

PREDIKSI DAN ANALISIS DATA GEMPA BUMI DI PROVINSI BENGKULU DENGAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

Fadhila Firdausa

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Sriwijaya, Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang

Abstract

ABSTRACT:

Many things that have experienced technological advancements are one of which is the continued development of software. One example of software development today is the Matlab software. Matlab is currently able to be used to predict and analyze an existing problem. A lot of research has been done with the use of matlab software. Artificial Neural Network (ANN) is one of the command languages used in the matlab program which is used to predict the data entered. Besides that, Bengkulu Province is one of the earthquake and tsunami prone areas in Indonesia. This is because Bengkulu is in the subduction zone (collision) of active plate encounters in Indonesia Australia and Eurasia. Recording earthquake data must be recorded properly because this earthquake data will often be used, both for development and for the environment. The ANN method uses trial epoch until the smallest error is obtained. The smallest error results stopped at the Epoch 2000 trial. The Epoch 2000 trial produced the biggest error of 59.1% and the smallest error of 2.93%. The results of this study, obtained ANN is quite capable of calculating earthquake data predictions in the province of Bengkulu in 2018.

Key Words: analysis, ANN, earthquake data, predictions

1. PENDAHULUAN

Banyak hal yang telah mengalami kemajuan teknologi salah satunya terus berkembangnya *software*. Salah satu contoh perkembangan *software* saat ini adalah *software matlab*. *Matlab* saat ini mampu digunakan untuk memprediksi dan menganalisis suatu masalah yang ada. Banyak penelitian yang telah dilakukan dengan penggunaan *software matlab*. *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan salah satu bahasa perintah yang digunakan dalam program *matlab* yang digunakan untuk memprediksi suatu data yang diinputkan. Data yang diinputkan akan menghasilkan data luaran yang mendekati nilai sebenarnya. Kelebihan ANN lainnya adalah data yang diinputkan tidak harus semua nilai data, namun hanya beberapa data.

Disamping hal itu, Provinsi Bengkulu merupakan salah satu daerah rawan gempa dan tsunami yang ada di Indonesia. Hal ini dikarenakan Bengkulu berada di zona subduksi (tumbukan) pertemuan lempeng aktif di Indonesia Australia dan Eurasia. Pencatatan data gempa haruslah terdata dengan baik dikarenakan data gempa ini akan sering digunakan, baik untuk pembangunan maupun untuk lingkungan. Misalnya, untuk melakukan desain pembangunan konstruksi selama beberapa tahun mendatang. Pendataan saat ini memang sudah menggunakan perhitungan secara sistem komputerisasi. Namun, jika sistem pendataan secara komputerisasi mengalami kerusakan sistem tanpa diketahui atau disadari, maka diperlukan sistem baru untuk memberikan cadangan data gempa bumi yang

terjadi. Karena hal menarik itulah dan karena penggunaan ANN dalam penelitian prediksi telah sering dilakukan, ANN akan digunakan sebagai metode penelitian ini untuk mengetahui hasil prediksi data gempa bumi di Provinsi Bengkulu pada tahun 2018.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu dapat membuktikan kemampuan *Analisis Artificial Neural Network* (ANN) dengan metode *Back Propagation* dalam menganalisis data gempa bumi yang ada di Provinsi Bengkulu dan dapat menghitung eror yang dihasilkan melalui analisis ANN dengan pendataan data gempa yang sebenarnya.

Optimum Design of Cold Formed Steel Space Structures Using Neural Network

Review jurnal ini dilakukan oleh Adeli (The Ohio State University), yang berisi rangkuman penelitian mengenai *Neural Network* setelah tahun 1989 sampai 2000. Jurnal pertama mengenai *Artificial Neural Network* ini dipublikasikan pada tahun 1989. Dalam review jurnal tersebut terdapat beberapa penelitian mengenai optimasi salah satunya yang dilakukan oleh Tashakori dan Adeli (2001) yang mengoptimumkan berat pada desain atap yang terbuat dari baja ringan yang bentuk bajanya sudah disesuaikan dengan spesifikasi AISI (1996,1997), dengan menggunakan model *neural network* dapat diketahui berat minimum yang diperoleh dari beberapa bentuk atap yang umumnya digunakan untuk bentang panjang pada bangunan gedung dan pada kanopi.

Application of Artificial Neural Network in Conceptual Design of Communication Towers.

Penelitian ini dilakukan oleh Vinay Agrawal, Ravindra Nagar, dan Gaurav Sancheti (2011) mengenai aplikasi ANN didalam konsep desain tower. Penelitian ini membahas mengenai desain yang paling optimal dari sebuah tower. Untuk menghitung desain tower yang optimum maka penelitian ini membuat 48 model tower. Dengan variasi yang diteliti adalah variasi ketinggian tower yaitu 30 meter, 40 meter, 50 meter, dan 60 meter. Variasi yang kedua terhadap lebar kaki tower yaitu H/6, H/8, H/10, dan H/12, dimana H adalah ketinggian tower. Variasi yang ketiga yaitu variasi ratio panel sebesar 25%, 50%, dan 75%. Penelitian ini memberikan hasil ketinggian 30 meter memberikan hasil paling optimum dengan variasi yang telah dilakukan sebelumnya dengan berat minimal 550 kgs dan maksimal 485 kgs.

Dari hasil penelitian ini ANN memberikan hasil yang wajar dan akurat. Mengembangkan ANN dibidang desain dapat memberikan desain awal menara yang optimum jika ditinjau dari berat. Selain ditinjau dari berat, desain menara juga harus memperhatikan mengenai faktor ketinggian menara mengingat fungsi menara sebagai pemancar. Oleh karena itu, model ANN sebaiknya dikembangkan lagi mengingat fungsi lain dari menara tersebut. Meskipun demikian, dari hasil penelitian model ANN dinyatakan dapat diandalkan untuk koseptual desain menara.

Prediction of Optimal Design and Deflection of Space Structures using Neural Networks

Penelitian ini dilakukan oleh Reza Kamyab Mohadas dkk. (2012). Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi desain optimal dan defleksi maksimum dari struktur truss. Adapun variasi variabel yang diambil adalah panjang bentang dari 25 meter sampai 75 meter, variasi tinggi struktur antara 0,035 dari panjang bentang hingga 0,095 dari panjang bentang dengan spasi 0,2 meter. Jumlah beban yang diberikan adalah sebesar 250 kg/m² untuk beban mati dan beban hidup. Output yang dihasilkan adalah optimal desain dan defleksi maksimum. Untuk mengecek hasil keakuratan prediksi, maka dilakukan perhitungan secara numerik. Untuk mendapatkan optimasi desain yang optimal dan defleksi yang maksimum maka diperlukan training dengan dua *hidden layer*. Dari hasil perbandingan numerik dengan prediksi yang dihasilkan menunjukkan bahwa ANN dinyatakan mampu memprediksi dengan hasil mendekati perhitungan numeris.

Frame Optimization using Neural Network

Penelitian ini dilakukan oleh Suhairil (2012) bertujuan untuk membuktikan bahwa *Neural Network* dapat digunakan untuk memprediksi berat optimum pada portal. Data yang digunakan berasal dari hasil perhitungan menggunakan software *Finite Element (FE)*, yaitu tegangan dan lendutan sebagai kriteria optimum. Data yang sudah optimum dimasukkan dalam pelatihan *Neural Network* menggunakan teknik *backpropagation*.

Dalam penelitian ini, dilakukan dalam tiga kasus dalam kompleksitas struktur yang berbeda, untuk mengetahui apakah *Neural Network* dapat memprediksi solusi eksak atau tidak. Kasus pertama frame diberikan beban terpusat diarah vertikal diujung - ujung frame dengan variasi beban dari 10000 N sampai 20000 N. Kasus kedua dengan dimensi portal yang sama, beban terpusat diberikan diarah horizontal di ujung - ujung frame dengan variasi beban 10000 N sampai 20000 N. Kasus ketiga dengan dimensi portal yang sama, beban diberikan dengan kombinasi kasus pertama dan kedua.

Hasil dalam penelitian ini menyatakan bahwa semakin besar pengaruh learning rate pada setiap kasus maka nilai *Mean Square Error (MSE)* akan semakin kecil. Performa dari *ANN* diukur berdasarkan nilai *MSE*, jika nilai *MSE* semakin tinggi maka hal tersebut mengidentifikasi performa *ANN* tersebut buruk. Hasil *MSE* tertinggi pada kasus ketiga dengan *learning rate* sebesar 40.

2. METODOLOGI

Materi Penelitian

Materi pokok dalam penelitian ini adalah melakukan prediksi perhitungan data gempa bumi yang ada di Provinsi Bengkulu tahun 2018. Pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)* dengan metode *Backpropagation* dan dibantu dengan *software Matlab*.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer yang telah terinstal program *Matlab*.

Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data gempa bumi yang ada di Provinsi Bengkulu tahun 2018 melalui Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Bengkulu.

2. Data gempa bumi yang ada di Provinsi Bengkulu tahun 2018 digunakan untuk disimulasikan dengan program ANN.
3. Data yang digunakan diambil data gempa yang paling maksimal kekuatannya pada tanggal 1,5,10,15,20, 25, dan tanggal terakhir setiap bulannya.
4. Membuat pemodelan di *Matlab* dengan metode *back propagation*, yang mana di dalam pemodelan *Matlab* itu sendiri terdapat bahasa perintah pemograman atau koding yang menyatakan untuk membuat suatu jaringan syaraf.
5. Pemodelan di *Matlab* yang diinputkan yaitu bulan, tahun, dan data gempa terbesar yang telah dikumpulkan.
6. Training pemodelan di ANN dilakukan dengan output yang dihasilkan adalah data gempa.
7. Dari hasil data gempa dengan ANN dihitung erornya dengan data gempa dari BMKG yang telah dikumpulkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data gempa di Provinsi Bengkulu tahun 2018 dikumpulkan melalui Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Bengkulu . Simulasi *Artificial Neural Network* dilakukan untuk mendapatkan data gempa di Provinsi Bengkulu tahun 2018 Persamaan umum ANN adalah sebagai berikut:

$$T_k >< Y_k = (b_{2k} + (\sum W_{jk} \cdot f(b_{1j} + \sum V_{ij} \cdot X_i))) \dots \text{Pers. (1)}$$

dengan:

- T_k = Target *output* yang dipasang
- Y_k = Prediksi *output*
- b_{2k} = Bobot bias lapisan
- W_{jk} = Bobot lapisan
- b_{1j} = Bobot bias *input*
- V_{ij} = Bobot *input*
- X_i = Parameter *input*
- x_1 = Bulan
- x_2 = Tahun

- Jumlah *Input Layer* yang digunakan (X) = 2
- Jumlah *Hidden Layer* yang digunakan (Z) = 2
- Jumlah *Output Layer* yang digunakan (Y) = 1
- Batas iterasi (*epoch*) = 10000
- Target *error* maksimum (E_{max}) = $1e-11$

Selanjutnya, setelah mengumpulkan data data gempa di Provinsi Bengkulu tahun 2018 maka dilakukan pembuatan pemodelan di *Matlab* dengan metode *back propagation*, yang mana di dalam pemodelan *Matlab* itu sendiri terdapat bahasa perintah pemograman atau koding yang menyatakan untuk membuat suatu jaringan syaraf. Pemodelan di

Matlab yang diinputkan yaitu tanggal, bulan, dan data gempa yang telah dikumpulkan. Namun, data gempa yang dimasukkan ke dalam input tidak semua, hal ini dimaksudkan agar ANN dapat memprediksi data gempa pada tanggal dan bulan yang tidak diinputkan.

Data gempa yang dijadikan input hanya data gempa pada tanggal 1, 5, 10, 15, 20, 25 dan tanggal terakhir pada setiap bulannya. Bahasa perintah yang digunakan untuk melakukan simulasi training di *Matlab* adalah sebagai berikut :

```
clear;
```

```
% Data input & target
```

```
Data = [...
1 1 5
5 1 0
10 1 0
15 1 4.3
20 1 0
25 1 3.6
31 1 0
1 2 0
5 2 4
10 2 3.6
15 2 3.6
20 2 3.8
25 2 4
28 2 3
1 3 2.5
5 3 2.9
10 3 3
15 3 4.6
20 3 0
25 3 2.6
31 3 0
1 4 0
5 4 3.2
10 4 0
15 4 3.8
20 4 2.4
25 4 0
30 4 3.3
1 5 3.7
5 5 0
10 5 3.5
15 5 4.4
20 5 4.8
25 5 0
31 5 0
1 6 0
5 6 4.3
10 6 0
15 6 4
20 6 3.3
25 6 4.1
30 6 4.6
```

```

1 7 4.1
5 7 0
10 7 3.5
15 7 0
20 7 0
25 7 0
31 7 0
1 8 5.5
5 8 3.9
10 8 5.1
15 8 0
20 8 3.5
25 8 3.6
31 8 3.5
1 9 3.6
5 9 4.3
10 9 3.6
15 9 0
20 9 3.6
25 9 3.1
30 9 4.1
1 10 5
5 10 4.6
10 10 4.4
15 10 0
20 10 4.1
25 10 0
31 10 3.5
1 11 3.5
5 11 0
10 11 3.6
15 11 4.4
20 11 3.2
25 11 3.1
30 11 4.9
1 12 3.9
5 12 0
10 12 0
15 12 4.4
20 12 3.3
25 12 0
31 12 3.7];
P = Data(:,1:2)';
T = Data(:,3)';
    
```

```

% Membangun jaringan syaraf feedforward
net = newff(minmax(P),[2 1],{'logsig'
'purelin'},'trainscg');

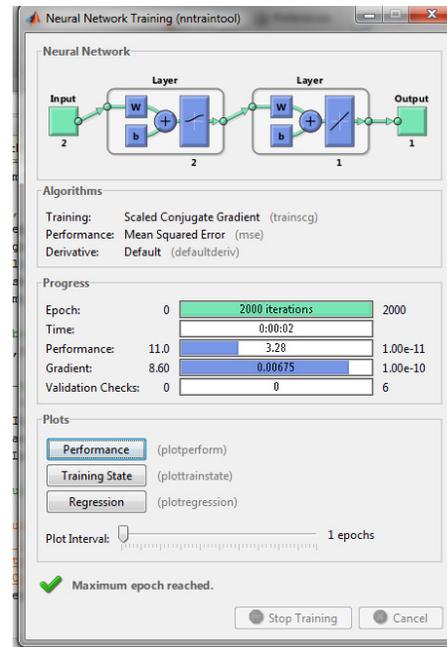
% Set max epoch, goal, learning rate, momentum,
show step
net.trainParam.epochs = 2000;
net.trainParam.goal = 1e-11;
net.trainParam.lr = 0.1;
net.trainParam.show = 100;
net.trainParam.min_grad = 1e-10;
    
```

```

% Melakukan pembelajaran
net = train(net,P,T);

% Melihat bobot-bobot awal input, lapisan dan bias
BobotAwal_Input = net.IW{1,1};
BobotAwal_Bias_Input = net.b{1,1};
BobotAwal_Lapisan = net.LW{2,1};
BobotAwal_Bias_Lapisan = net.b{2,1};

% Melakukan simulasi
y = sim(net,P);
    
```



Gambar.1 Proses Training ANN

Hasil Training ANN

Hasil Training ANN dengan epoch 2000
 $V(1,1) = 0,210$ Bobot Input
 $V(1,2) = 0,576$ Bobot Input
 $V(2,1) = 2,012$ Bobot Input
 $V(2,2) = -1,17$ Bobot Input
 $B(1,1) = -4057,03$ Bobot Bias Input
 $B(1,2) = 2391,77$ Bobot Bias Input
 $W(1,1) = 9215,52$ Bobot Lapisan
 $W(1,2) = 9118,94$ Bobot Lapisan
 $B(2,1) = 9117,10$ Bobot Bias Lapisan
 $Zinj1 = 0,210 x1 + 2,012 x2 + (-4057)$
 $Zinj2 = 0,576 x1 + (-1,170) x2 + 2391,78$

Maka rumus empirisnya menjadi :

$$Y = Z_1 \cdot W[1,1] + Z_2 \cdot W[2,1] + b[2,1] \quad (\text{Pers. 2})$$

dengan:

$$Z_1 = f(X_1 \cdot V[1,1] + X_2 \cdot V[2,1] + X_3 \cdot V[3,1] + X_4 \cdot V[4,1] + b[1,1])$$

$$Z_2 = f(X_1 \cdot V[1,2] + X_2 \cdot V[2,2] + X_3 \cdot V[3,2] + X_4 \cdot V[4,2] + b[1,2])$$

Maka

$$Y = 9117,02 + 9215,52 Z_1 + 9118,05 Z_2$$

dengan:

$$Z_1 = \frac{1}{1 + e^{-z_{inj1}}}$$

$$Z_2 = \frac{1}{1 + e^{-z_{inj2}}}$$

$$Z_{inj1} = 0,210 x_1 + 2,012 x_2 + (-4057)$$

$$Z_{inj2} = 0,576 x_1 + (-1,170) x_2 + 2391,78$$

dengan:

X1 = Tanggal terjadi gempa

X2 = Bulan terjadi gempa

4. KESIMPULAN

1. Error yang dihasilkan oleh ANN tertinggi sebesar 59,1% dan terkecil 2,93%.
2. Trial epoch berhenti pada angka 2000 yang sebelumnya telah dilakukan training mulai dari trial epoch 1000.
3. Trial epoch 3000 mengalami kenaikan nilai error, sehingga trial akhir berhenti pada trial epoch 2000.
4. ANN mampu memprediksi kekuatan gempa pada tanggal yang tidak diinputkan.

5. ANN dapat memprediksi hasil analisis data gempa yang ada di Provinsi Bengkulu.

Prediksi hanya bisa dilakukan selama memiliki data batas awal dan data batas akhir. Prediksi dilakukan hanya sebagai sistem cadangan jika perhitungan data gempa mengalami kerusakan sistem komputerisasi.

REFERENSI

- Adeli, H. (2001). *Neural Network in Civil Engineering: 1989 – 2000, Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 126-142. USA.
- Agrawal, V., Nagar, R., & Sancheti, G. (2011). Application of Artificial Neural Network in Conceptual Design of Communication Towers. *International Conference on Electrical, Electronics and Civil Engineering (ICEECCE'2011)*, Pattaya.
- Moghadas, R., Choong, K. K., & Mohd, S. B. (2012). *Prediction of Optimal Design and Deflection of Space Structures Using Neural Networks*, Hindawi Publishing Corporation. doi:10.1155/2012/712974.
- Rahmadi N. H. (2014). Prediksi Nilai Rating Faktor Jembatan Komposit Baja-Beton Dengan Menggunakan Artificial Neural Network. *Master Tesis*. UGM, Yogyakarta.
- Suhairil, M. (2012). Frame Optimization using Neural Network. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 2(1).
- Sultan, M. H. (2014). Optimization Parameter of Neural Network for Time Series Data to Predict The Magnitude of Periodics Earthquake (Study Case Earthquake in North Maluku). *Magister Mathematics*. University Brawijaya, Malang.