 0$

Langkah 8: Hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot unit keluaran :

$$\Delta w_{kj}(\text{baru}) = \Delta w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (k = 1 ; j = 0,1, \dots, 3)$$

$$\Delta w_{11}(\text{baru}) = 0,5 - 0,01 = 0,49$$

$$\Delta w_{12}(\text{baru}) = -0,3 - 0,01 = -0,31$$

$$\Delta w_{13}(\text{baru}) = -0,4 - 0,01 = -0,41$$

$$\Delta w_{10}(\text{baru}) = -0,1 - 0,02 = -0,12$$

Perubahan bobot tersembunyi :

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (j=1,2,3 ; i=0,1,2)$$

Perubahan bobot tersembunyi yang baru dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Perubahan bobot unit tersembunyi

	z_1	z_2	z_3
x_1	$v_{11}(\text{baru}) = 0,2 + 0$ $= 0,2$	$v_{21}(\text{baru}) = 0,3 + 0$ $= 0,3$	$v_{31}(\text{baru}) = -0,1 + 0$ $= -0,1$
x_2	$v_{12}(\text{baru}) = -0,2 + 0$ $= -0,2$	$v_{22}(\text{baru}) = 0,1 + 0$ $= 0,1$	$v_{32}(\text{baru}) = -0,1 + 0$ $= -0,1$
1	$v_{10}(\text{baru}) = -0,3 + 0$ $= -0,3$	$v_{20}(\text{baru}) = 0,3 + 0$ $= 0,3$	$v_{30}(\text{baru}) = 0,3 + 0$ $= 0,3$

Selanjutnya bisa dilanjutkan untuk iterasi pola lainnya.

2.2.4 *Backpropagation* untuk prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia

Topologi jaringan *backpropagation* yang digunakan akan ditampilkan pada gambar di bawah ini. Ada 12 buah neuron sebagai X input, sejumlah Zn neuron pada satu *hidden layer* dan sebuah *output* Y yang berupa nilai prediksi kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia di bulan mendatang. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi *sigmoid* biner. *Learning rate*, jumlah *epoch*, dan toleransi *error* dibuat secara dinamis.

Data dibagi menjadi 2 yaitu data pelatihan dan data pengujian. Data akan ditransformasi terlebih dahulu sebelum proses pelatihan.

Input atau masukan yang digunakan merupakan banyaknya kunjungan wisatawan yang datang ke Indonesia melalui pintu masuk selama 12 bulan berturut - turut :

X1 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-1

X2 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-2

X3 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-3

X4 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-4

X5 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-5

X6 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-6

X7 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-7

X8 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-8

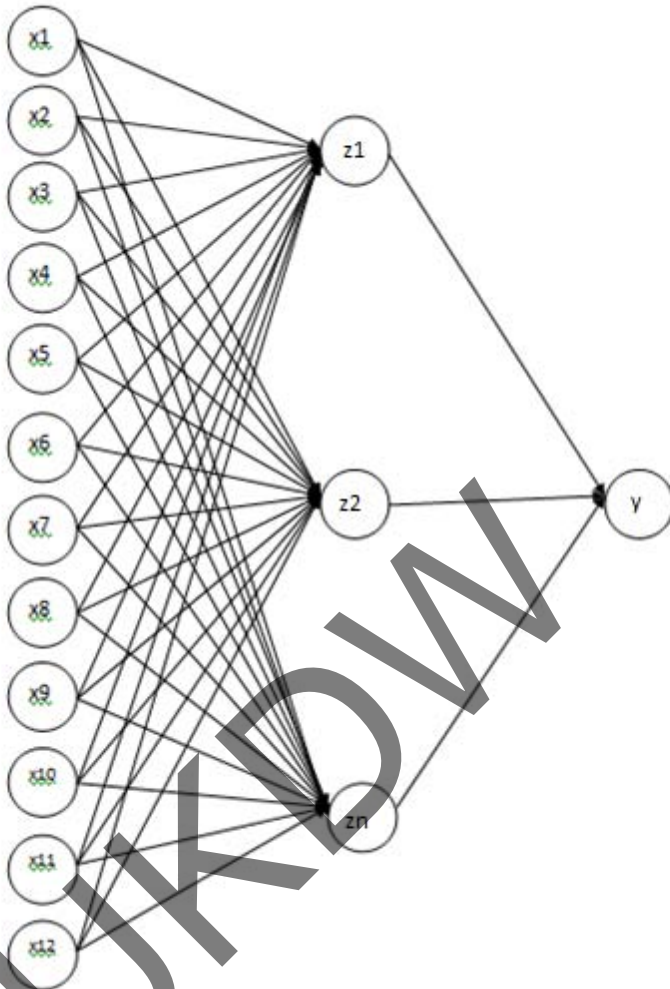
X9 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-9

X10 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-10

X11 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-11

X12 = Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan ke-12

Topologi jaringan *backpropagation* untuk prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.4



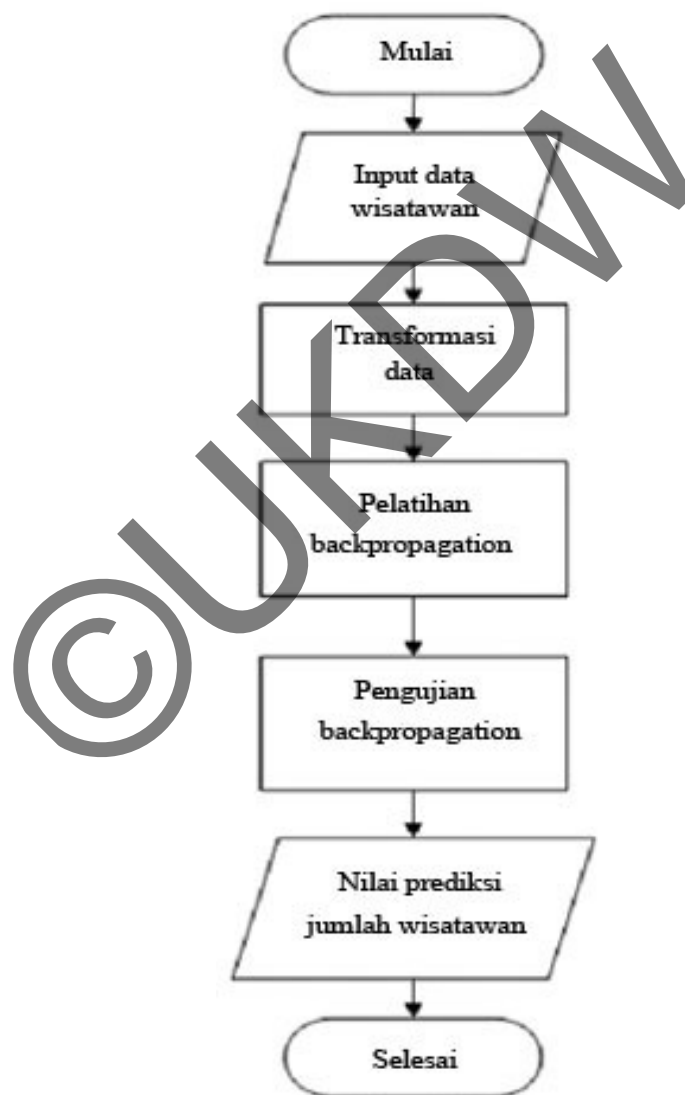
Gambar 2.4 Topologi jaringan *backpropagation*

BAB 3

RANCANGAN SISTEM

3.1 Rancangan Kerja Sistem

Secara umum gambaran kerja sistem prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Gambaran Kerja Sistem

3.2 Pemrosesan Data Awal

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia melalui pintu masuk yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) nasional. BPS adalah Lembaga Pemerintah Non Departemen di Indonesia yang mempunyai fungsi pokok sebagai penyedia data statistik dasar, baik untuk pemerintah maupun untuk masyarakat umum, secara nasional maupun regional. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia selama 4 tahun. Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 merupakan tabel jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia selama tahun 2009 dan 2010

Tabel 3.1 Kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia Tahun 2009

Pelabuhan Masuk	2009											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	92136	97985	121699	96709	119251	125111	150924	123405	87047	117911	127299	130983
Ngurah Rai	173919	146192	168036	188189	190637	200503	235042	232164	218245	225606	184622	221604
Polonia	11248	9133	13617	11481	13031	14166	13886	12043	9702	11861	12042	15983
Batam	81601	68964	87154	77788	79969	84521	70864	78422	66105	72195	78764	105037
Juanda	1981	1956	2274	2538	2543	2893	2970	3559	2633	2675	1923	2270
Sam Ratulangi	10665	9916	13061	11582	13448	14879	14810	15661	10381	12630	16413	14630
Entikong	1581	1175	1859	1497	1814	1820	1451	1578	2192	1314	1855	3054
Adi Sumarmo	1088	909	1313	1192	1444	1611	1713	1391	1211	1777	1239	1601
Minangkabau	3757	4611	4597	4450	5776	6224	6872	1932	1965	4140	3037	3641
Tg. Priok	5911	5111	4957	5212	5567	5444	4791	4583	4959	4746	3011	4920
Tg. Pinang	9909	6606	9867	8428	9001	1212	7159	8025	8407	7598	7864	9382
Lainnya	79369	68997	82880	78055	79214	83669	82933	84034	80952	84706	93600	112314
Total	473165	421555	511314	487121	521735	550582	593415	566797	493799	547159	531669	625419

Tabel 3.2 Kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia Tahun 2010

Pelabuhan Masuk	2010											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	117422	121727	183449	173906	183218	155951	180353	142050	125439	153300	147579	139242
Ngurah Rai	178358	191362	191125	184230	199401	224695	252110	243222	232516	229651	196856	222497
Polonia	11365	12625	14000	12326	13298	15499	15244	11447	12127	13520	14102	16857
Batam	79560	80966	81732	77178	84617	92719	86716	76809	74511	77183	85307	110148
Sam Ratulangi	1841	2308	1602	1445	1602	1590	1776	1689	1561	1847	1477	1482
Juanda	13889	12241	14455	12561	13459	15008	15941	14420	13171	12297	17255	14191
Entikong	1262	2432	1873	1538	2073	2099	2134	1874	1816	1139	1915	3281
Adi Sumarmo	1033	1163	2117	1790	2368	2183	2334	2067	2361	2384	869	1681
Minangkabau	1714	2005	2350	1906	2092	2972	2434	1180	2279	1864	3342	3344
Tanjung Priok	5535	5260	5271	4945	4720	5035	5088	5943	4776	5690	6044	5552
Tanjung Pinang	6173	8548	7731	7942	8474	10030	8091	7093	8390	7237	8167	10078
Selaparang	727	974	1293	1319	1170	1585	2134	2171	1340	1459	1253	1863
Makassar	1913	2045	1080	925	913	1093	935	1026	946	950	3059	1326
Sepinggan	615	694	1254	899	780	891	846	841	889	1104	1116	895
Sultan Syarif Kasim II	1056	1268	1319	1234	1131	1642	1223	905	1508	1089	2070	833
Adi Sucipto	3672	4006	4467	3733	5170	4747	4576	4188	3488	4419	1254	3267
Husein Sastranegara	6444	6809	7155	6885	8156	7680	8409	7218	5227	9570	6321	10404
Tanjung Uban	21604	23718	27100	22281	26349	29928	27000	26653	23187	25435	26029	34661
Tanjung Balai Karimun	6912	9100	9446	8180	8543	9413	9237	6126	7119	7707	8605	10520
Lainnya	32704	33884	35423	30692	32497	28662	31895	29608	37716	36809	45532	52099
Total	493799	523135	594242	555915	600031	613422	658476	586530	560367	594654	578152	644221

Dalam tabel di atas, data yang digunakan untuk pelatihan maupun pengujian adalah data total jumlah kunjungan wisatawan dari seluruh bandara. Tabel jumlah total kunjungan wisatawan perbulan selama tahun 2009-2010 bisa dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Total Kunjungan wisatawan ke Indonesia Tahun 2009-2010

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2010	473165	421555	511314	487121	521735	550582	593415	566797	493799	547159	531669	625419
2011	493799	523135	594242	555915	600031	613422	658476	586530	560367	594654	578152	644221

Untuk pemrosesan data awal perlu dilakukan transformasi atau normalisasi data. Tujuan dari transformasi data ini adalah karena target yang diharapkan melebihi *range* minimum atau maksimum dari fungsi sigmoid. Rumus transformasi yang digunakan dapat dilihat pada rumus [2.3]

Banyaknya jumlah kunjungan wisatawan di bulan Januari 2010 terlihat pada contoh di bawah ini:

$$x' = \frac{0,8 (473.165 - 421.555)}{(658.476 - 421.555)} + 0,1$$

$$x' = 0,274269$$

Dilanjutkan sampai semua jumlah wisatawan disetiap bandara pada seluruh pola tertransformasi dengan *range* 0,1 sampai dengan 0,9.

Data jumlah kunjungan wisatawan yang telah ditransformasikan dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Tabel Setelah Transformasi

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2010	0.274269	0.1	0.403085	0.321394	0.438273	0.535679	0.680312	0.590432	0.343943	0.524121	0.471817	0.788378
2011	0.343943	0.443	0.683104	0.553687	0.702652	0.747868	0.9	0.657063	0.56872	0.684495	0.628774	0.851866

Data yang telah ditransformasi kemudian diurutkan berdasarkan nama bulan sebagai pola – pola yang akan digunakan pada proses pelatihan. Data yang runtun kemungkinan akan menghasilkan nilai keluaran yang mendekati nilai target. Tabel 3.5 merupakan contoh pola untuk prediksi bulan Januari 2010

dengan bulan Januari 2009-2010 sebagai input nya yaitu bulan ke-1 = 0,2743 , bulan ke-2 = 0,1000, bulan ke-3= 0,4031, bulan ke-4 = 0,3214, bulan ke-5 = 0,4383, bulan ke-6= 0,5357, bulan ke-7 = 0,6803, bulan ke-8 = 0,5904, bulan ke-9 = 0,3439, bulan ke-10 = 0,5241, bulan ke-11 = 0,4718, bulan ke-12 =0,7884, sebagai targetnya yaitu =0,3439

Tabel 3.5 Pola – pola untuk pelatihan

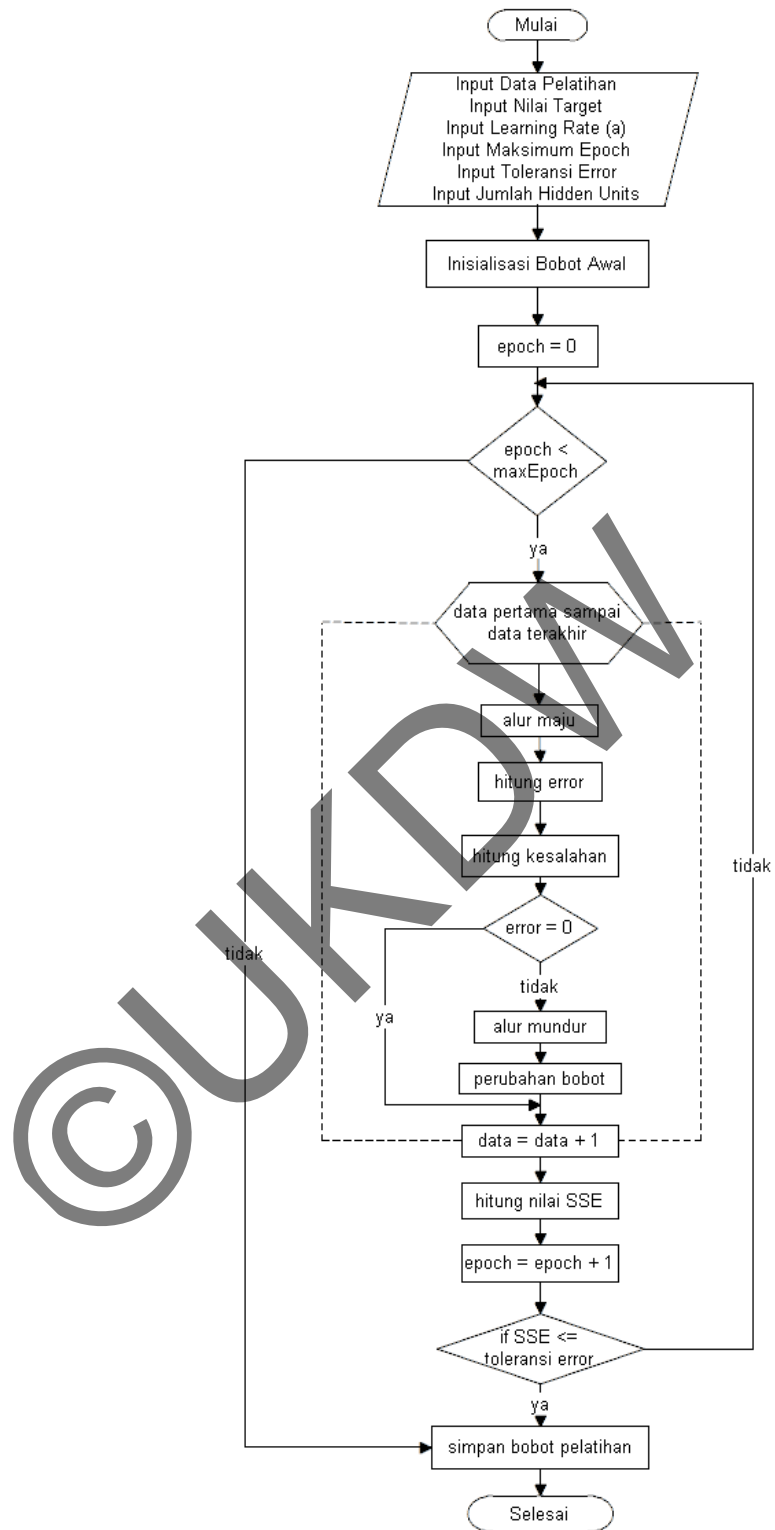
Pola / bulan	Data Masukan	Target
1	0,2743 0,1000 0,4031 0,3214 0,4383 0,5357 0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884	0,3439
2	0,1000 0,4031 0,3214 0,4383 0,5357 0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439	0,4430
3	0,4031 0,3214 0,4383 0,5357 0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430	0,6831
4	0,3214 0,4383 0,5357 0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831	0,5537
5	0,4383 0,5357 0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537	0,7027
6	0,5357 0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027	0,7479
7	0,6803 0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027 0,7479	0,9000
8	0,5904 0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027 0,7479 0,9000	0,6571
9	0,3439 0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027 0,7479 0,9000 0,6571	0,5687
10	0,5241 0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027 0,7479 0,9000 0,6571 0,5687	0,6845
11	0,4718 0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027 0,7479 0,9000 0,6571 0,5687 0,6845	0,6288
12	0,7884 0,3439 0,4430 0,6831 0,5537 0,7027 0,7479 0,9000 0,6571 0,5687 0,6845 0,6288	0,8519

3.3 Perancangan Proses

3.3.1 Pelatihan *Backpropagation*

Proses pelatihan *Backpropagation* untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia dapat dilihat pada *flowchart* seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.2. Pengguna dapat menentukan data *input* dan target yang diinginkan, *learning rate*, maksimum *epoch*, target *error* (toleransi *error*) dan jumlah *hidden unit* pada *hidden layer* secara *dinamis*.

Pada awal proses pelatihan, bobot awal diinisialisasi dengan nilai acak kecil dengan *range* -0,5 dan 0,5. Proses berikutnya adalah alur maju. Pada proses ini akan dilakukan perhitungan *error* yang terjadi dengan mencari selisih nilai *output* jaringan dengan target yang harus dicapai. Jika *error* yang dihasilkan tidak sama dengan nol, maka akan dilakukan alur mundur. Pada alur mundur akan dilakukan koreksi bobot pada jaringan yang akan digunakan pada proses perubahan bobot. Dengan demikian, nilai bobot akan mengalami perubahan. Tujuan dari perubahan bobot ini adalah agar *error* yang terjadi menjadi lebih kecil. Proses selanjutnya adalah dilakukan perhitungan nilai *SSE* pada setiap *epoch*, jika nilai *SSE* yang diperoleh melebihi dari target *error* maka bobot yang telah diperbaharui pada proses perubahan bobot digunakan sebagai nilai bobot pada proses inisialisasi pada iterasi berikutnya. Proses ini akan dilakukan berulang sampai nilai *SSE* kurang atau sama dengan nilai target *error* atau iterasi telah mencapai maksimum *epoch* yang telah ditentukan pengguna.



Gambar 3.2 *Flowchart* pelatihan *backpropagation*

3.3.2 Pengujian *Backpropagation*

Pada proses pengujian *backpropagation*, data yang diinputkan adalah data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang belum pernah dilatihkan. Berbeda dengan proses pelatihan, pada proses pengujian hanya menggunakan alur maju saja dengan menggunakan jaringan pada proses pelatihan *backpropagation*. Proses pengujian ditunjukkan pada *flowchart* yang dapat dilihat seperti pada Gambar 3.3 Jaringan ini digunakan untuk mengenali pola masukan yang mirip dengan pola – pola yang pernah dilatihkan. Dari *input* pengguna akan menghasilkan *output*, *output* ini merupakan prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia dengan menggunakan metode *backpropagation*.



Gambar 3.3 Proses pengujian *Backpropagation*

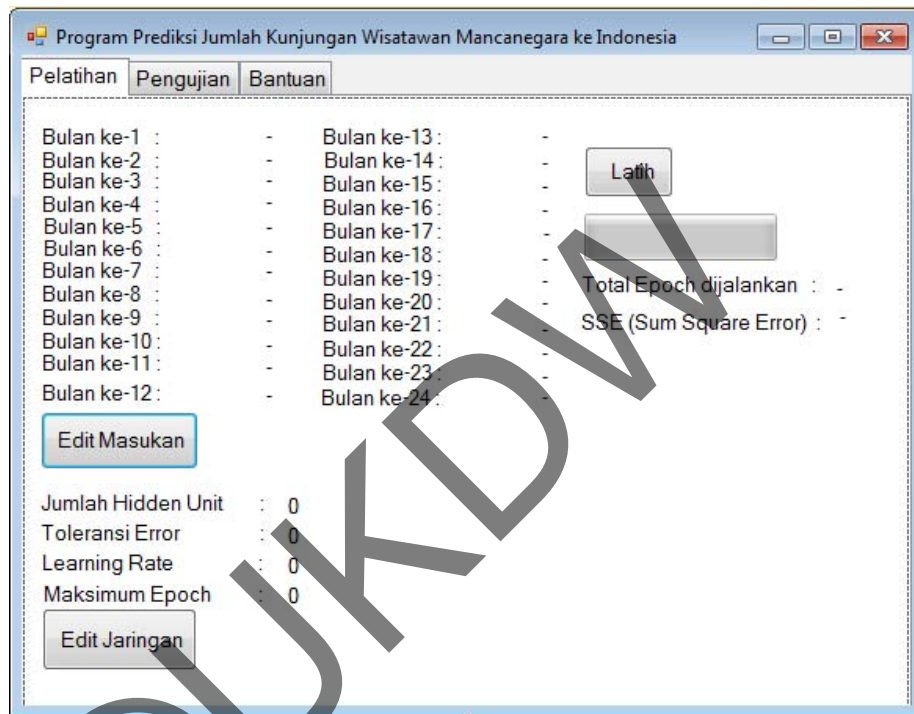
3.4 Rancangan *User Interface*

3.4.1 *Form* Utama

Form ini merupakan *form* yang pertama kali ditampilkan ketika sistem dijalankan oleh pengguna. Pada *form* utama akan menampilkan *tab* pelatihan, *tab* pengujian, dan *tab* bantuan yang dipisahkan oleh *tab control*.

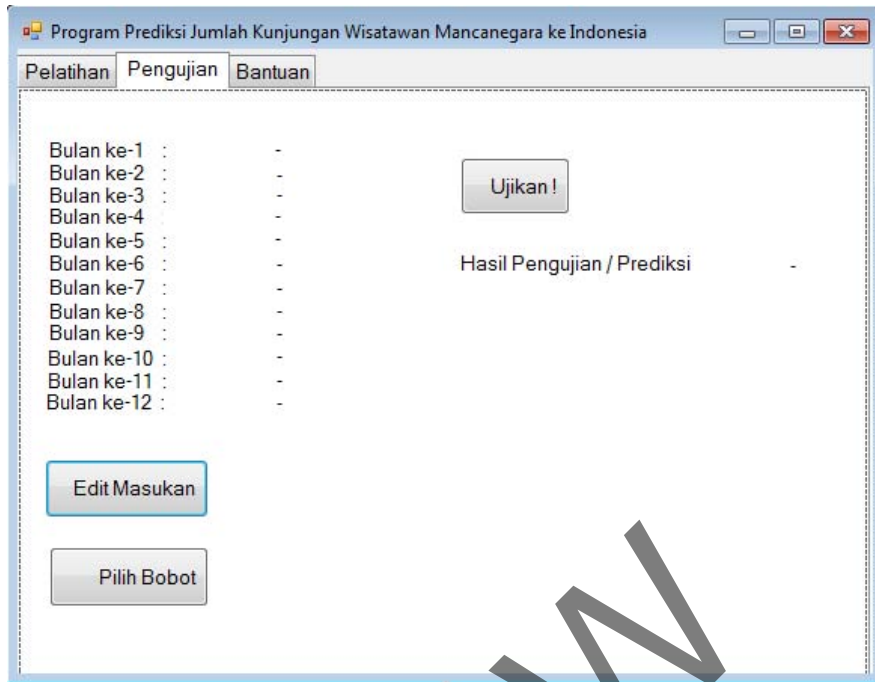
Pada *tab* pelatihan terdapat status jumlah kunjungan wisatawan, status status pelatihan dan status *setting* jaringan. Pada status jumlah kunjungan

wisatawan terdapat data masukan jumlah kunjungan wisatawan yang digunakan sebagai data pelatihan. Pada status *setting* jaringan ditampilkan jumlah *hidden units*, toleransi *error*, *learning rate*, dan maksimum *epoch*. Pada status pelatihan terdapat *progress* bar untuk menandakan proses pelatihan sedang berjalan, nilai *SSE* dan total *epoch* yang dijalankan setelah proses pelatihan dijalankan. Gambar 3.4 merupakan rancangan *user interface* untuk tab pelatihan.



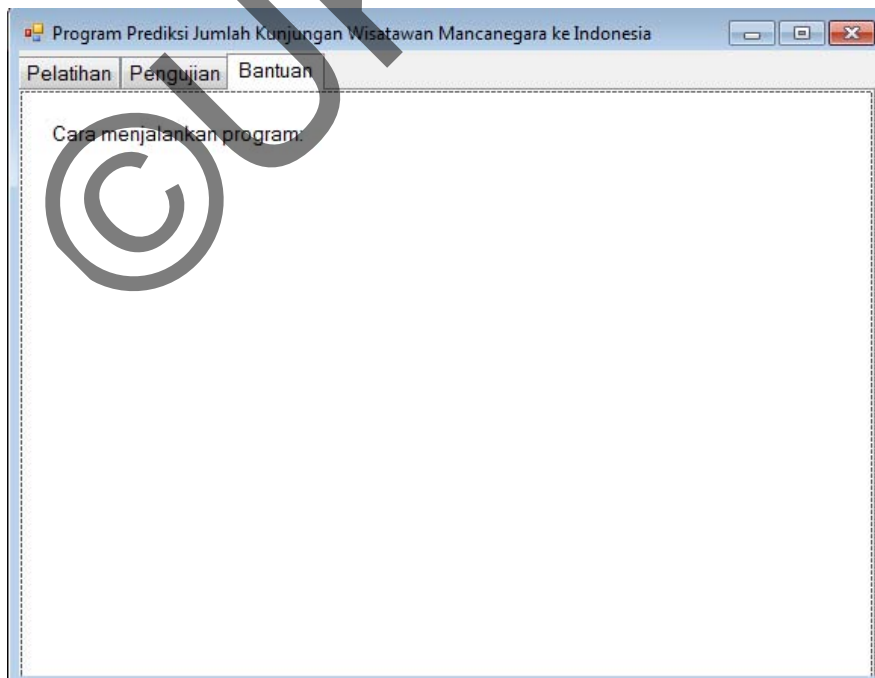
Gambar 3.4 Tab Pelatihan

Pada *tab* pengujian terdapat status jumlah kunjungan wisatawan dan status pengujian. Pada status jumlah kunjungan wisatawan akan ditampilkan data banyaknya jumlah kunjungan wisatawan selama 12 bulan berturut-turut sebelum bulan yang akan diprediksi. Pada status pengujian terdapat tombol ujikan yang jika dijalankan maka akan ditampilkan hasil prediksi bulan ke-13 yang merupakan prediksi jumlah kunjungan wisatwan mancanegara. Pada tab ini terdapat juga tombol edit masukan dan tombol pilih bobot ideal. Gambar 3.5 merupakan rancangan *user interface* untuk tab pengujian.



Gambar 3.5 *Tab Penguujian*

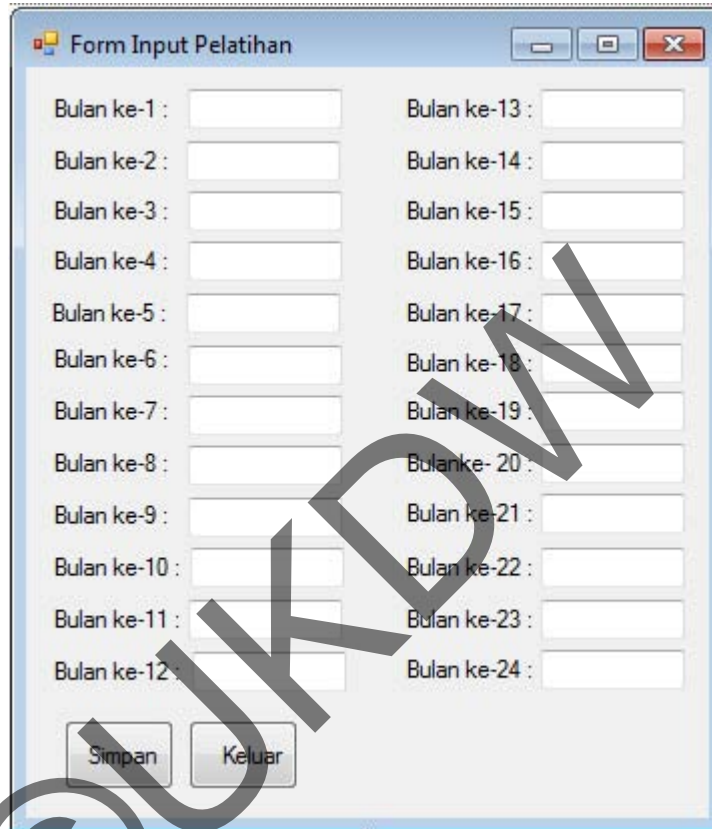
Pada *tab Bantuan* berisi penjelasan singkat cara menggunakan program. Gambar 3.6 merupakan rancangan *user interface* untuk *tab penguujian*.



Gambar 3.6 *Tab Bantuan*

3.4.2 Form Input Pelatihan

Pada form *input* pelatihan ini akan dimasukkan data data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara selama 24 bulan berturut-turut. *Form input* pelatihan bisa dilihat pada Gambar 3.7



The image shows a software window titled "Form Input Pelatihan". It contains 24 input fields arranged in two columns, labeled "Bulan ke-1" through "Bulan ke-24". At the bottom, there are two buttons: "Simpan" and "Keluar".

Gambar 3.7 *Form input* pelatihan

3.4.3 Form Setting Jaringan Pelatihan

Pada *form setting* jaringan pelatihan ini akan dimasukkan *jumlah hidden unit*, *toleransi error*, *learning rate*, dan maksimum *epoch*. *Form setting* jaringan pelatihan bisa dilihat pada Gambar 3.8

A screenshot of a software window titled "Form Setting Jarin...". It contains four input fields: "Jumlah Hidden Unit", "Toleransi Error", "Learning Rate", and "Maksimum Epoch". Below the fields are two buttons labeled "Simpan" and "Keluar".

Gambar 3.8 *Form setting* jaringan pelatihan

3.4.4 *Form Input Pengujian*

Pada *form input* data pengujian ini akan dimasukkan data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara selama 12 bulan berturut-turut dari bulan yang akan diprediksi. *Form* edit masukan pengujian bisa dilihat pada Gambar 3.9.

A screenshot of a software window titled "Data Pengujian". It contains 12 input fields, each labeled "Bulan ke-1" through "Bulan ke-12". Below the fields are two buttons labeled "Simpan" and "Keluar".

Gambar 3.9 *Form input* data pengujian

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

4.1. Implementasi Sistem

Pada penelitian ini sistem dibuat menggunakan program Microsoft Visual Studio 2010. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah Visual Basic .Net. Bobot awal maupun bobot hasil pelatihan disimpan dalam file teks berekstensi .txt

4.1.1 Proses Normalisasi/Transformasi Input

Perhitungan diawali dengan membentuk pola sebagai input jaringan dari data pelatihan selama 24 bulan. Setiap pola pelatihan merupakan data jumlah kunjungan wisatawan selama 12 bulan berturut-turut dengan target 1 bulan berikutnya. Data selama 24 bulan tersebut kemudian dinormalisasi/ditransormasi berdasarkan nilai tertinggi dan terendah. Gambar 4.1 adalah *Pseudocode* transformasi data input awal

```
For a As Integer = 0 To 23
    If FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a) < minDataPelatihan
    Then
        minDataPelatihan =
FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a)
    End If

    If FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a) > maxDataPelatihan
    Then
        maxDataPelatihan =
FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a)
    End If Next
For bulanke = 0 To 23 '-----> Proses normalisasi data <-----
    arrayDataLatih(bulanke) =
    normalisasi(FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(bulanke),
    minDataPelatihan, maxDataPelatihan) Next

Public Function normalisasi(ByVal dataWisatawan As Double, ByVal
minData As Double, ByVal maxData As Double)
    Return (((dataWisatawan - minData) * 0.8) / (maxData -
minData)) + 0.1
End Function
```

Gambar 4.1 *Pseudocode* normalisasi/transformasi data input

4.1.2 Pelatihan Backpropagation

Pelatihan diawali dengan melakukan inisialisasi bobot yang menuju ke *hidden layer* dan output jaringan. Inisialisasi setiap bobot pada jaringan menggunakan nilai acak kecil yaitu dengan rentang nilai antara -0,5 sampai 0,5. Pelatihan bertujuan untuk menghasilkan bobot hasil pelatihan yang paling optimal untuk proses pengujian agar input dapat dikenali berdasarkan kemiripan dengan pola yang telah dilatihkan. Proses pelatihan dilakukan berulang kali sampai kesalahan kurang dari toleransi kesalahan yang ditentukan atau maksimum *epoch* yang telah ditentukan. Setiap keluaran dibandingkan dengan target yang telah ditentukan. Untuk memperoleh error global menggunakan rumus *Sum Square Error (SSE)* sebagai berikut:

$$SSE = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - y_i)^2}{2} \quad [4.1]$$

t_i = target ke- i , y_i = nilai prediksi, n = jumlah unit keluaran

Pada proses pelatihan *backpropagation* terdiri dari tiga fase, yaitu propagasi maju, propagasi mundur, dan perubahan bobot. Gambar 4.2 merupakan *pseudocode* pelatihan *backpropagation* fase propagasi maju.

```
For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
  zNet(j) = bobotV(0, j)
  For i = 0 To 11
    zNet(j) += (arrayDataLatih(i) * bobotV(i + 1, j)) 'i+1 karena 0
  Next
  z(j) = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * zNet(j))))
Next
'>>> Menentukan target dari setiap pola <<<<
target = arrayDataLatih(12 + pola)
'>>> perhitungan yNet(k) dan keluaran di layer keluaran y(k)<<<<
yNet = bobotW(0)
  For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
    yNet += (z(j) * bobotW(j + 1))
  Next
  y = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * yNet)))
'>>>hitung nilai kesalahan<<<<
kesalahan += ((target - y) ^ 2)
```

Gambar 4.2 *Pseudocode* fase propagasi maju

Setelah melalui fase propagasi maju, langkah selanjutnya adalah fase propagasi mundur. Gambar 4.3 merupakan *pseudocode* pelatihan *backpropagation* fase propagasi mundur.

```
'>>>hitung faktor kesalahan delta di unit keluaran<<<<
    dK = (target - y) * (y * (1 - y))

'>>>suku perubahan bobot unit keluaran W<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
        If j = 0 Then
            deltaBobotW(j) = SettingJaringan.learningRate * dK
        Else
            deltaBobotW(j) = SettingJaringan.learningRate * dK * z(j - 1)
        End If
    Next

'>>>hitung faktor kesalahan delta di unit tersembunyi<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        dNet(j) = 0
        dNet(j) += (dK * bobotW(j + 1))
        dJ(j) = dNet(j) * z(j) * (1 - z(j))
    Next

'>>>suku perubahan bobot ke unit tersembunyi V<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        For i = 0 To 12
            If i = 0 Then
                deltaBobotV(i, j) = SettingJaringan.learningRate * dJ(j)
            Else
                deltaBobotV(i, j) = SettingJaringan.learningRate * dJ(j) *
                    arrayDataLatih(i - 1)
            End If
        Next
    Next
```

Gambar 4.3 *Pseudocode* fase propagasi mundur

Setelah melalui fase propagasi mundur, langkah terakhir adalah fase perubahan bobot. Gambar 4.4 merupakan *pseudocode* pelatihan *backpropagation*. fase perubahan bobot.

```
'>>>perubahan bobot unit keluaran W<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
        bobotW(j) = bobotW(j) + deltaBobotW(j)
    Next

'>>>perubahan bobot ke unit tersembunyi V<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        For i = 0 To 12
            bobotV(i, j) = bobotV(i, j) + deltaBobotV(i, j)
        Next
    Next
```

Gambar 4.4 *Pseudocode* fase perubahan bobot

4.1.3 Pengujian Backpropagation

Data pengujian yang digunakan sebagai *input* merupakan data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara 12 bulan berturut-turut sebelum bulan yang ingin diprediksi. Data pengujian merupakan data yang belum pernah dilatihkan ke jaringan. Sebelum proses pengujian, data ditransformasikan terlebih dahulu agar data memiliki range sesuai dengan fungsi *sigmoid* biner.

Proses pengujian hanya menggunakan 1 fase saja yaitu fase propagasi maju. Proses perhitungan menggunakan bobot hasil pelatihan yang didapat dari proses pelatihan sebelumnya. Setelah mendapatkan nilai keluaran y yang merupakan hasil prediksi wisatawan, kemudian nilai keluaran dinormalisasi kembali agar sesuai dengan data sebenarnya. Gambar 4.6 merupakan *pseudocode* pengujian *backpropagation*.

```
For j = 0 To jumlahHidden - 1
    zNet(j) = bobotInput(0, j)
    For i = 0 To 11
        zNet(j) += normalisasi(arrayPengujian(i),
            minDataPengujian, maxDataPengujian) * bobotInput(i + 1, j)
    Next
    z(j) = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * zNet(j))))
Next

yNet = bobotHidden(0)
For j = 0 To jumlahHidden - 1
    yNet += (z(j) * bobotHidden(j + 1))
Next
y = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * yNet)))
lblOutputPengujian.Text = Format(Math.Round(denormalisasi(y,
minDataPengujian, maxDataPengujian)), "#,##0")

Public Function denormalisasi(ByVal dataWisatawan As Double, ByVal minData
As Double, ByVal maxData As Double)

    Return (((dataWisatawan - 0.1) * (maxData - minData)) / 0.8) + minData
End Function
```

Gambar 4.5 *Pseudocode* pengujian *backpropagation*

4.2. Hasil Implementasi Sistem

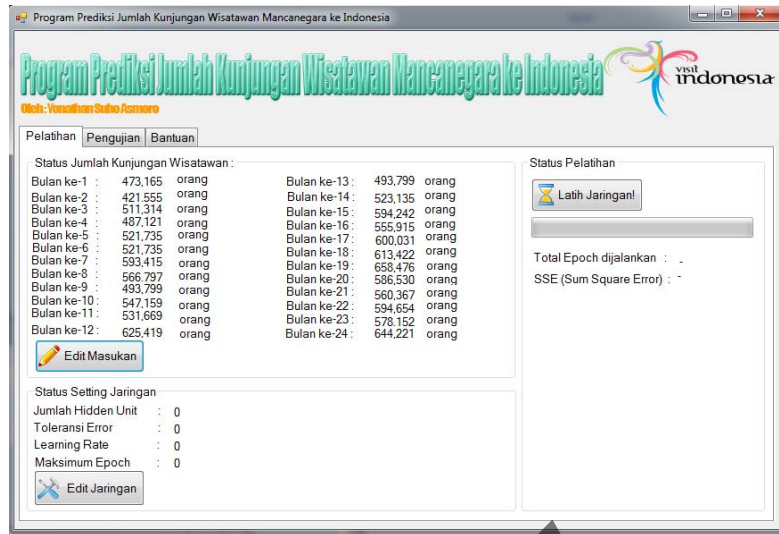
4.2.1 Form Utama

Form ini merupakan *form* yang pertama kali ditampilkan ketika sistem dijalankan oleh pengguna. Pada *form* utama akan menampilkan *tab* pelatihan, *tab* pengujian, dan *tab* bantuan yang dipisahkan oleh *tab control*. Gambar 4.6 merupakan tampilan *form* utama

Gambar 4.6 *Form* Utama

4.2.2.1 *Tab* Pelatihan

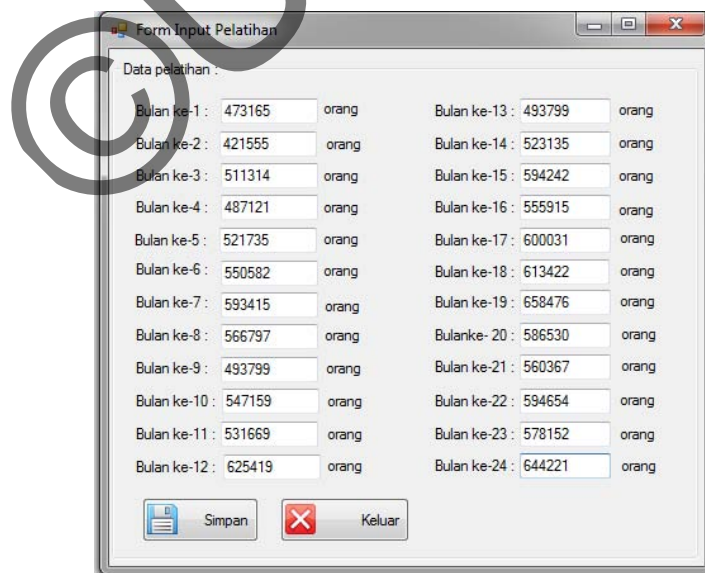
Pada *tab* pelatihan terdapat status jumlah kunjungan wisatawan, status status pelatihan dan status *setting* jaringan. Pada status jumlah kunjungan wisatawan terdapat data masukan jumlah kunjungan wisatawan yang digunakan sebagai data pelatihan. Pada status *setting* jaringan ditampilkan jumlah *hidden unit*, toleransi *error*, *learning rate*, dan maksimum *epoch*. Pada status pelatihan terdapat *progress* bar untuk menandakan proses pelatihan sedang berjalan, nilai *SSE* dan total *epoch* yang dijalankan setelah proses pelatihan dijalankan. Gambar 4.7 merupakan rancangan *user interface* untuk *tab* pelatihan.



Gambar 4.7 Tab Pelatihan

4.2.2.2 Form input Pelatihan

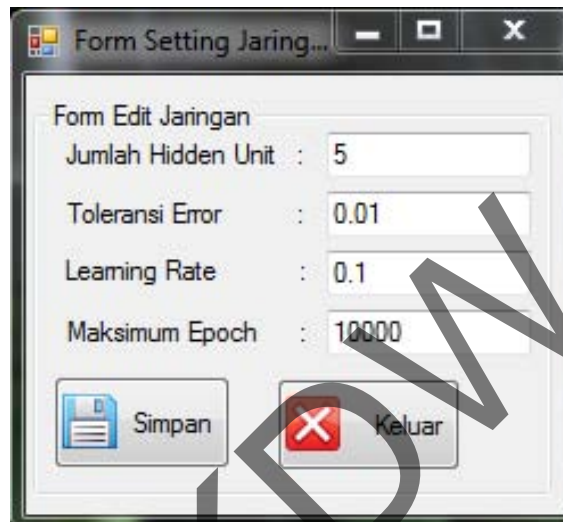
Untuk melakukan pelatihan maka bisa masuk pada *tab* pelatihan kemudian memilih edit masukan. Setelah itu maka ditampilkan form input pelatihan. Pada form input pelatihan ini diisi data pelatihan selama 24 bulan berturut-turut selanjutnya klik simpan data. Form input pelatihan yang telah dimasukkan data bisa dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Form Input Pelatihan

4.2.2.3 Form *Setting Jaringan*

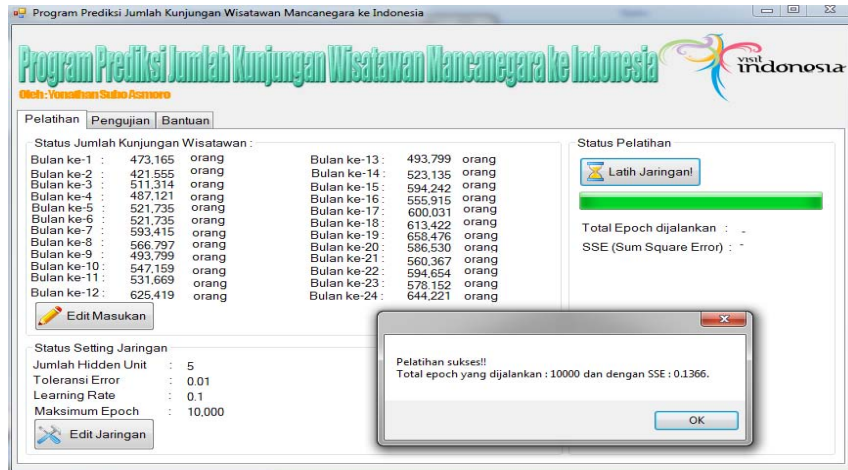
Pada *tab* pelatihan terdapat juga form *setting* jaringan digunakan untuk mengatur jaringan yang memuat pengaturan antara lain : jumlah *hidden unit*, toleransi error, *learning rate*, dan maksimum *epoch*. Form edit jaringan yang telah *disetting* bisa dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Form *Setting Jaringan*

4.2.2.4 Hasil Pelatihan

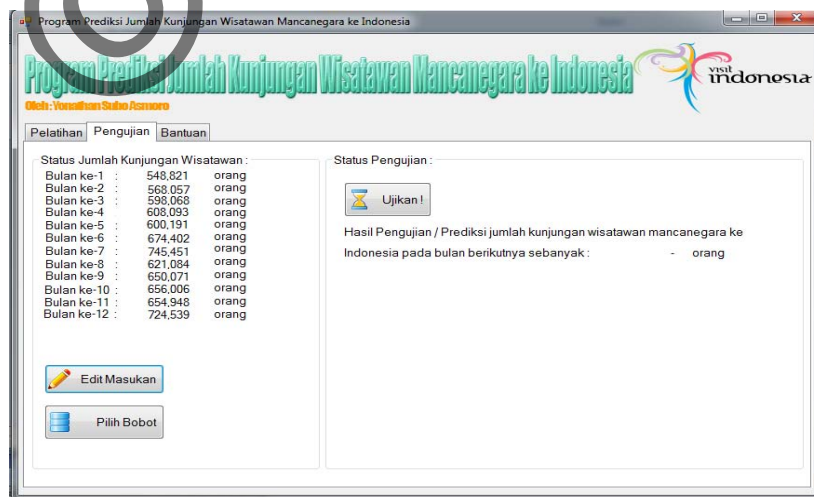
Setelah melakukan input data dan *setting* jaringan pada *tab* pelatihan, langkah selanjutnya adalah melakukan pelatihan. Proses pelatihan akan berjalan ketika tombol latih jaringan di klik. Setelah selesai proses pelatihan berjalan maka akan muncul message *box* yang memberitahukan pelatihan gagal maupun berhasil. Jika pelatihan berhasil maka sistem akan menampilkan total *epoch* yang dijalankan, *SSE* (Sum Square Error), sistem juga secara otomatis menyimpan bobot hasil pelatihan berupa file *.txt* yang disimpan di folder bobot hasil pelatihan. Tampilan program setelah pelatihan sukses dijalankan terlihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Hasil Pelatihan

4.2.3.1 Tab Pengujian

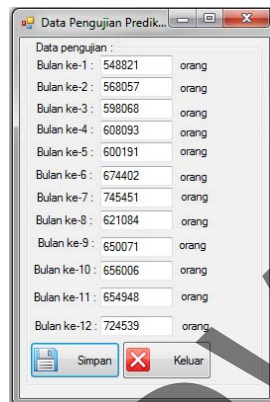
Pada *tab* pengujian terdapat status jumlah kunjungan wisatawan dan status pengujian. Pada status jumlah kunjungan wisatawan akan ditampilkan data banyaknya jumlah kunjungan wisatawan selama 12 bulan berturut-turut sebelum bulan yang akan diprediksi. Pada status pengujian terdapat tombol ujikan yang jika dijalankan maka akan ditampilkan hasil prediksi bulan ke-13 yang merupakan prediksi jumlah kunjungan wisatwan mancanegara. Pada *tab* ini terdapat juga tombol edit masukan dan tombol pilih bobot ideal. Gambar 4.11 merupakan rancangan *user interface* untuk *tab* pengujian.



Gambar 4.11 Tab Pengujian

4.2.3.2 Form input data pengujian

Dalam *tab* pengujian terdapat tombol edit masukkan yang apabila di klik akan muncul form input data pengujian. Form input data pengujian ini bisa diisi dengan data 12 bulan berturut-turut sebelum data bulan yang akan diprediksi. Data pengujian yang telah *diinputkan* dapat dilihat pada Gambar 4.12

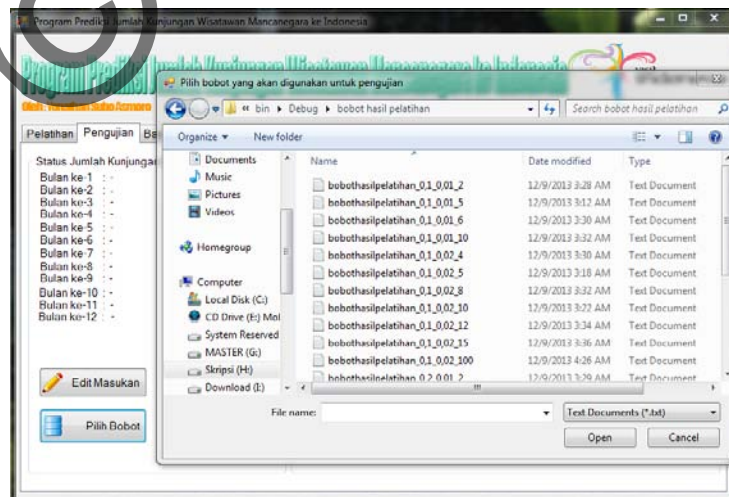


Bulan ke-	Input	Unit
Bulan ke-1	548821	orang
Bulan ke-2	568057	orang
Bulan ke-3	598068	orang
Bulan ke-4	608093	orang
Bulan ke-5	600191	orang
Bulan ke-6	674402	orang
Bulan ke-7	745451	orang
Bulan ke-8	621084	orang
Bulan ke-9	650071	orang
Bulan ke-10	656006	orang
Bulan ke-11	654948	orang
Bulan ke-12	724539	orang

Gambar 4.12 Form input data pengujian

4.2.3.3 Load bobot data pengujian

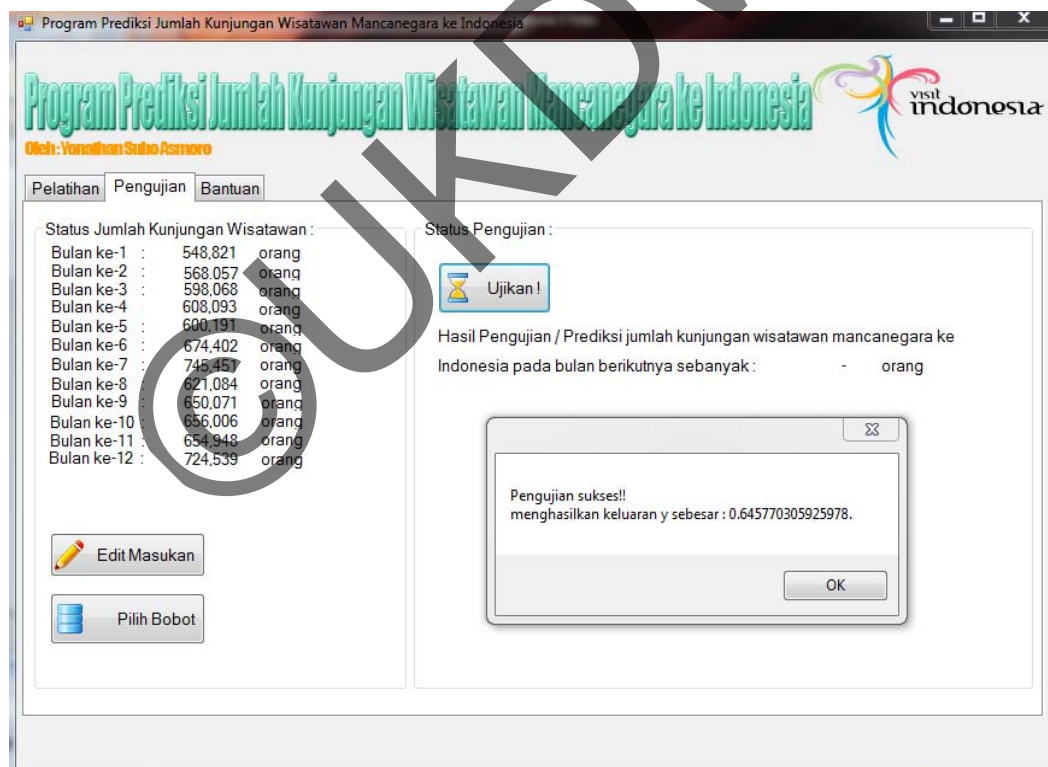
Bobot yang akan digunakan untuk pengujian data bisa diambil dari folder hasil pelatihan. Gambar 4.13 merupakan tampilan program saat melakukan pengambilan bobot yang akan digunakan.



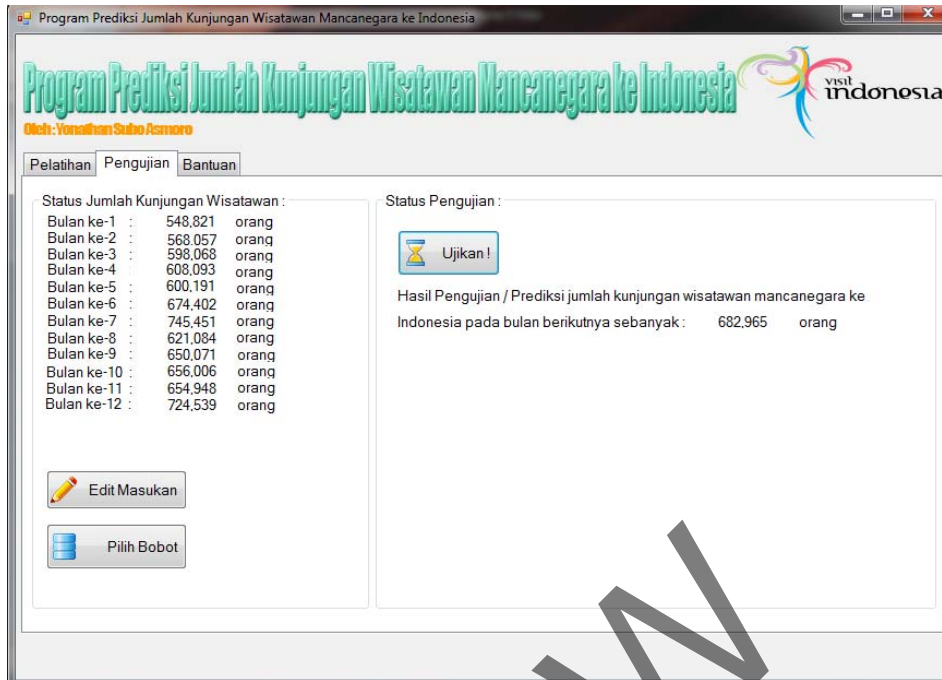
Gambar 4.13 Load bobot pengujian

4.2.3.4 Hasil Pengujian

Dalam pengujian program di bawah ini dilakukan pengujian menggunakan data Januari 2011 sampai Desember 2011 dengan target Januari 2012. Setelah input data pengujian dan *load* bobot pelatihan, maka pengujian dapat diproses ketika tombol ujikan diklik. Jika pengujian berhasil maka akan muncul messagebox pemberitahuan bahwa pengujian sukses dan akan menghasilkan *output* y yang merupakan data keluaran yang belum didenormalisasi. Setelah klik OK, maka prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara akan ditampilkan. Hasil pelatihan yang berhasil berupa keluaran y akan terlihat pada Gambar 4.14 dan hasil pelatihan yang berupa prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara terlihat pada Gambar 4.15



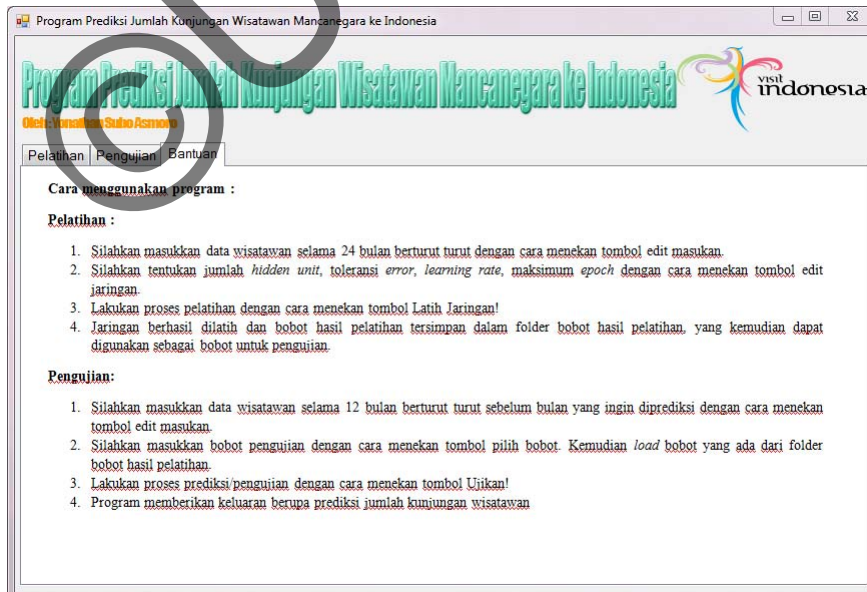
Gambar 4.14 *Output* berupa nilai y



Gambar 4.15 Hasil pengujian

4.2.4.1 Tab Bantuan

Tab bantuan yang ada di program ini berisi penjelasan singkat cara menggunakan program. Tab bantuan terlihat pada Gambar 4.16



Gambar 4.16 Tab bantuan

4.3. Analisis Sistem

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi implementasi *backpropagation* untuk prediksi kunjungan wisatawan mancanegara selama satu bulan ke depan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kunjungan wisatawan mancanegara per bulan menurut pintu masuk dari tahun 2009 sampai 2012 yang diambil dari website resmi BPS (Badan Pusat Statistik) Nasional yang bisa diakses melalui www.bps.go.id. Data 2009-2010 digunakan sebagai data pelatihan, sedangkan data 2011-2012 digunakan sebagai data pengujian.

Dalam penelitian ini data akan dilatihkan menggunakan beberapa kombinasi pengaturan jaringan. Pengaturan yang dipakai dalam kombinasi jaringan ini antara lain : *hidden unit*, *learning rate*, *toleransi error*, dan *max epoch*. Jaringan akan diuji dan akan dipilih berdasarkan jaringan yang terbaik (memiliki akurasi tertinggi) untuk digunakan pada pengujian/ implementasi sistem. Kombinasi pengaturan jaringan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. Rumus yang dipakai untuk mendapatkan akurasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \left| \frac{\text{target} - \text{hasil prediksi}}{\text{target}} \right| \times 100\% \quad [4.2]$$

Tabel 4.1 kombinasi pengaturan jaringan yang digunakan pada penelitian ini.

Jaringan	<i>Hidden Unit</i>	Tol Kesalahan	<i>Learning rate (a)</i>	<i>epoch</i>
P1	2	0,01	0,1	10.000
P2	2	0,01	0,2	10.000
P3	4	0,02	0,1	10.000
P4	4	0,02	0,2	10.000
P5	6	0,01	0,1	10.000
P6	6	0,01	0,2	10.000
P7	8	0,02	0,1	10.000
P8	8	0,02	0,2	10.000
P9	12	0,01	0,1	10.000

P10	12	0,01	0,2	10.000
P11	15	0,02	0,1	10.000
P12	15	0,02	0,2	10.000

4.3.1 Pengujian Pengaturan Jaringan P1

Pengaturan kombinasi jaringan P1 menggunakan 2 *hidden unit*, 0,01 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P1

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P1

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1363	652.692	683.901	95,218

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P1 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1363. Sistem dengan pengaturan jaringan P1 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 683.901 dan tingkat akurasi sebesar 95,218 %.

4.3.2 Pengujian Pengaturan Jaringan P2

Pengaturan kombinasi jaringan P2 menggunakan 2 *hidden unit*, 0,01 toleransi *error*, 0,2 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.3 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P2.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P2

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1369	652.692	684.253	95,164

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P2 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1369. Sistem dengan pengaturan jaringan P2 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 684.253 dan tingkat akurasi sebesar 95,164 %.

4.3.3 Pengujian Pengaturan Jaringan P3

Pengaturan kombinasi jaringan P3 menggunakan 4 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P3.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P3

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1368	652.692	683.317	95,308

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P3 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1368. Sistem dengan pengaturan jaringan P3 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 683.317 dan tingkat akurasi sebesar 95,308 %.

4.3.4 Pengujian Pengaturan Jaringan P4

Pengaturan kombinasi jaringan P4 menggunakan 4 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,2 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.5 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P4.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P4

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1375	652.692	684.119	95,185

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P4 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1375. Sistem dengan pengaturan jaringan P4 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 684.119 dan tingkat akurasi sebesar 95,185 %.

4.3.5 Pengujian Pengaturan Jaringan P5

Pengaturan kombinasi jaringan P5 menggunakan 6 *hidden unit*, 0,01 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P5.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P5

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1371	652.692	685.223	95,016

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P5 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1371. Sistem dengan pengaturan jaringan P5 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 685.223 dan tingkat akurasi sebesar 95,016 %.

4.3.6 Pengujian Pengaturan Jaringan P6

Pengaturan kombinasi jaringan P6 menggunakan 6 *hidden unit*, 0,01 toleransi *error*, 0,2 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.7 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P6.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P6

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1376	652.692	685.148	95,027

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P6 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1376. Sistem dengan pengaturan jaringan P6 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 685.148 dan tingkat akurasi sebesar 95,027 %.

4.3.7 Pengujian Pengaturan Jaringan P7

Pengaturan kombinasi jaringan P7 menggunakan 8 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.8 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P7.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P7

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1375	652.692	683.445	95,288

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P7 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1375. Sistem dengan pengaturan jaringan P7 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 683.445 dan tingkat akurasi sebesar 95,288 %.

4.3.8 Pengujian Pengaturan Jaringan P8

Pengaturan kombinasi jaringan P8 menggunakan 8 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,2 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.9 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P8.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P8

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,138	652.692	683.681	95,252

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P8 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,138. Sistem dengan pengaturan jaringan P8 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 683.681 dan tingkat akurasi sebesar 95,252 %.

4.3.9 Pengujian Pengaturan Jaringan P9

Pengaturan kombinasi jaringan P9 menggunakan 12 *hidden unit*, 0,01 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.10 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P9.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P9

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1372	652.692	683.621	95,261

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P9 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1372. Sistem dengan pengaturan jaringan P9 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 683.621 dan tingkat akurasi sebesar 95,261 %.

4.3.10 Pengujian Pengaturan Jaringan P10

Pengaturan kombinasi jaringan P10 menggunakan 12 *hidden unit*, 0,01 toleransi *error*, 0,2 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.11 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P10.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P10

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1378	652.692	684.229	95,168

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P10 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1378. Sistem dengan pengaturan jaringan P10 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 684.229 dan tingkat akurasi sebesar 95,168 %.

4.3.11 Pengujian Pengaturan Jaringan P11

Pengaturan kombinasi jaringan P11 menggunakan 15 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.12 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P11.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P11

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1379	652.692	682.965	95,362

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P11 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* **0,1379**. Sistem dengan pengaturan jaringan P11 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar **682.965** dan tingkat akurasi sebesar **95,362** %.

4.3.12 Pengujian Pengaturan Jaringan P12

Pengaturan kombinasi jaringan P12 menggunakan 15 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*. Tabel 4.13 merupakan hasil pengujian pengaturan jaringan P12.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Pengaturan Jaringan P12

Data Tahun	Pelatihan		Pengujian		
	<i>Epoch</i>	<i>SSE</i>	Target	Hasil Prediksi	Akurasi (%)
2009- 2010	10.000	0,1384	652.692	683.739	95,243

Dari hasil pengujian pengaturan jaringan P10 menghasilkan *epoch* 10.000 dan nilai *SSE* 0,1384. Sistem dengan pengaturan jaringan P10 mampu melakukan prediksi pada bulan Januari 2011 dengan target 652.692, menghasilkan prediksi sebesar 683.739 dan tingkat akurasi sebesar 95,243 %.

4.4 Hasil Analisis Sistem

Berdasarkan 12 macam kombinasi pengaturan jaringan yang telah diuji, semuanya menghasilkan prediksi yang sangat baik. Semua macam kombinasi jaringan menghasilkan nilai akurasi lebih dari 95 %. Tabel 4.14 merupakan tabel kombinasi pengaturan jaringan yang diujikan.

Tabel 4.14 Hasil pengujian kombinasi jaringan

Jaringan	Hidden Unit	Tol Kesalahan	Learning rate (a)	SSE	epoch	target	Hasil prediksi	Akurasi (%)
P1	2	0,01	0,1	0,1363	10.000	652.692	683.901	95,218
P2	2	0,01	0,2	0,1369	10.000	652.692	684.253	95,164
P3	4	0,02	0,1	0,1368	10.000	652.692	683.317	95,308
P4	4	0,02	0,2	0,1375	10.000	652.692	684.119	95,185
P5	6	0,01	0,1	0,1371	10.000	652.692	685.223	95,016
P6	6	0,01	0,2	0,1376	10.000	652.692	685.148	95,027
P7	8	0,02	0,1	0,1375	10.000	652.692	683.445	95,288
P8	8	0,02	0,2	0,138	10.000	652.692	683.681	95,252
P9	12	0,01	0,1	0,1372	10.000	652.692	683.621	95,261
P10	12	0,01	0,2	0,1378	10.000	652.692	684.229	95,168
P11	15	0,02	0,1	0,1379	10.000	652.692	682.965	95,362
P12	15	0,02	0,2	0,1384	10.000	652.692	683.739	95,243

Dari Tabel 4.14 bisa dianalisis semakin banyak jumlah *hidden unit* belum tentu jaringannya semakin optimal dan semakin kecil jumlah *hidden unit* belum tentu juga jaringannya semakin optimal. Hal tersebut bisa dibuktikan dengan

melihat perbandingan antara jaringan P1 dengan P5 dan perbandingan antara jaringan P5 dengan P11. Jaringan P1 memiliki jumlah *hidden unit* yang lebih sedikit daripada P5 namun P1 menghasilkan tingkat akurasi yang lebih optimal. Jaringan P11 memiliki jumlah *hidden unit* yang lebih banyak daripada jaringan P5 namun P11 menghasilkan tingkat akurasi yang lebih optimal. Untuk itulah perlu dilakukan percobaan/penelitian dalam menentukan jumlah *hidden unit* yang optimal.

Secara umum semakin kecil nilai *learning rate* maka tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan lebih optimal, namun hal tersebut tidak mutlak. Hal ini dibuktikan dari membandingkan *learning rate* pada jaringan P1 dan P2, P3 dan P4, P5 dan P6, P7 dan P8, P9 dan P10, P11 dan P12. Dari 6 pasangan data di atas 5 di antaranya yang memiliki *learning rate* lebih kecil menghasilkan jaringan yang lebih optimal. Hanya ada 1 pasangan data saja dari sebanyak 6 pasangan data yang menggunakan *learning rate* lebih besar tetapi jaringannya lebih optimal yaitu data P5 dibandingkan dengan data P6. Meskipun semakin kecil *learning rate* memiliki kecenderungan menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi namun *learning rate* yang kecil membutuhkan waktu pelatihan yang lebih lama.

Berdasarkan Tabel 4.14, pengaturan jaringan yang paling optimal adalah yang menghasilkan tingkat akurasi tertinggi yaitu jaringan P11. Jaringan P11 memiliki target sebesar 652.692, menghasilkan nilai prediksi sebesar 682.965 dengan tingkat akurasi sebesar 95,362 %. Untuk itulah jaringan P11 ini yang akan digunakan pada prediksi selanjutnya.

Jaringan P11 yang menggunakan 15 *hidden unit*, 0,02 toleransi *error*, 0,1 *learning rate*, dan 10.000 *max epoch*, akan digunakan untuk memprediksi data selama 12 bulan. Data yang dipakai untuk pengujian adalah data dari bulan Januari 2011 - Desember 2012. Hasil dari prediksi pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.15 :

Tabel 4.15 Prediksi pengujian

No	Jaringan	Bulan	Target	Hasil	Akurasi (%)
1	P11	Januari 2012	652.692	682.965	95,362
2	P11	Februari 2012	592.502	687.063	84,040
3	P11	Maret	658.602	695.616	94,380
4	P11	April 2012	626.100	698.592	88,422
5	P11	Mei 2012	650.883	697.174	92,888
6	P11	Juni 2012	695.531	699.430	99,439
7	P11	Juli 2012	701.200	699.109	99,702
8	P11	Agustus 2012	634.194	683.361	92,247
9	P11	September 2012	683.584	685.617	99,703
10	P11	Oktober 2012	688.341	683.085	99,236
11	P11	November 2012	693.867	682.987	98,432
12	P11	Desember 2012	766.966	687.760	89,673

Berdasarkan Tabel 4.15 secara umum sistem telah mampu melakukan prediksi jumlah kunjungan wisatawan dengan baik. pengujian terbaik terdapat pada bulan Juli 2012 dengan target 701.200 wisatawan, sistem mampu memprediksi dengan hasil prediksi 699.109 wisatawan, dengan tingkat akurasi **99.702 %**.

4.5 Kelebihan dan Kekurangan Sistem

Kelebihan :

1. Sistem otomatis melakukan penyimpanan hasil bobot awal dan bobot ideal berdasarkan *setting* yang ditetapkan pada pelatihan, yang selanjutnya bisa digunakan kembali ketika jaringan menggunakan *setting* yang sama pada pengujian.

2. Sistem mampu melakukan prediksi dengan baik. Dari 12 data pengujian yang ada, 6 di antaranya menghasilkan tingkat akurasi prediksi di atas 95 %, 3 data dengan akurasi antara 90-95 %, dan 3 data dengan akurasi antara 84-90%.

Kekurangan :

1. Proses pelatihan tidak bisa diberhentikan saat proses pelatihan berjalan. Pelatihan hanya dapat berhenti jika telah mencapai toleransi kesalahan atau telah mencapai maksimum *epoch*

2. Sistem hanya mampu memprediksi data untuk 1 bulan ke depan yaitu pada bulan ke-13. Jika hanya mempunyai data uji selama 1 tahun tetapi menginginkan prediksi selama 1 tahun ke depan maka perlu menginputkan data uji secara manual satu per satu sebanyak 12 pola.

©UKDW

LAMPIRAN

LISTING PROGRAM

1. Form Utama

```
Imports System.IO
'
Public Class Main

    Public minDataPelatihan As Double = 0
    Public maxDataPelatihan As Double = 0
    Dim euler As Double = 2.7182

    Private Sub btnInputData_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnInputData.Click
        FormInputPelatihan.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub btnSetting_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnSetting.Click
        SettingJaringan.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub btnInputPengujian_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btnInputPengujian.Click
        FormInputPengujian.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub btnPelatihan_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnPelatihan.Click
        Dim arrayDataLatih(24) As Double
        Dim arrayPola(12) As Double
        Dim bobotV(24, SettingJaringan.hiddenUnit) As Double
        Dim bobotW(SettingJaringan.hiddenUnit + 1) As Double
        Dim kesalahan As Double = 0 'kesalahan yang terjadi =
        zigma((T-Y)^2)
        Dim sse As Double = 0
        Dim hid As String = lblHiddenUnit.Text

        For a As Integer = 0 To 23
            If FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a) <
minDataPelatihan Then
                minDataPelatihan =
                FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a)
            End If

            If FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a) >
maxDataPelatihan Then
                maxDataPelatihan =
                FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(a)
            End If
        Next
    End Sub
End Class
```

```

'-----> Proses normalisasi data <-----
    For bulanke = 0 To 23
        arrayDataLatih(bulanke) =
normalisasi(FormInputPelatihan.arrayBulanLatih(bulanke),
minDataPelatihan, maxDataPelatihan)
    Next

    If (Not System.IO.Directory.Exists("bobot awal")) Then
        System.IO.Directory.CreateDirectory("bobot awal")
    End If

    If System.IO.File.Exists("bobot awal/bobotawal_" & hid &
".txt") = False Then
        Dim writer As New IO.StreamWriter("bobot
awal/bobotawal_" & hid & ".txt")
        writer.Close()

        '-----> Randomisasi bobot acak kecil dan penyimpanan
bobot awal <-----
        Dim rdm As New Random

        Try
            For i = 0 To 12 'bobot masukan +1 bias ke unit
tersembunyi
                For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
                    bobotV(i, j) =
Math.Round(rdm.NextDouble() - 0.5, 4)
                Next
            Next

            For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit 'hidden
unit + 1 bias dari unit tersembunyi ke y keluaran
                bobotW(j) = Math.Round(rdm.NextDouble() -
0.5, 4)
            Next

            Dim writer2 As New System.IO.StreamWriter("bobot
awal/bobotawal_" & hid & ".txt")
            For i = 0 To 12
                For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
                    writer2.Write(bobotV(i, j))
                    writer2.Write(";")
                Next
                writer2.WriteLine()

                Next
                writer2.Write("=====")
                writer2.WriteLine()
                For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
                    writer2.Write(bobotW(j))
                    writer2.Write(";")
                    writer2.WriteLine()

                Next
                writer2.Close()
            Catch ex As Exception
                MessageBox.Show("Terjadi Error saat proses
randomisasi atau menyimpan bobot awal!")
            End Try
        Else

```

```

'----> mengambil bobot awal yang sudah ada sebelumnya <----
Try
    Dim tampung() As String
    Dim tampung2() As String
    Dim reader As New System.IO.StreamReader("bobot
awal/bobotawal_" & hid & ".txt")

    tampung = reader.ReadToEnd.Split(vbNewLine)

    For i = 0 To 12
        For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
            tampung2 = tampung(i).Split(";")
            bobotV(i, j) = tampung2(j)
        Next
    Next

    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
        tampung2 = tampung(14 + j).Split(";")
        bobotW(j) = tampung2(0)
    Next

    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show("Terjadi error saat melakukan load
bobot awal")
    End Try
End If

'====> Proses pelatihan dari epoch ke-1 sampai toleransi error
terpenuhi atau sampai max epoch <====

    Dim zNet(SettingJaringan.hiddenUnit) As Double
    Dim yNet As Double
    Dim z(SettingJaringan.hiddenUnit) As Double
    Dim y As Double
    Dim target As Double
    Dim dJ(SettingJaringan.hiddenUnit + 1) As Double 'faktor d
pada layar tersembunyi
    Dim dNet(SettingJaringan.hiddenUnit + 1) As Double
    Dim dK As Double 'faktor d pada layar keluaran
    Dim deltaBobotV(24, SettingJaringan.hiddenUnit) As Double
    Dim deltaBobotW(SettingJaringan.hiddenUnit + 1) As Double
Try
    For epoch = 1 To SettingJaringan.maxEpoch
        barPelatihan.Maximum = SettingJaringan.maxEpoch
        barPelatihan.Value = epoch
        kesalahan = 0
        sse = 0
        For pola = 0 To 11
            '====> FASE 1: PROPAGASI MAJU <===
            '>>> perhitungan zNet(j) dan keluaran di layer
tersembunyi z(j) <<<<
            For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
                zNet(j) = bobotV(0, j) 'zNet awal = nilai
bobot bias

                For i = 0 To 11
                    zNet(j) += (arrayDataLatih(i) *
bobotV(i + 1, j)) 'i+1 karena 0 merupakan bobot bias
                Next
                z(j) = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * zNet(j))))
            Next
        Next
    Next

```

```

'>>> Menentukan target dari setiap pola <<<<
    target = arrayDataLatih(12 + pola)

'>>> perhitungan yNet(k) dan keluaran di layer
keluaran y(k)<<<<
    yNet = bobotW(0) 'yNet awal = nilai bobot bias
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        yNet += (z(j) * bobotW(j + 1)) 'j+1 karena
0 merupakan bobot bias
    Next
    y = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * yNet)))
'>>>hitung nilai kesalahan<<<<
    kesalahan += ((target - y) ^ 2)

'====> FASE 2: PROPAGASI MUNDUR <====

'>>>hitung faktor kesalahan delta di unit
keluaran<<<<
    dK = (target - y) * (y * (1 - y))

'>>>suku perubahan bobot unit keluaran W<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
        If j = 0 Then 'delta bobot pada bias
            deltaBobotW(j) =
SettingJaringan.learningRate * dK
        Else
            deltaBobotW(j) =
SettingJaringan.learningRate * dK * z(j - 1)
        End If
    Next
'>>>hitung faktor kesalahan delta di unit tersembunyi<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        dNet(j) = 0
        dNet(j) += (dK * bobotW(j + 1))
        dJ(j) = dNet(j) * z(j) * (1 - z(j))
    Next

'>>>suku perubahan bobot ke unit tersembunyi V<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        For i = 0 To 12
            If i = 0 Then 'delta bobot pada bias
                deltaBobotV(i, j) =
SettingJaringan.learningRate * dJ(j)
            Else
                deltaBobotV(i, j) =
SettingJaringan.learningRate * dJ(j) * arrayDataLatih(i - 1)
            End If
        Next
    Next
    Next
'====> FASE 3: PERUBAHAN BOBOT <====
'>>>perubahan bobot unit keluaran W<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
        bobotW(j) = bobotW(j) + deltaBobotW(j)
    Next

```

```

'>>>perubahan bobot ke unit tersembunyi V<<<<
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
        For i = 0 To 12
            bobotV(i, j) = bobotV(i, j) +
deltaBobotV(i, j)
        Next
    Next
Next
'>>> menghitung kesalahan sse <<<<
sse = kesalahan / 2
If sse <= SettingJaringan.tolError Then
    MessageBox.Show("Pelatihan sukses!!" &
vbNewLine & _
        "Total epoch yang dijalankan :
" & epoch & " dan dengan SSE : " & Math.Round(sse, 4) & ".")
    simpanBobotHasilPelatihan(bobotV, bobotW)
    btnPelatihan.Enabled = True
    barPelatihan.Value = 0
    lblTotEpoch.Text = epoch.ToString
    lblSSE.Text = Math.Round(sse, 4).ToString
    Exit For
ElseIf epoch = SettingJaringan.maxEpoch Then
    MessageBox.Show("Pelatihan sukses!!" &
vbNewLine & _
        "Total epoch yang dijalankan :
" & epoch & " dan dengan SSE : " & Math.Round(sse, 4) & ".")
    simpanBobotHasilPelatihan(bobotV, bobotW)
    btnPelatihan.Enabled = True
    barPelatihan.Value = 0
    lblTotEpoch.Text = epoch.ToString
    lblSSE.Text = Math.Round(sse, 4).ToString
    End If
Next
Catch ex As Exception
    MessageBox.Show("Data wisatawan blm diinputkan atau
Jaringan belum di setting", "Error Pelatihan",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
End Try
End Sub
Private Sub simpanBobotHasilPelatihan(ByRef a(,) As Double,
ByRef b() As Double)
    If (Not System.IO.Directory.Exists("bobot hasil
pelatihan")) Then
        System.IO.Directory.CreateDirectory("bobot hasil
pelatihan")
    End If

    If System.IO.File.Exists("bobot hasil
pelatihan/bobohasilpelatihan_" & SettingJaringan.learningRate &
"_" & SettingJaringan.tolError & "_" & SettingJaringan.hiddenUnit
& ".txt") = False Then
        Dim writer As New IO.StreamWriter("bobot hasil
pelatihan/bobohasilpelatihan_" &
Replace(SettingJaringan.learningRate, ".", Chr(44)) & "_" &
Replace(SettingJaringan.tolError, ".", Chr(44)) & "_" &
SettingJaringan.hiddenUnit & ".txt")

```

```

Else
    '---> menghapus file bobot pelatihan sebelumnya <---
    System.IO.File.Delete("bobot hasil
    pelatihan/bobothasilpelatihan_" & SettingJaringan.learningRate &
    "_" & SettingJaringan.tolError & "_" & SettingJaringan.hiddenUnit
    & ".txt")
    '---> menulis bobot pelatihan yang baru <---
    Dim writer As New IO.StreamWriter("bobot hasil
    pelatihan/bobothasilpelatihan_" &
    Replace(SettingJaringan.learningRate, ".", Chr(44)) & "_" &
    Replace(SettingJaringan.tolError, ".", Chr(44)) & "_" &
    SettingJaringan.hiddenUnit & ".txt")
    For i = 0 To 12
        For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit - 1
            writer.Write(Math.Round(a(i, j), 4))
            writer.Write(";")
        Next
        writer.WriteLine()
    Next
    writer.Write("=====")
    writer.WriteLine()
    For j = 0 To SettingJaringan.hiddenUnit
        writer.Write(Math.Round(b(j), 4))
        writer.Write(";")
    Next
    writer.WriteLine()
    writer.Close()
End If
End Sub
Public Function normalisasi(ByVal dataWisatawan As Double, ByVal
minData As Double, ByVal maxData As Double)
    Return (((dataWisatawan - minData) * 0.8) / (maxData -
minData)) + 0.1
End Function
Public Function denormalisasi(ByVal dataWisatawan As Double,
ByVal minData As Double, ByVal maxData As Double)
    Return (((dataWisatawan - 0.1) * (maxData - minData)) /
0.8) + minData
End Function
'=====> PENGUJIAN
Private Sub btnBobot_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnBobot.Click
    Try
        openFD.Title = "Pilih bobot yang akan digunakan untuk
        pengujian"
        openFD.InitialDirectory =
        System.Environment.CurrentDirectory
        openFD.Filter = "Text Documents (*.txt) |*.txt"
        openFD.FileName = ""
        openFD.ShowDialog()
    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show("Pilihlah file bobot hasil pelatihan
        yang sudah tersedia pada folder bobot hasil pelatihan", "Error
        Pemilihan Bobot", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
    End Try
End Sub

```

```

Dim bobotInput(,) As Double '----> menampung bobot hasil pelatihan
pada layar input ke layar tersembunyi
Dim bobotHidden() As Double '----> menampung bobot hasil
pelatihan pada layar tersembunyi ke layar output
Dim jumlahHidden As Integer = 0

Private Sub openFD_FileOk(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.ComponentModel.CancelEventArgs) Handles openFD.FileOk
Try
Dim tampung As String = openFD.FileName
Dim tampungIsi() As String
Dim tampung2() As String
Dim reader As New System.IO.StreamReader(tampung)
jumlahHidden = 0

tampungIsi = reader.ReadToEnd.Split(vbNewLine)

jumlahHidden = tampungIsi(0).Split(";").Length - 1
'menghitung jumlah hidden unit berdasar bobot yg dipilih

ReDim bobotInput(13, jumlahHidden)
ReDim bobotHidden(jumlahHidden + 1)

For i = 0 To 12
For j = 0 To jumlahHidden - 1
tampung2 = tampungIsi(i).Split(";")
bobotInput(i, j) = tampung2(j)
Next
Next

For j = 0 To jumlahHidden
tampung2 = tampungIsi(14 + j).Split(";")
bobotHidden(j) = tampung2(0)
Next

MessageBox.Show("Bobot hasil pelatihan berhasil diload
untuk pengujian")

Catch ex As Exception
MessageBox.Show("Pilihlah file bobot ideal yang sudah
tersedia pada folder bobot hasil pelatihan", "Error Pemilihan
Bobot", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
End Try
End Sub

Private Sub btnPengujian_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnPengujian.Click
Try

'=====> PROPAGASI MAJU UNTUK PENGUJIAN <====

Dim zNet(jumlahHidden) As Double
Dim yNet As Double
Dim z(jumlahHidden) As Double
Dim y As Double
Dim arrayPengujian(12) As Double

```



```

arrayPengujian(0) = FormInputPengujian.blnUji1
arrayPengujian(1) = FormInputPengujian.blnUji2
arrayPengujian(2) = FormInputPengujian.blnUji3
arrayPengujian(3) = FormInputPengujian.blnUji4
arrayPengujian(4) = FormInputPengujian.blnUji5
arrayPengujian(5) = FormInputPengujian.blnUji6
arrayPengujian(6) = FormInputPengujian.blnUji7
arrayPengujian(7) = FormInputPengujian.blnUji8
arrayPengujian(8) = FormInputPengujian.blnUji9
arrayPengujian(9) = FormInputPengujian.blnUji10
arrayPengujian(10) = FormInputPengujian.blnUji11
arrayPengujian(11) = FormInputPengujian.blnUji12

Dim minDataPengujian As Double = arrayPengujian(0)
Dim maxDataPengujian As Double = arrayPengujian(0)
For a As Integer = 0 To 11
    If arrayPengujian(a) < minDataPengujian Then
        minDataPengujian = arrayPengujian(a)
    End If

    If arrayPengujian(a) > maxDataPengujian Then
        maxDataPengujian = arrayPengujian(a)
    End If
Next

For j = 0 To jumlahHidden - 1
    zNet(j) = bobotInput(0, j) '---->zNet awal
    merupakan nilai bobot bias<----
    For i = 0 To 11
        zNet(j) += normalisasi(arrayPengujian(i),
minDataPengujian, maxDataPengujian) * bobotInput(i + 1, j)
    Next
    z(j) = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * zNet(j))))
Next
'---->perhitungan yNet(k) dan keluaran di layer
keluaran y(k) <----
yNet = bobotHidden(0) 'yNet awal = nilai bobot bias
For j = 0 To jumlahHidden - 1
    yNet += (z(j) * bobotHidden(j + 1)) 'j+1 karena 0
    merupakan bobot bias
Next
y = 1 / (1 + (euler ^ (-1 * yNet)))
MessageBox.Show("Pengujian sukses!!" & vbNewLine & _
    "menghasilkan keluaran y sebesar
: " & y & ".")

lblOutputPengujian.Text =
Format(Math.Round(denormalisasi(y, minDataPengujian,
maxDataPengujian)), "#,##0")
Catch ex As Exception
    MessageBox.Show("Terjadi error pada proses pengujian",
"Error Pengujian", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
End Try
End Sub
End Class

```

2. Form Input Pelatihan

```
Public Class FormInputPelatihan
    Public bln1 As Double = 0
    Public bln2 As Double = 0
    Public bln3 As Double = 0
    Public bln4 As Double = 0
    Public bln5 As Double = 0
    Public bln6 As Double = 0
    Public bln7 As Double = 0
    Public bln8 As Double = 0
    Public bln9 As Double = 0
    Public bln10 As Double = 0
    Public bln11 As Double = 0
    Public bln12 As Double = 0
    Public bln13 As Double = 0
    Public bln14 As Double = 0
    Public bln15 As Double = 0
    Public bln16 As Double = 0
    Public bln17 As Double = 0
    Public bln18 As Double = 0
    Public bln19 As Double = 0
    Public bln20 As Double = 0
    Public bln21 As Double = 0
    Public bln22 As Double = 0
    Public bln23 As Double = 0
    Public bln24 As Double = 0
    Public arrayBulanLatih(24) As Double

    Private Sub FormInputPelatihan_FormClosing(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.FormClosingEventArgs) Handles MyBase.FormClosing
        Main.Show()
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btnSimpanInput.Click
        Try
            bln1 = Convert.ToDouble(tbBln1.Text)
            If bln1 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-1, jumlah wisatawan tidak boleh negatif")
            End If
            arrayBulanLatih(0) = bln1
            bln2 = Convert.ToDouble(tbBln2.Text)
            If bln2 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-2, jumlah wisatawan tidak boleh negatif")
            End If
            arrayBulanLatih(1) = bln2
            bln3 = Convert.ToDouble(tbBln3.Text)
            If bln3 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-3, jumlah wisatawan tidak boleh negatif")
            End If
            arrayBulanLatih(2) = bln3
        End Try
    End Sub
End Class
```

```

bln5 = Convert.ToDouble(tbBln5.Text)
    If bln5 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-5, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(4) = bln5
    bln6 = Convert.ToDouble(tbBln6.Text)
    If bln6 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-6, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(5) = bln6
    bln7 = Convert.ToDouble(tbBln7.Text)
    If bln7 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-7, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(6) = bln7
    bln8 = Convert.ToDouble(tbBln8.Text)
    If bln8 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-8, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(7) = bln8
    bln9 = Convert.ToDouble(tbBln9.Text)
    If bln9 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-9, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(8) = bln9
    bln10 = Convert.ToDouble(tbBln10.Text)
    If bln10 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-10, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(9) = bln10
    bln11 = Convert.ToDouble(tbBln11.Text)
    If bln11 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-11, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(10) = bln11
    bln12 = Convert.ToDouble(tbBln12.Text)
    If bln12 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-12, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(11) = bln12
    bln13 = Convert.ToDouble(tbBln13.Text)
    If bln13 < 0 Then
        MessageBox.Show("Cek bulan ke-13, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
    End If
    arrayBulanLatih(12) = bln13

```

```

        bln14 = Convert.ToDouble(tbBln14.Text)
        If bln14 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-14, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(13) = bln14
        bln15 = Convert.ToDouble(tbBln15.Text)
        If bln15 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-15, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(14) = bln15
        bln16 = Convert.ToDouble(tbBln16.Text)
        If bln16 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-16, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(15) = bln16
        bln17 = Convert.ToDouble(tbBln17.Text)
        If bln17 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-17, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(16) = bln17
        bln18 = Convert.ToDouble(tbBln18.Text)
        If bln18 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-18, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(17) = bln18
        bln19 = Convert.ToDouble(tbBln19.Text)
        If bln19 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-19, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(18) = bln19
        bln20 = Convert.ToDouble(tbBln20.Text)
        If bln20 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-20, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(19) = bln20
        bln21 = Convert.ToDouble(tbBln21.Text)
        If bln21 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-21, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(20) = bln21
        bln22 = Convert.ToDouble(tbBln22.Text)
        If bln22 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-22, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(21) = bln22

```

```

        bln23 = Convert.ToDouble(tbBln23.Text)
        If bln23 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-23, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(22) = bln23
        bln24 = Convert.ToDouble(tbBln24.Text)
        If bln24 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-24, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        arrayBulanLatih(23) = bln24

        Main.minDataPelatihan = bln1
        Main.maxDataPelatihan = bln1

        Main.lbl1.Text = Format(Me.bln1, "#,##0")
        Main.lbl2.Text = Format(Me.bln2, "#,##0")
        Main.lbl3.Text = Format(Me.bln3, "#,##0")
        Main.lbl4.Text = Format(Me.bln4, "#,##0")
        Main.lbl5.Text = Format(Me.bln5, "#,##0")
        Main.lbl6.Text = Format(Me.bln5, "#,##0")
        Main.lbl7.Text = Format(Me.bln7, "#,##0")
        Main.lbl8.Text = Format(Me.bln8, "#,##0")
        Main.lbl9.Text = Format(Me.bln9, "#,##0")
        Main.lbl10.Text = Format(Me.bln10, "#,##0")
        Main.lbl11.Text = Format(Me.bln11, "#,##0")
        Main.lbl12.Text = Format(Me.bln12, "#,##0")
        Main.lbl13.Text = Format(Me.bln13, "#,##0")
        Main.lbl14.Text = Format(Me.bln14, "#,##0")
        Main.lbl15.Text = Format(Me.bln15, "#,##0")
        Main.lbl16.Text = Format(Me.bln16, "#,##0")
        Main.lbl17.Text = Format(Me.bln17, "#,##0")
        Main.lbl18.Text = Format(Me.bln18, "#,##0")
        Main.lbl19.Text = Format(Me.bln19, "#,##0")
        Main.lbl20.Text = Format(Me.bln20, "#,##0")
        Main.lbl21.Text = Format(Me.bln21, "#,##0")
        Main.lbl22.Text = Format(Me.bln22, "#,##0")
        Main.lbl23.Text = Format(Me.bln23, "#,##0")
        Main.lbl24.Text = Format(Me.bln24, "#,##0")
        Me.Hide()
        Main.Show()
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show("ada error, silahkan periksa kembali
input data pelatihan")
        End Try

    End Sub

    Private Sub btnKeluarInputPelatihan_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btnKeluarInputPelatihan.Click
        Me.Close()
    End Sub

End Class

```

3. Form Input Pengujian

```
Public Class FormInputPengujian
    Public blnUji1 As Double = 0
    Public blnUji2 As Double = 0
    Public blnUji3 As Double = 0
    Public blnUji4 As Double = 0
    Public blnUji5 As Double = 0
    Public blnUji6 As Double = 0
    Public blnUji7 As Double = 0
    Public blnUji8 As Double = 0
    Public blnUji9 As Double = 0
    Public blnUji10 As Double = 0
    Public blnUji11 As Double = 0
    Public blnUji12 As Double = 0

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnSimpanInputPengujian.Click
        Try
            blnUji1 = Convert.ToDouble(tbUjiBln1.Text)
            If blnUji1 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-1, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji2 = Convert.ToDouble(tbUjiBln2.Text)
            If blnUji2 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-2, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji3 = Convert.ToDouble(tbUjiBln3.Text)
            If blnUji3 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-3, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji4 = Convert.ToDouble(tbUjiBln4.Text)
            If blnUji4 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-4, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji5 = Convert.ToDouble(tbUjiBln5.Text)
            If blnUji5 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-5, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji6 = Convert.ToDouble(tbUjiBln6.Text)
            If blnUji6 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-6, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji7 = Convert.ToDouble(tbUjiBln7.Text)
            If blnUji7 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-7, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
            blnUji8 = Convert.ToDouble(tbUjiBln8.Text)
            If blnUji8 < 0 Then
                MessageBox.Show("Cek bulan ke-8, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
            End If
        End Try
    End Sub
End Class
```

```

        blnUji9 = Convert.ToDouble(tbUjiBln9.Text)
        If blnUji9 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-9, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        blnUji10 = Convert.ToDouble(tbUjiBln10.Text)
        If blnUji10 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-10, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        blnUji11 = Convert.ToDouble(tbUjiBln11.Text)
        If blnUji11 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-11, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If
        blnUji12 = Convert.ToDouble(tbUjiBln12.Text)
        If blnUji12 < 0 Then
            MessageBox.Show("Cek bulan ke-12, jumlah wisatawan
tidak boleh negatif")
        End If

        Main.lblUji1.Text = Format(Me.blnUji1, "#,##0")
        Main.lblUji2.Text = Format(Me.blnUji2, "#,##0")
        Main.lblUji3.Text = Format(Me.blnUji3, "#,##0")
        Main.lblUji4.Text = Format(Me.blnUji4, "#,##0")
        Main.lblUji5.Text = Format(Me.blnUji5, "#,##0")
        Main.lblUji6.Text = Format(Me.blnUji6, "#,##0")
        Main.lblUji7.Text = Format(Me.blnUji7, "#,##0")
        Main.lblUji8.Text = Format(Me.blnUji8, "#,##0")
        Main.lblUji9.Text = Format(Me.blnUji9, "#,##0")
        Main.lblUji10.Text = Format(Me.blnUji10, "#,##0")
        Main.lblUji11.Text = Format(Me.blnUji11, "#,##0")
        Main.lblUji12.Text = Format(Me.blnUji12, "#,##0")
        Me.Hide()
        Main.Show()
    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show("ada error, silahkan periksa kembali
input data pengujian")
    End Try
End Sub

Private Sub btnKeluarInputPengujian_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btnKeluarInputPengujian.Click
    Me.Close()
End Sub

Private Sub FormInputPengujian_FormClosing(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.FormClosingEventArgs)
Handles MyBase.FormClosing
    Main.Show()
End Sub

End Class

```

4. Form Setting Jaringan

```
Public Class SettingJaringan
    Public hiddenUnit As Double = 0
    Public tolError As Double = 0
    Public maxEpoch As Double = 0
    Public learningRate As Double = 0
    Private Sub btnKeluarSetting_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btnKeluarSetting.Click
        Me.Close()
    End Sub

    Private Sub FormSetting_FormClosing(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.FormClosingEventArgs)
Handles MyBase.FormClosing
        Main.Show()
    End Sub

    Private Sub btnSimpanSetting_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btnSimpanSetting.Click
        Try
            hiddenUnit = Convert.ToDouble(tbHiddenUnit.Text)
            tolError = Convert.ToDouble(tbToleransiError.Text)
            maxEpoch = Convert.ToDouble(tbMaxEpoch.Text)
            learningRate = Convert.ToDouble(tbLearningRate.Text)

            Main.lblHiddenUnit.Text = Me.hiddenUnit
            Main.lblToleransiError.Text = Me.tolError
            Main.lblMaxEpoch.Text = Format(Me.maxEpoch, "#,##0")
            Main.lblLearningRate.Text = Me.learningRate
            Me.Hide()
            Main.Show()
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show("Ada Error! silahkan periksa input
setting jaringan")
        End Try
    End Sub
End Class
```


Tabel jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia

1. Tahun 2009

Pelabuhan Masuk	2009					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Soekarno-Hatta	92136	97985	121699	96709	119231	125111
Ngurah Rai	173919	146192	168036	188189	190697	200503
Polonia	11248	9133	13617	11481	13031	14166
Batam	81601	68964	87154	77788	79969	84521
Juanda	1981	1956	2274	2538	2543	2393
Sam Ratulangi	10665	9916	13061	11582	13448	14879
Entikong	1581	1175	1859	1497	1814	1820
Adi Sumarmo	1088	909	1313	1192	1444	1611
Minangkabau	3757	4611	4597	4450	5776	6224
Tg. Priok	5911	5111	4957	5212	5567	5444
Tg. Pinang	9909	6606	9867	8428	9001	10241
Lainnya	79369	68997	82880	78055	79214	83669
Total	473165	421555	511314	487121	521735	550582

Pelabuhan Masuk	2009					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	150924	123405	87047	117911	127299	130983
Ngurah Rai	235042	232164	218245	225606	184622	221604
Polonia	13886	12043	9702	11861	12042	15983
Batam	70864	78422	66105	72195	78764	105037
Juanda	2970	3559	2633	2675	1923	2270
Sam Ratulangi	14810	15661	10381	12630	16413	14630
Entikong	1451	1578	2192	1314	1855	3054
Adi Sumarmo	1713	1391	1211	1777	1239	1601
Minangkabau	6872	1932	1965	4140	3037	3641
Tg. Priok	4791	4583	4959	4746	3011	4920
Tg. Pinang	7159	8025	8407	7598	7864	9382
Lainnya	82933	84034	80952	84706	93600	112314
Total	593415	566797	493799	547159	531669	625419

2. Tahun 2010

Pelabuhan Masuk	2010					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Soekarno-Hatta	117422	121727	183449	173906	183218	155951
Ngurah Rai	178358	191362	191125	184230	199401	224695
Polonia	11365	12625	14000	12326	13298	15499
Batam	79560	80966	81732	77178	84617	92719
Sam Ratulangi	1841	2308	1602	1445	1602	1590
Juanda	13889	12241	14455	12561	13459	15008
Entikong	1262	2432	1873	1538	2073	2099
Adi Sumarmo	1033	1163	2117	1790	2368	2183
Minangkabau	1714	2005	2350	1906	2092	2972
Tanjung Priok	5535	5260	5271	4945	4720	5035
Tanjung Pinang	6173	8548	7731	7942	8474	10030
Selaparang	727	974	1293	1319	1170	1585
Makassar	1913	2045	1080	925	913	1093
Sepinggan	615	694	1254	899	780	891
Sultan Syarif Kasim II	1056	1268	1319	1234	1131	1642
Adi Sucipto	3672	4006	4467	3733	5170	4747
Husein Sastranegara	6444	6809	7155	6885	8156	7680
Tanjung Uban	21604	23718	27100	22281	26349	29928
Tanjung Balai Karimun	6912	9100	9446	8180	8543	9413
Lainnya	32704	33884	35423	30692	32497	28662
Total	493799	523135	594242	555915	600031	613422

Pelabuhan Masuk	2010					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	180353	142050	125439	153300	147579	139242
Ngurah Rai	252110	243222	232516	229651	196856	222497
Polonia	15244	11447	12127	13520	14102	16857
Batam	86716	76809	74511	77183	85307	110148
Sam Ratulangi	1776	1689	1561	1847	1477	1482
Juanda	15941	14420	13171	12297	17255	14191
Entikong	2134	1874	1816	1139	1915	3281
Adi Sumarmo	2334	2067	2361	2384	869	1681
Minangkabau	2434	1180	2279	1864	3342	3344
Tanjung Priok	5088	5943	4776	5690	6044	5552
Tanjung Pinang	8091	7093	8390	7237	8167	10078

Selaparang	2134	2171	1340	1459	1253	1863
Makassar	935	1026	946	950	3059	1326
Sepinggán	846	841	889	1104	1116	895
Sultan Syarif Kasim II	1223	905	1508	1089	2070	833
Adi Sucipto	4576	4188	3488	4419	1254	3267
Husein Sastranegara	8409	7218	5227	9570	6321	10404
Tanjung Uban	27000	26653	23187	25435	26029	34661
Tanjung Balai Karimun	9237	6126	7119	7707	8605	10520
Lainnya	31895	29608	37716	36809	45532	52099
Total	658476	586530	560367	594654	578152	644221

3. Tahun 2011

Pelabuhan Masuk	2011					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Soekarno-Hatta	138987	144299	160650	151989	150407	164689
Ngurah Rai	208337	201457	202539	224423	208832	245248
Polonia	12172	14270	15600	14998	16648	15979
Batam	77925	86318	87776	92055	96206	111619
Sam Ratulangi	1050	1264	1778	1764	1436	1513
Juanda	13580	13086	15317	14179	14894	16215
Entikong	1647	2297	2044	1831	2201	2118
Adi Sumarmo	1374	1622	2501	1993	2542	1795
Minangkabau	2183	2646	3215	2107	2669	2707
Tanjung Priok	5903	5089	5593	5278	5452	5270
Tanjung Pinang	6194	8648	8388	9026	8523	11067
Selaparang	1164	835	1315	1639	1698	1683
Makassar	906	1083	939	1146	1090	1289
Sepinggán	1355	1356	1744	1283	1158	1295
Sultan Syarif Kasim II	1412	1468	1852	1982	2131	1982
Adi Sucipto	2990	3344	5187	4651	5106	3700
Husein Sastranegara	9383	8747	9057	9732	9397	11079
Tanjung Uban	22663	25662	28523	26206	25487	32372
Tanjung Balai Karimun	7193	9903	8933	9284	8680	9325
Lainnya	32403	34663	35117	32527	35634	33457
Total	548821	568057	598068	608093	600191	674402

Pelabuhan Masuk	2011					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	200180	142974	169777	175068	171215	162787
Ngurah Rai	279219	252698	252855	244421	220341	248336
Polonia	17646	13225	14517	15392	19907	22296
Batam	108383	84918	90569	95250	100404	130158
Sam Ratulangi	2011	2199	1927	2100	1425	1607
Juanda	16788	16553	14264	15406	18650	16883
Entikong	1559	2643	1759	1506	2269	3380
Adi Sumarmo	1989	1937	2029	1837	1993	2218
Minangkabau	2734	1628	1903	1799	3740	3254
Tanjung Priok	5273	4864	4972	5180	6980	5317
Tanjung Pinang	8987	7858	7849	7483	9969	12188
Selaparang	2182	1506	1216	1629	1368	1703
Makassar	1277	1295	964	1178	1615	1513
Sepinggan	1137	1124	1311	1242	1408	1194
Sultan Syarif Kasim II	2079	1731	1482	1485	2214	2164
Adi Sucipto	4519	3826	2672	3417	4851	3897
Husein Sastranegara	11806	6507	6916	9126	11155	12380
Tanjung Uban	31694	32806	25208	27097	25425	34210
Tanjung Balai Karimun	9907	5587	8355	8090	8628	10512
Lainnya	36081	35205	39526	37300	41391	48542
Total	745451	621084	650071	656006	654948	724539

4. Tahun 2012

Pelabuhan Masuk	2012					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Soekarno-Hatta	156654	154698	165927	161005	185932	169682
Ngurah Rai	249728	209160	222950	222657	220508	241108
Polonia	15384	14843	19228	16383	18074	16634
Batam	102630	83089	103626	93813	94117	117049
Sam Ratulangi	1827	1171	1579	1669	1442	1636
Juanda	14200	14290	16257	16061	17017	17503
Entikong	2324	1787	2121	1503	1973	2514
Adi Sumarmo	1482	1622	2024	2189	3325	2428
Minangkabau	2502	2561	3147	2665	2615	2760
Tanjung Priok	5449	4409	5763	5760	4995	5351
Tanjung Pinang	9524	6869	9841	8734	8780	11174
Selaparang	1230	871	1348	1482	942	1384

Makassar	1064	1048	1277	1192	1039	1041
Sepinggan	1157	1836	1939	1333	1272	1276
Sultan Syarif Kasim II	1408	1720	2099	1701	1289	1680
Adi Sucipto	3795	3447	4253	4505	4925	4444
Husein Sastranegara	9600	10667	13101	12639	12597	15417
Tanjung Uban	30546	23440	28471	25784	24498	32780
Tanjung Balai Karimun	9455	8123	10107	8545	9399	10521
Lainnya	32733	46851	43544	36480	36144	39149
Total	652692	592502	658602	626100	650883	695531

Pelabuhan Masuk	2012					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Soekarno-Hatta	190320	140077	182214	184894	185112	177335
Ngurah Rai	271371	253970	255717	252716	237874	264366
Polonia	15851	14767	16585	15285	21112	21699
Batam	92636	95725	95423	102251	101881	137368
Sam Ratulangi	1763	1503	1679	1867	1364	1611
Juanda	16036	16003	16065	17394	19995	16955
Entikong	1741	3036	1371	1665	2761	3101
Adi Sumarmo	2188	2318	1484	1042	736	774
Minangkabau	2346	1979	2169	2224	3637	4163
Tanjung Priok	5819	4857	5876	5507	5972	6410
Tanjung Pinang	7199	7805	6934	8168	7985	10772
Selaparang	1219	996	1037	2251	1745	2527
Makassar	1073	1168	1004	1130	1440	1405
Sepinggan	1289	1510	1052	1502	1445	1217
Sultan Syarif Kasim II	1629	1510	1999	1846	2421	2085
Adi Sucipto	4520	4910	4386	6205	6598	6938
Husein Sastranegara	11642	7084	13577	7366	14901	18145
Tanjung Uban	28693	32547	25406	28355	25003	31024
Tanjung Balai Karimun	7994	7200	8402	7659	8989	11105
Lainnya	35871	35229	41204	39014	42896	47966
Total	701200	634194	683584	688341	693867	766966