

**ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK PROYEKSI LAJU PERTUMBUHAN  
PENDUDUK DI KABUPATEN KARO PADA TAHUN 2030****Ferdinand Sinuhaji<sup>1</sup>, Beril Syahputra Ginting<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Dosen Prodi Arsitektur Universitas Quality Berastagi<sup>2</sup>Mahasiswa Prodi Akuntansi Universitas Quality BerastagiEmail : [sinuhajiferdinand@gmail.com](mailto:sinuhajiferdinand@gmail.com)**ABSTRAK**

Ada tiga faktor demografi yang memengaruhi laju pertumbuhan penduduk yaitu kelahiran, kematian, dan perpindahan. Tujuan penelitian ini adalah memproyeksikan laju pertumbuhan penduduk di kabupaten Karo pada tahun 2030 sehingga hasil penelitian ini dapat diambil kebijakan atau strategi oleh pemerintah kabupaten Karo. Jika nantinya hasil proyeksi pada tahun 2030 laju pertumbuhan penduduk dikategorikan tinggi. Dampak laju pertumbuhan penduduk dilihat dari besarnya jumlah penduduk dan laju pertumbuhannya yang tinggi membawa konsekuensi terhadap sulitnya mencari pekerjaan, mahalnnya harga-harga bahan pangan, biaya pendidikan, kesehatan dan banyaknya permasalahan sosial karena banyaknya pengangguran dan sebagainya. Untuk dapat memproyeksikan laju pertumbuhan penduduk di kabupaten Karo digunakan pendekatan jaringan saraf tiruan. Hasil dari penelitian bahwa nilai korelasi diperoleh sebesar 0,9761, artinya memperlihatkan bahwa proyeksi laju pertumbuhan penduduk kabupaten Karo menggunakan data rentang 8 tahun dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2022 tergolong baik, nilai error terkecil terlihat data ke-67 yaitu sebesar -0,0005 dan error terbesar pada data ke-1 yaitu sebesar 0,2204 nilai MSE dari akhir pelatihan sebesar 0,075491.

**Kata Kunci :** Proyeksi laju penduduk, Laju pertumbuhan karo**ABSTRACT**

*There are three demographic factors that influence the population growth rate, namely births, deaths, and displacement. The purpose of this study is to project the population growth rate in Karo district in 2030 so that the results of this study can be taken policies or strategies by the Karo district government, if later the projection results in 2030 the population growth rate is categorized as high. The impact of the population growth rate is seen from the large number of people and the high growth rate has consequences for the difficulty of finding work, high food prices, education costs, health and many social problems due to unemployment and so on. To be able to project the population growth rate in Karo district, an artificial neural network approach is used. The results of the study that the correlation value obtained is 0.9761, This means that the projection of the population growth rate of Karo district using data spanning 8 years from 2015 to 2022 is classified as good, the smallest error value is seen in the 67th data which is -0.0005 and the largest error in the 1st data is 0.2204 MSE value from the end of training is 0.075491.*

**Keywords :** population rate projections, total population karo, karo growth rate 2030**I. PENDAHULUAN**

Pertumbuhan laju penduduk adalah perubahan jumlah penduduk baik penambahan maupun penurunannya. Pertumbuhan penduduk di suatu wilayah dipengaruhi oleh besarnya kelahiran (*Birth*), kematian (*Death*), perpindahan

masuk (*In Migration*), dan perpindahan keluar (*Out Migration*). Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan penduduk yang pertama adalah kelahiran, kematian, dan perpindahan [1]. Laju pertumbuhan penduduk mampu mendorong pertumbuhan ekonomi,

bertambahnya penduduk akan memperluas pasar, dan perluasan pasar akan mempertinggi tingkat spesialisasi dalam perekonomian. Sebagai dampak dari spesialisasi yang terjadi, maka tingkat kegiatan ekonomi akan bertambah.

Dampak laju pertumbuhan penduduk dilihat dari besarnya jumlah penduduk dan laju pertumbuhannya yang tinggi membawa konsekuensi terhadap sulitnya mencari pekerjaan, mahalnya harga-harga bahan pangan, biaya pendidikan, kesehatan dan banyaknya permasalahan sosial karena banyaknya pengangguran dan sebagainya.

Data dari BPS kabupaten Karo tercatat bahwa laju pertumbuhan penduduk tidak merata. yang menyebabkan laju pertumbuhan penduduk tidak merata antara lain persebaran penduduk yang tidak merata disebabkan oleh faktor biologis yang terkait dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang bervariasi akibat perbedaan dalam tingkat kematian, kelahiran, dan perkawinan. Tingkat kematian yang rendah dapat menyebabkan pertumbuhan penduduk yang lebih cepat karena orang hidup lebih lama.

Dampak positif dari laju pertumbuhan penduduk adalah tersedianya tenaga kerja (Sumber Daya Manusia) untuk meningkatkan produksi dalam proses pemenuhan kebutuhan penduduk di kabupaten Karo. Berkembang berbagai jenis usaha lokal karena sejalan dengan bertambahnya kebutuhan penduduk akan pangan, sandang.

Pertumbuhan laju penduduk dapat dihitung dengan pola angka kelahiran, kematian, dan perpindahan. Pertambahan laju penduduk yang cepat dapat mengakibatkan penurunan persediaan air bersih, penurunan udara bersih dan terjadinya alih fungsi lahan untuk permukiman penduduk.

Ketika pertumbuhan penduduk di daerah tersebut meningkat dan sulit dikendalikan dapat menyebabkan meningkatnya pengangguran di daerah

tersebut karena kurangnya lapangan pekerjaan yang tersedia.

Laju pertumbuhan penduduk pada suatu wilayah atau negara pada dasarnya dapat di kelaskan sebagai suatu modal atau beban pembangunan yang mana hal ini bisa berdampak baik untuk negara jika di sertai dengan kualitas yang memadai baik tingkat kesehatan, pendidikan, maupun kemampuan beradaptasi dengan perkembangan teknologi sangat mendukung terhadap proses pembangunan negara jumlah penduduk senantiasa berubah dari waktu ke waktu.

Artificial neural network merupakan algoritma yang secara umum sangat baik dalam permasalahan pengenalan pola, bekerja dengan menirukan jaringan saraf manusia yang dapat menyimpan informasi-informasi dan membentuk sebuah tujuan dari sistem saraf tersebut.

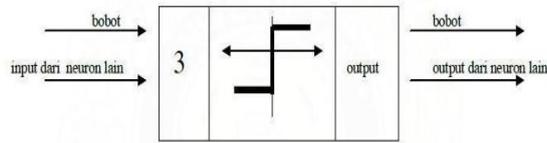
Dengan menggunakan artificial neural network sebagai memprediksi laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karo untuk mendapatkan seberapa besar laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2030.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penyusunan penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data jumlah penduduk di kabupaten Karo, <https://karokab.bps.go.id/> mulai tahun 2015 sampai dengan tahun 2022. Kemudian materi yang berkaitan dengan jaringan saraf tiruan berupa buku-buku, jurnal, lalu menganalisis laju pertumbuhan penduduk di kabupaten Karo dan memproyeksi persentase laju pertumbuhan penduduk di kabupaten Karo pada tahun 2030.

Diagram alir penelitian telah disusun pada gambar 1, adalah proses penelitian sampai tahap akhir penelitian yaitu dengan mengumpulkan data jumlah warga penduduk di kabupaten Karo mulai tahun 2015 sampai dengan tahun 2022, selanjutnya adalah melakukan normalisasi

data, pemodelan *backpropagation* dilakukan

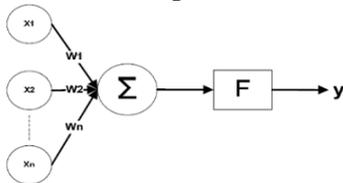


Gambar 3 menunjukkan struktur neuron pada neural network

initialization, activation, iteration, pelatihan dan pengujian, evaluasi dan terakhir memproyeksikan laju pertumbuhan penduduk kabupaten Karo pada tahun 2030.

Artificial Neural Network

*Artificial neural networks* adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologi di dalam otak [7]. Jaringan syaraf adalah merupakan salah satu

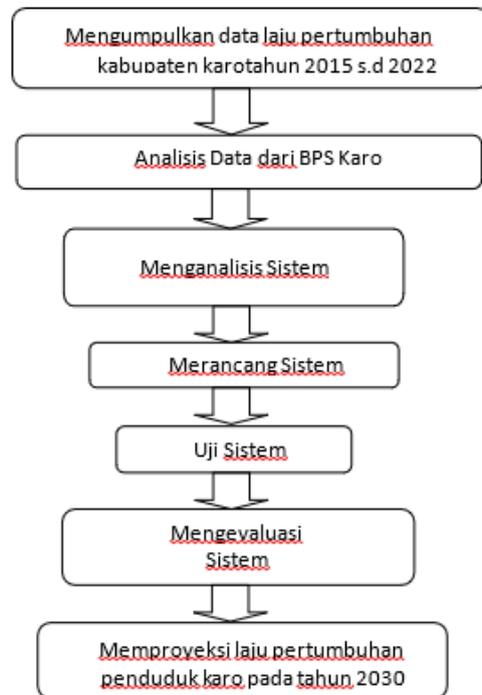


Gambar 4 menunjukkan neuron jaringan syaraf sederhana dengan fungsi aktivasi F

representasi buatan dari otak manusia yang selalu untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan di sini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran [8]. Komponen Nueral Network. Ada beberapa tipe neural network, hampir semuanya memiliki komponen-komponen yang sama. Seperti halnya otak manusia, artificial neural network juga terdiri dari beberapa *neuron*, dan ada hubungan antara *neuron-neuron* tersebut. *Neuron-neuron* tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan menuju ke *neuron- neuron* yang lain. Pada neural network, hubungan ini disebut dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut.

Model Artificial Neural Network

Seperti halnya otak manusia, neural network juga terdiri dari beberapa neuron, dan terdapat hubungan antara neuron-neuron tersebut. Pada gambar 3. menunjukkan struktur neuron yang mana



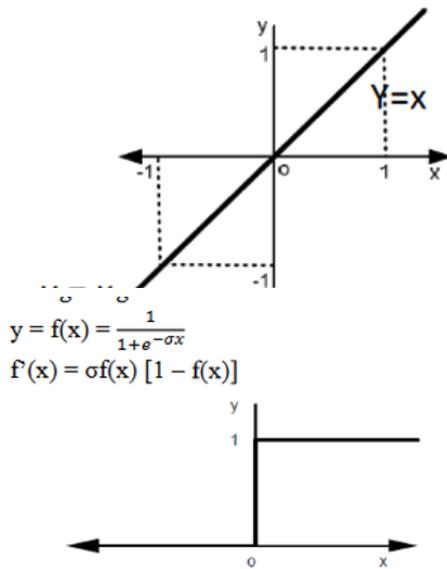
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Neuron-neuron akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarannya menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada neural network hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi tersebut tersimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut. keduanya atau mungkin lebih untuk mendapatkan redundansi data. Ini diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang Pada neural network, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan –lapisan yang disebut dengan lapisan neuron. Biasanya neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan sebelum atau sesudahnya terkecuali lapisan masukan dan lapisan keluaran. Informasi yang diberikan pada neural network akan dirambatkan dari lapisan ke lapisan, melalui dari lapisan masukan sampai lapisan keluaran melalui

lapisan tersembunyi. Algoritma pembelajaran menentukan informasi akan dirambatkan kearah mana.

Fungsi Aktivasi

Ada beberapa fungsi aktivitas yang sering



Gambar 5. Fungsi Sigmoid Biner

digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, yaitu : a. Fungsi Sigmoid Biner b. Fungsi Linier Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai pada *range* 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai *output* yang terletak pada *interval* 0 sampai 1. Namun fungsi ini juga digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai *output*-nya 0 atau 1. Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai [10].

Arsitektur Backpropagation

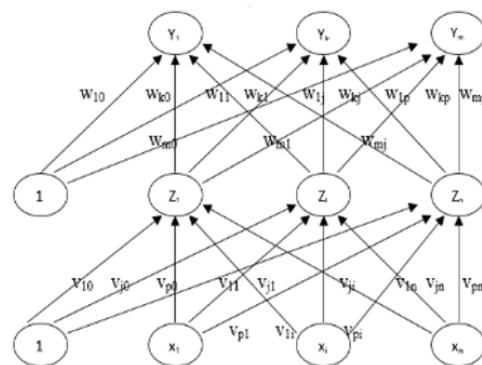
Lapisan *input* memiliki 3 *neuron*, yaitu X1, X2 dan X3, Sedangkan pada lapisan *output* memiliki 2 *neuron* yaitu Y1 dan Y2. *Neuron-neuron* pada lapisan kedua lapisan saling berhubungan. Seberapa besar hubungan antara 2 *neuron* ditentukan oleh bobot yang bersesuaian. Semua unit *input* akan dihubungkan dengan dengan setiap unit *output*.

Algoritma Backpropagation

Adalah metode pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya. Metode *backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, *neuron-neuron* diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivitas sigmoid.

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. (Pakaja et al., 2013).

Penduduk adalah semua orang yang berdomisili di wilayah geografis Indonesia selama enam bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari enam bulan tetapi bertujuan menetap. Pertumbuhan penduduk diakibatkan oleh tiga komponen yaitu: fertilitas, mortalitas dan migrasi. Pertumbuhan penduduk adalah angka yang menunjukkan tingkat



Gambar 7. Arsitektur Backpropagation

pertambahan penduduk pertahun dalam jangka waktu tertentu (Safarul Aufa, 2013).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

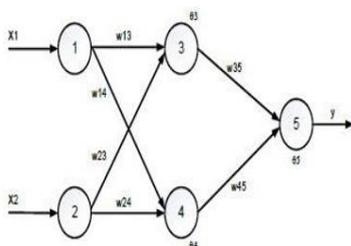
Analisa Sampel Dan Penentuan Pola

Sampel berdasarkan beberapa kriteria di mana kriteria yang ditentukan ini meliputi sampel data yang didapat dari BPS Kabupaten Karo, data yang diambil adalah data jumlah penduduk laki-laki dan data jumlah penduduk perempuan dari tahun 2012 sampai tahun 2022, kemudian data tersebut disajikan dalam bentuk tabel data normalisasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan laju penduduk dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu faktor kelahiran, kematian dan migrasi, namun perhitungan penduduk pada setiap tahunnya dihitung dari umur dan jenis kelamin hal ini disebabkan oleh tidak pernah adanya laporan kelahiran dan kematian pada setiap tahunnya, angka kematian dan kelahiran ini biasanya dapat diketahui ketika diadakannya sensus penduduk pada setiap 10 tahun sekali.

Dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu faktor kelahiran, kematian dan migrasi, namun perhitungan penduduk pada setiap tahunnya dihitung dari umur dan jenis kelamin hal ini disebabkan oleh tidak pernah adanya laporan kelahiran dan kematian pada setiap tahunnya, angka kematian dan kelahiran ini biasanya dapat diketahui ketika diadakannya sensus penduduk pada setiap 10 tahun sekali.

Agar data dapat dikenali oleh jaringan dan sekaligus dapat diproses menggunakan perangkat lunak (software)



Gambar 8. Arsitektur Artificial Neural Network Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

maka data harus diubah kedalam bentuk numerik. Di dalam penelitian ini variabel masukan dalam memprediksi laju pertumbuhan penduduk terdiri dari jumlah penduduk menurut umur dan jenis kelamin. Ada beberapa hal yang harus didefinisikan dalam menerapkan artificial neuron network

untuk memprediksi penambahan laju penduduk, yaitu: Nilai *input* yang akan dimasukkan pada sistem dalam bentuk angka-angka yang telah diinisialisasikan dalam sistem. Sistem akan melakukan pengolahan data apakah *output* akan sama dengan yang diharapkan atau tidak. Sebagai *Input* dalam prediksi penjumlahan penduduk ini, adalah berdasarkan umur jumlah penduduk laki-laki dan jumlah penduduk perempuan.

Pada umumnya, *neuron-neuron* yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama. Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu *neuron* adalah fungsi aktivasi dan pola bobotnya. Arsitektur jaringan adalah sebuah arsitektur yang menentukan pola antar *neuron*. Di mana *neuron-neuron* tersebut terkumpul dalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layer*, lapisan penyusun jaringan saraf tiruan dibagi menjadi tiga. Dalam kasus ini arsitektur jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah jaringan *Backpropagation* yaitu :

1. Lapisan *Input (Input Layer)*, adalah unit-unit dalam lapisan *input* disebut unit-unit *input* yang bertugas menerima pola *inputan* dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan dengan 2 simpul.
2. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*), adalah unit-unit dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi yang mana nilai-nilai *output*-nya tidak dapat diamati secara langsung. Jumlah simpul yang ditentukan oleh pengguna.

Lapisan *output (output layer)*, adalah unit-unit dalam lapisan *output* disebut unit-unit *output*, yang merupakan solusi jaringan saraf tiruan terhadap suatu permasalahan. Terdiri dari 1 simpul yaitu jumlah dari semua variabel laki-laki dan perempuan sebagai nilai yang diprediksi.

Dalam prediksi terhadap penjumlahan penduduk di kabupaten Karo, ada 2 faktor yang mempengaruhinya yaitu jumlah penduduk laki-laki dan penduduk perempuan. Kedua faktor tersebut digunakan karena dianggap

mempunyai pengaruh yang paling signifikan terhadap laju pertumbuhan penduduk. Lapisan *input* terdiri dari 2 unit dan datanya diambil dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2022. Dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Data Penduduk Kabupaten Karo

Nomor	X1	X2	Target
1	2,24	2,03	4,47
2	2,19	2,11	4,30
3	2,28	2,19	4,47
4	2,34	2,12	4,46
5	2,46	2,23	4,69
6	2,67	2,47	5,14
7	2,78	2,67	5,45
8	2,90	2,79	5,69
9	3,13	2,90	6,03

Berdasarkan data tabel 1, metode *Backpropagation* akan dipakai fungsi aktivasi *sigmoid* karena pada fungsi aktivasi *sigmoid* nilai fungsinya terletak antara 0 dan 1, kemudian data tersebut ditransformasikan dulu ke interval yang lebih kecil. Setelah proses normalisasi maka data terkecil akan menjadi 0.1 dan data terbesar akan menjadi 0.9 hasil normalisasi data pada tabel 1 diatas dapat di tunjukkan pada tabel 2 yang nanatinya dipakai sebagai data pelatihan *Backpropagation*.

Adapun langkah awal dalam menentukan proses normalisasi data adalah dengan cara menentukan data yang akan dinormalkan (X), lalu menentukan nilai yang paling tinggi dan nilai paling rendah dari data yang ada, yaitu sebagai berikut: *X1 Nilai Max = 320, Nilai Min = 1,011*.

Dengan persamaan normalisasi di atas, maka akan didapat:

$$X = \frac{(2,24 - 1,011) * (1 - 0) - 0}{320 - 1,011} = 0,00385$$

Tabel 2 Normalisasi Data Penduduk Kabupaten Karo

	Normalisasi		Normalisasi		Normalisasi
X1	X1	X2	X2	Target	Target
2,24	0,00385	2,03	0,00319	4,27	0,0123
2,19	0,00369	2,11	0,00344	4,30	0,01274
2,28	0,00397	2,19	0,00369	4,47	0,01419
2,34	0,00416	2,12	0,00041	4,46	0,07528
2,46	0,00360	2,23	0,00454	4,69	0,01466
2,67	0,00520	2,47	0,00457	5,14	0,01505
2,78	0,00554	2,67	0,00366	2,45	0,01551
2,90	0,00592	2,79	0,00557	5,69	0,01593
3,13	0,00664	2,90	0,00484	6,03	0,01729
2,24	0,00385	2,03	0,00319	4,27	0,01834

Tahap 1. Initialitation

$$X^1 = 0,00385 \quad X^2 = 0,00319$$

$$j = 3 \text{ s/d } 4 \quad k = 13$$

$$w_{13} = 0,2 \quad w_{23} = 0,2 \quad w_{35} = -1,5$$

$$w_{14} = 0,6 \quad w_{24} = 1,4 \quad w_{45} = 1,6$$

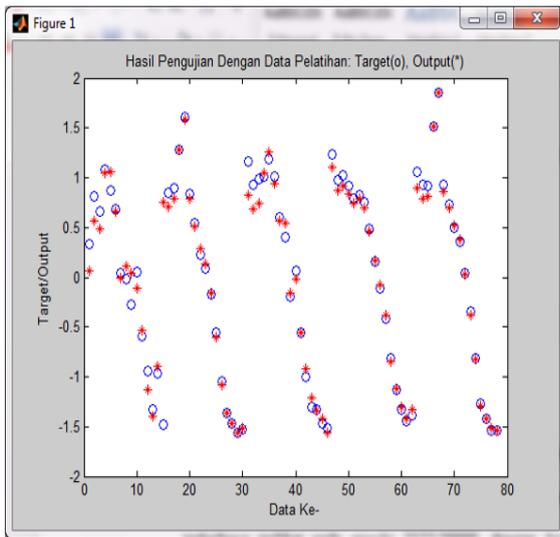
$$\theta_3 = 0,5 \quad \theta_4 = -0,5 \quad \theta_5 = 0,1$$

Learning Rate (a) = 0,1    Disered output (Yd) = 0

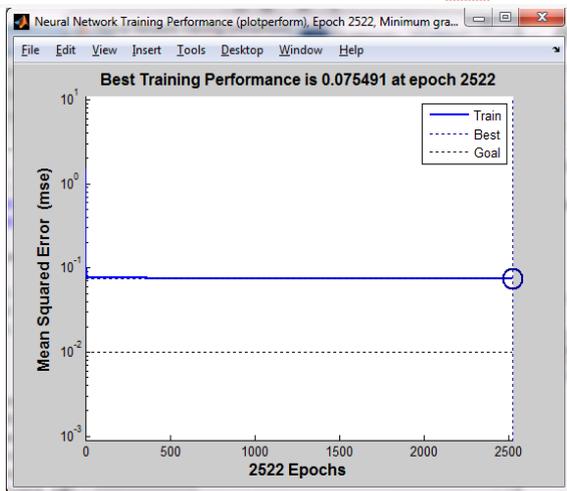
Pengujian jarangan saraf tiruan dengan arsitektur 2-3-1 dengan perintah seperti dibawah ini:

```
>> net.trainParam.epochs = 20000;
>> net.trainParam.goal = 1e-2;
>> net.trainParam.lr = 0,5;
>> net.trainParam.show = 50;
>> net.trainParam.mc = 0,8;
>> net.trainParam(net.nntn)
```

Dari proses pelatihan di atas dilakukan fungsi pelatihan TrainSca, dengan 2 input, 3 hidden layer dan 1 output. dapat dilihat seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 10. Antarmuka Hubungan Antara Target dan Output



Gambar 9. Hasil Pelatihan 2-3-1

Pada gambar 9, merupakan hasil dari pelatihan pola 2-3-1 yang nilai *performance* terbaiknya terlihat pada *epochs* 2522, dengan *best validation performance* 0,075491. Menampilkan bobot awal yang diperoleh :

Evaluasi output jaringan

*Output* jaringan dan target dianalisis dengan regresi *linier* dengan menggunakan *postreg*, melihat nilai *error* atau selisih antara nilai target dan *output*, evaluasi *output* jaringan (data pelatihan dengan target).

```
>>[m1,a1,r1]=postreg(a,t)
```

m1 = 0.9811, a1 = -7.2390e-06, r1 = 0.9761

Korelasi bernilai 0,9761 mendekati 1

memperlihatkan bahwa hasil yang baik untuk kecocokan nilai target dan *output*.

```
>> bobotAwal=net.iw [1,1]
    bobotAwal =
    -0.1890 1.3614
    0.3564 -1.2825
    0.3869 -1.2621
>> bobotAwal Lapisan=net.lw[2,1]
    bobotAwal Lapisan =
    -0.3608 0.0617 0.3089
>> bobotAwal_bias1=net.b[2,1]
    bobotAwal_bias1 =
    -0.1848
>> bobotAwal_bias2=net.b[1,1]
    bobotAwal_bias2 =
    2.6537
    -0.6407
    1.7079
```

Hasil dari korelasi 0.9761 menunjukkan proyeksi pertumbuhan laju penduduk di kabupaten Karo berdasarkan data selama 8 tahun dikategorikan baik, hasil yang diperoleh pada error terkecil adalah data ke-67 yaitu sebesar -0,0005 dan *error* terbesar pada data ke-1 yaitu sebesar 0,2204, nilai MSE dari akhir pelatihan sebesar 0,075491.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian dapat disimpulkan bahwa Artificial Neural Network dengan melibatkan aplikasi Matlab dapat memproyeksikan laju pertumbuhan warga penduduk dikabupaten Karo pada tahun 2030 yang akan datang. Aplikasi Matlab sukses melakukan proses tahapan yang diperlukan dalam memproyeksikan laju pertumbuhan penduduk di kabupaten Karo

##### Saran

Berdasarkan pengamatan yang telah didapatkan setelah penelitian adalah agar pada Lapisan tersembunyi lebih dari satu dan parameter yang digunakan di set lebih tepat lagi agar jaringan dapat mengenali pola semua pola data input. Agar dapat memprediksi dengan lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo. 2018. Kabupaten Karo dalam angka 2018. Katalog: 1102001.1211
- Sinuhaji, F., 2009, *Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Keputusan Medis Pada Penyakit Asma*, Skripsi, USU Repository, Medan
- Sinuhaji, F., 2020, *Model Stokastik Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Karo Menggunakan Perhitungan Pola Kelahiran, Kematian Dan Perpindahan*, Jurnal Curere, 4 (2)
- Sinuhaji, F., Tarigan, H, Tarigan, D.E, 2023, *Memperkirakan Kuantitas Masyarakat Di Kabupaten Karo Dengan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan*, Jurnal Curere, 7(1)
- Sinuhaji, F., Tarigan, J.A.H, Humendru, D.E, 2023, *Prediksi Total Warga Kabupaten Karo Pada Tahun 2040 Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*, Jurnal Curere, 7(2)
- Sinuhaji, F., Simamora, I., 2020, *Predict Factors Of Population Growth And The Number Of Population Of Karo District Using Stochastic Model*, PalArch's Journal Of Archaenology of Egypt/Egyptology, 2020, 17 (2).
- Kristanto, A., 2004, *Jaringan Syaraf Tiruan; Konsep Dasar, Algoritma dan Aplikasinya*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta
- Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Kusumadewi, S., 2002, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Kusumadewi, S., 2010, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo. 2019. Kabupaten Karo dalam angka 2019. Katalog: 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo. 2020. Kabupaten Karo dalam angka 2020. Katalog: 1102001.1211. <https://karokab.bps.go.id>
- Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor. Jurnal EECCIS, 6, pp. 23-28