

Udayana University Press 2015  
ISBN 978-602-294-052-4

# Prosiding

## SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

# SeNaTS 1

**“APLIKASI DAN PENGEMBANGAN  
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN  
DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL”**



**Editor :**

**Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA**

**Dr. Ir. I Nyoman Sutarja, MS**

**Ida Bagus Rai Widiarsa, ST, MASc, PhD**

**I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD**

**INNA GRAND BALI BEACH**  
**Sabtu, 25 April**

# 2015

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS UDAYANA**

**Didukung oleh:**



Udayana University Press 2015  
ISBN 978-602-294-052-4

# Prosiding

## SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

# SeNaTTS 1

**“APLIKASI DAN PENGEMBANGAN  
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN  
DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL”**



**Editor :**

**Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA**

**Dr. Ir. I Nyoman Sutarja, MS**

**Ida Bagus Rai Widiarsa, ST, MASc, PhD**

**I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD**

**INNA GRAND BALI BEACH**  
**Sabtu, 25 April**

# 2015

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS UDAYANA**

**Didukung oleh:**



ISO 9001 - ISO 14001 - OHSAS 18001

## **KOMITE ILMIAH**

- Prof. Ir. Arun al-Rasyid Lubis, MSc, PhD (ITB)  
Prof. Indrasurya Budisatria Mochtar, MSc, PhD (ITS)  
Ir. Akhmad Suraji, MT, PhD (Unand)  
Ir. Ari Sandhyavitri, MSc, PhD (Unri)  
Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA (Unud)  
Prof. Ir. I Nyoman Norken, SU, PhD (Unud)  
Prof. Ir. I Wayan Redana, MASc, PhD (Unud)  
Prof. Ir. I Nyoman Arya Thanaya, ME, PhD (Unud)  
Ir. Made Sukrawa, MSCE, PhD (Unud)  
I Ketut Sudarsana, ST, PhD (Unud)  
Ir. I Gusti Bagus Sila Dharma, MT, PhD (Unud)  
Dr. Ir. I Gusti Agung Adnyana Putera, DEA (Unud)  
Putu Alit Suthanaya, ST, MEngSc, PhD (Unud)  
Dr. Ir. I Wayan Suweda, MSP, MPhil (Unud)  
Dr. Eng. Ni Nyoman Pujianiki, ST MT, MEng (Unud)  
Ir. Nyoman Martha Jaya, MConstMgt, PhD, GCinstCES (Unud)  
Kadck Diana Harmayani, ST, MT, PhD (Unud)  
Dr. Ir. Dewa Ketut Sudarsana, MT (Unud)  
I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD (Unud)

SeNaTS 1 2015  
Sanur - Bali, Sabtu 25 April 2015

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>SAMBUTAN</b> .....	iii
<b>KOMITE ILMIAH</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>KEYNOTE SPEAKER</b>	
STRATEGI PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BETON YANG <i>SUSTAINABLE</i> .....	KS-1
<b>BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL</b>	
KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU APUS DENGAN PENAMBAHAN PIN PADA MUTU BETON K-175 .....	SM-1
APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK SEBAGAI METODE NUMERIK UNTUK PREDIKSI KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG .....	SM-7
PENGARUH PERENDAMAN TERHADAP POLA KERUSAKAN SIRAP BAMBU SEBAGAI PENUTUP ATAP ANGKUL-ANGKUL DI DESA ADAT PENGLIPURAN .....	SM-15
PERILAKU SAMBUNGAN TIPE FRIKSI DENGAN VARIASI GAYA PENGENCANGAN AKIBAT PERBEDAAN METODE PELAKSANAAN.....	SM-23
PROPERTI MATERIAL DAN DAKTILITAS BETON PRATEKAN PARSIAL HASIL UJI EKSPERIMENTAL.....	SM-31
PENGARUH KUAT TEKAN DAN KOMPOSISI BAHAN BETON DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH BETON BANGUNAN SEBAGAI AGREGAT KASAR .....	SM-39
KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT BATU APUNG SERTA ABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PORTLAND DAN SUPERPLASTICIZER.....	SM-45
ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI STRUKTUR BAJA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK PADA LEVEL KINERJA YANG SAMA.....	SM-49
IDENTIFIKASI KERUSAKAN DAN METODE PERKUATAN STRUKTUR KANTOR GUBERNUR SUMATRA BARAT.....	SM-57
ANALISA PERILAKU PARAMETER NON-LINIAR BETON TAK TERKEKANG DENGAN PEMBEBANAN TRIAKSIAL MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU BERBASIS FINITE ELEMENT ....	SM-65
KUAT TUMPU BATANG POHON KELAPA LAMINASI (GLUGU LAMINASI): HALF HOLE DAN FULL HOLE.....	SM-73
KAPASITAS LENTUR DAN DAYA LAYAN BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG .....	SM-81
TAHANAN LATERAL KOMPOSIT KAYU KELAPA (GLUGU) LAMINASI-BETON DENGAN VARIASI PANJANG TERTANAM ALAT SAMBUNG (DOWEL) .....	SM-89
KEMAMPUAN DAKTILITAS BAJA TULANGAN DENGAN MUTU DIATAS 500 MPA UNTUK DISAIN STRUKTUR KOLOM TAHAN GEMPA .....	SM-97

## APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK SEBAGAI METODE NUMERIK UNTUK PREDIKSI KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG

Ahmad Muhtarom<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Email: ahmadmuhtarom2000@yahoo.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menilai kemampuan *Artificial Neural Network* sebagai salah satu metode numerik untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang struktur. Studi kasus bidang struktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah memprediksi besaran kapasitas geser dari struktur balok beton bertulang. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan *Artificial Neural Network* untuk menggeneralisasi parameter input berupa dimensi penampang, bentang balok, rasio bentang geser dengan tinggi efektif ( $a_v/d$ ), rasio tulangan lentur ( $\rho$ ), kuat tekan beton dan kuat tarik beton serta parameter output target yang dipasang sebanyak 26 kasus, untuk menghasilkan persamaan matematis yang digunakan sebagai dasar dari prediksi. Hasil prediksi kapasitas geser balok beton bertulang dengan menggunakan 4 variasi didapatkan nilai indikator koefisien determinasi ( $R^2$ ) terbaik adalah sebesar 0,927. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa *Artificial Neural Network* dapat digunakan sebagai metode numerik untuk menyelesaikan salah satu permasalahan dalam bidang struktur yaitu prediksi kapasitas geser balok bertulang.

**Kata kunci:** *Artificial Neural Network, kapasitas geser balok*

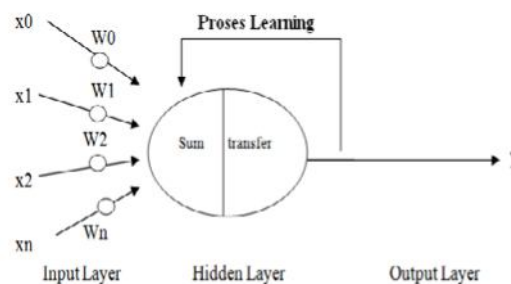
### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan metode numerik dalam menyelesaikan permasalahan penelitian di bidang teknik sipil saat ini terus berkembang pesat. Hal ini dikarenakan metode ini lebih murah dibanding metode eksperimen dan lebih efisien terhadap waktu dibandingkan metode analisis. Dengan perkembangan teknologi komputer menambah kecepatan waktu metode ini dalam proses komputasi. *Artificial Neural Network* adalah salah satu metode numerik yang berbasis pendekatan berdasarkan sistem jaringan syaraf pada manusia. *Artificial Neural Network* adalah suatu metode pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sulit terpecahkan dengan cara analisis (Anderson dan McNeill, 1992). Prinsip sistem perhitungannya adalah mengolah angka-angka sebagai input untuk menghasilkan suatu output yang berfungsi sebagai prediksi yang mendekati data output target yang digunakan sebagai pembandingan hasil. Menurut Schalkoff (1996) persamaan umum *Artificial Neural Network* adalah:

$$Y = f(W_n \cdot X_n) \quad (1)$$

dimana:  $Y$  = Output,  $W_n$  = Bobot (Konstanta yang didapatkan dari simulasi),  $X_n$  = Input parameter dan  $f$  = Fungsi transfer yang digunakan (Sigmoid Biner).

$$f_{(x)} = \frac{1}{1 + e^{-ax}} \quad (2)$$



Gambar 1. Sistematika *Artificial Neural Network* (Anderson dan McNeill, 1992)

Dalam penelitian ini penulis mengaplikasikan *Artificial Neural Network* sebagai salah satu metode numerik untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang struktur. Kasus bidang struktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengaplikasikan *Artificial Neural Network* untuk memprediksi kapasitas geser balok beton bertulang

## 2. METODE PENELITIAN

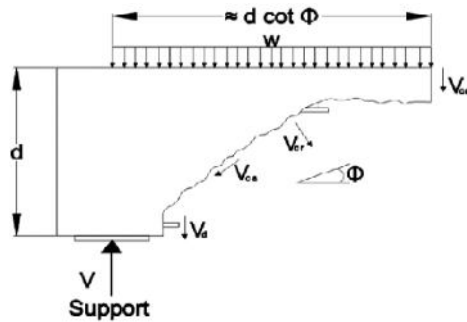
Aplikasi *Artificial Neural Network* sebagai metode numerik untuk prediksi kapasitas geser pada balok beton bertulang penulis menggunakan data sekunder Afrifa *et al.* (2012). Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

### Menentukan input dan output target yang digunakan.

Jumlah data yang digunakan adalah sebanyak 26 buah, parameter input sebanyak 6 jenis dan output target adalah 1 jenis. Data sekunder Input ( $X_n$ ) dan output target ( $Y_t$ ) dalam persamaan umum *Artificial Neural Network* ini dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Data sekunder input dan output target yang digunakan (Afrifa *et al.*, 2012)

No.	Code	Penampang (A) (mm x mm)	X1 (mm <sup>2</sup> )	X2 (mm)	X3 (a <sub>v</sub> /d)	X4 ρ (%)	X5 (MPa)	X6 (MPa)	YT (MPa)
1	P1	140 X 310	43400	2400	2.45	1	23.5	3.4	1.70
2	P2	140 X 310	43400	2400	2.45	2	23.5	3.4	1.95
3	P3	140 X 265	37100	2000	2.45	1	23.5	3.4	1.96
4	P4	140 X 265	37100	2000	2.45	2	23.5	3.4	2.37
5	P5	110 X 225	24750	1700	2.48	1	23	3.38	2.26
6	P6	110 X 225	24750	1700	2.48	2	23	3.38	2.26
7	P7	110 X 184	20240	1500	2.46	1	23	3.38	2.37
8	P8	110 X 184	20240	1500	2.46	2	23	3.38	2.61
9	P9	90 X 150	13500	1000	2.35	1	23	3.38	2.47
10	P10	90 X 150	13500	1000	2.35	2	23	3.38	3.53
11	G1	140 X 310	43400	2400	2.45	1	27.1	2.7	1.85
12	G2	140 X 310	43400	2400	2.45	2	27.1	2.7	2.15
13	G3	140 X 265	37100	2000	2.45	1	27.1	2.7	1.96
14	G4	140 X 265	37100	2000	2.45	2	27.1	2.7	2.90
15	G5	110 X 225	24750	1700	2.48	1	26.4	3.4	2.35
16	G6	110 X 225	24750	1700	2.48	2	26.4	3.4	2.35
17	G7	110 X 184	20240	1500	2.46	1	26.4	3.4	2.61
18	G8	110 X 184	20240	1500	2.46	2	26.4	3.4	3.07
19	G9	90 X 150	13500	1000	2.35	1	26.4	3.4	3.70
20	G10	90 X 150	13500	1000	2.35	2	26.4	3.4	4.23
21	W1	140 X 230	32200	2000	2.5	1.2	14	3	1.19
22	W2	140 X 230	32200	2000	2.5	1.2	14	3	1.75
23	B1	140 X 230	32200	2000	2.5	1.2	19.8	3.75	1.75
24	B2	140 X 230	32200	2000	2.5	1.2	19.8	3.75	1.82
25	R1	140 X 230	32200	2000	2.5	1.2	14.6	3	1.19
26	R2	140 X 230	32200	2000	2.5	1.2	14.6	3	1.26



Gambar 2. Mekanisme terjadinya geser pada balok eksperimen (Afrifa et al., 2012)

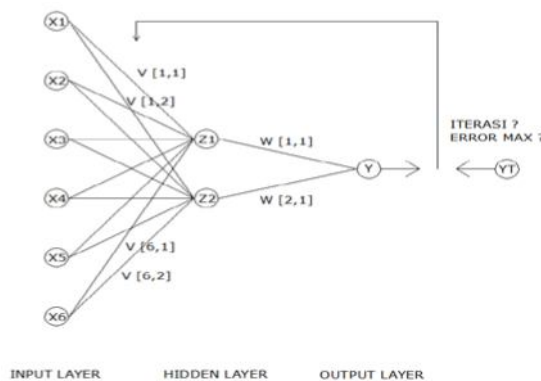
**Menentukan persamaan, bentuk jaringan dan parameter yang akan digunakan**

Persamaan *Artificial Neural Network* yang digunakan adalah:

$$Y_i \Leftrightarrow Y = f(W_n \cdot X_n) \tag{3}$$

dimana:  $Y$  – Output Prediksi,  $W_n$  – Bobot korespondensi,  $X_{ii}$  – Input parameter berupa:  $X_1$  – Penampang ( $mm^2$ ),  $X_2$  – Bentang balok (mm),  $X_3$  – Bentang geser/tinggi efektif balok ( $a_v/d$ ),  $X_4$  – Rasio tulangan lentur ( $\rho = A_s/bw.d$ ),  $X_5$  – Kuat tekan beton (Mpa),  $X_6$  – Kuat tarik beton (MPa),  $Y_i$  – Output target yang dipasang berupa gaya geser hasil pengujian (MPa) dan  $f$  – Fungsi Sigmoid Biner

Bentuk jaringan yang digunakan dalam penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Konfigurasi jaringan *Artificial Neural Network* dalam studi kasus prediksi

Parameter yang digunakan adalah:

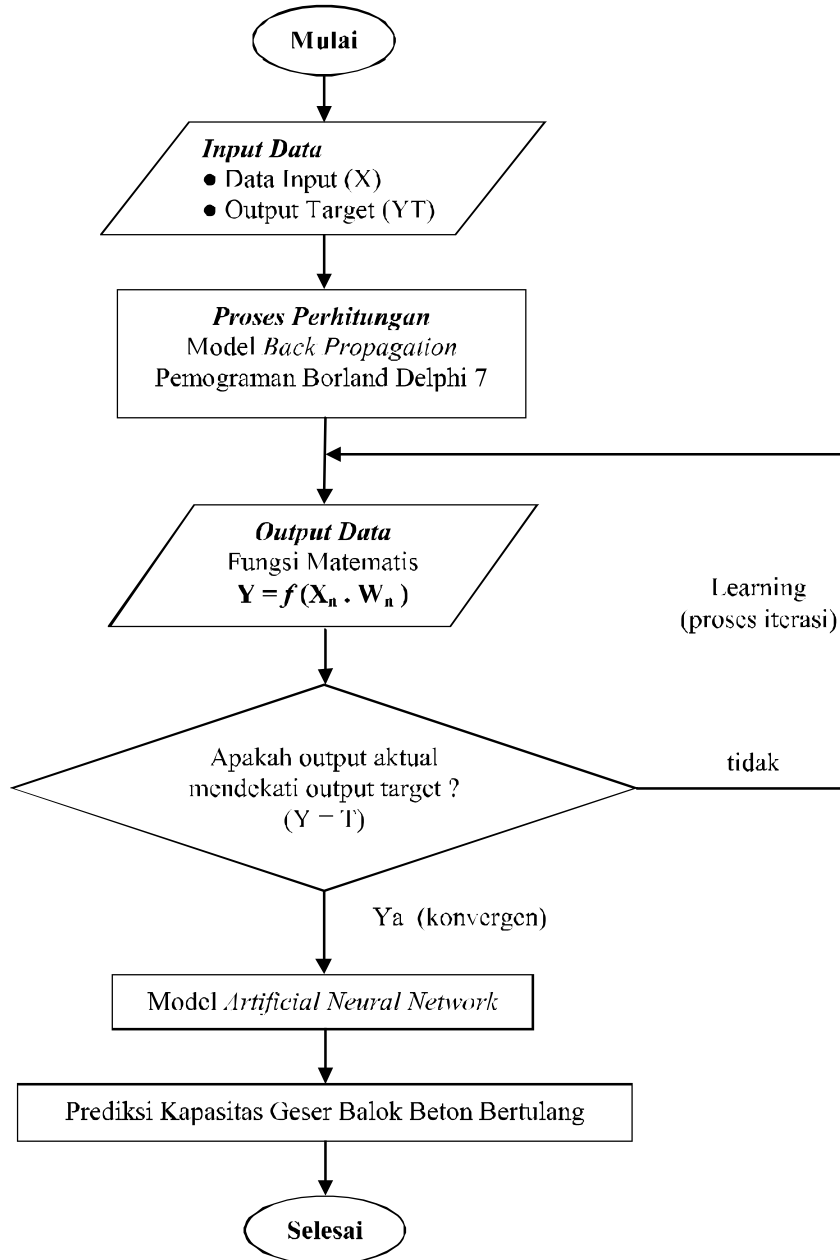
- Jumlah kasus (n) = 26
- Jumlah *Input Layer* (X) = 6
- Jumlah *Hidden Layer* (Z) = 2
- Jumlah *Output layer* (Y) = 1
- Skala = 1:10
- E max =  $1e-7$
- Iterasi max = 50000

**Membuat program aplikasi *Artificial Neural Network***

Penulis membuat program aplikasi berdasarkan algoritma *Artificial Neural Network* menggunakan model yang paling banyak digunakan yaitu *Backpropagation Model*. Bahasa pemrograman yang digunakan oleh penulis adalah bahasa *pascal* dengan interface Borland Delphi 7.



Langkah-langkah program aplikasi berdasarkan algoritma *Artificial Neural Network* ini dapat dilihat pada Gambar 4. di bawah ini :



Gambar 4. Diagram alir program aplikasi *Artificial Neural Network* dalam penelitian ini

### Komputasi Program

Menjalankan program dengan memasukkan input dan output target, persamaan matematis, bentuk jaringan dan parameter yang sudah ditentukan. Untuk mengetahui dan menilai kemampuan program, maka dibuat 4 variasi syarat batas kondisi akhir komputasi yaitu :

- Variasi 1 ( $E_{max} = 1e-3$  dan iterasi = 500)
- Variasi 2 ( $E_{max} = 1e-5$  dan iterasi = 500)
- Variasi 3 ( $E_{max} = 1e-3$  dan iterasi = 5000)
- Variasi 4 ( $E_{max} = 1e-7$  dan iterasi max = 50000) batas kemampuan komputer yang dipakai dalam penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil prediksi gaya geser balok beton bertulang menggunakan program aplikasi *Artificial Neural Network* (ANN) dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

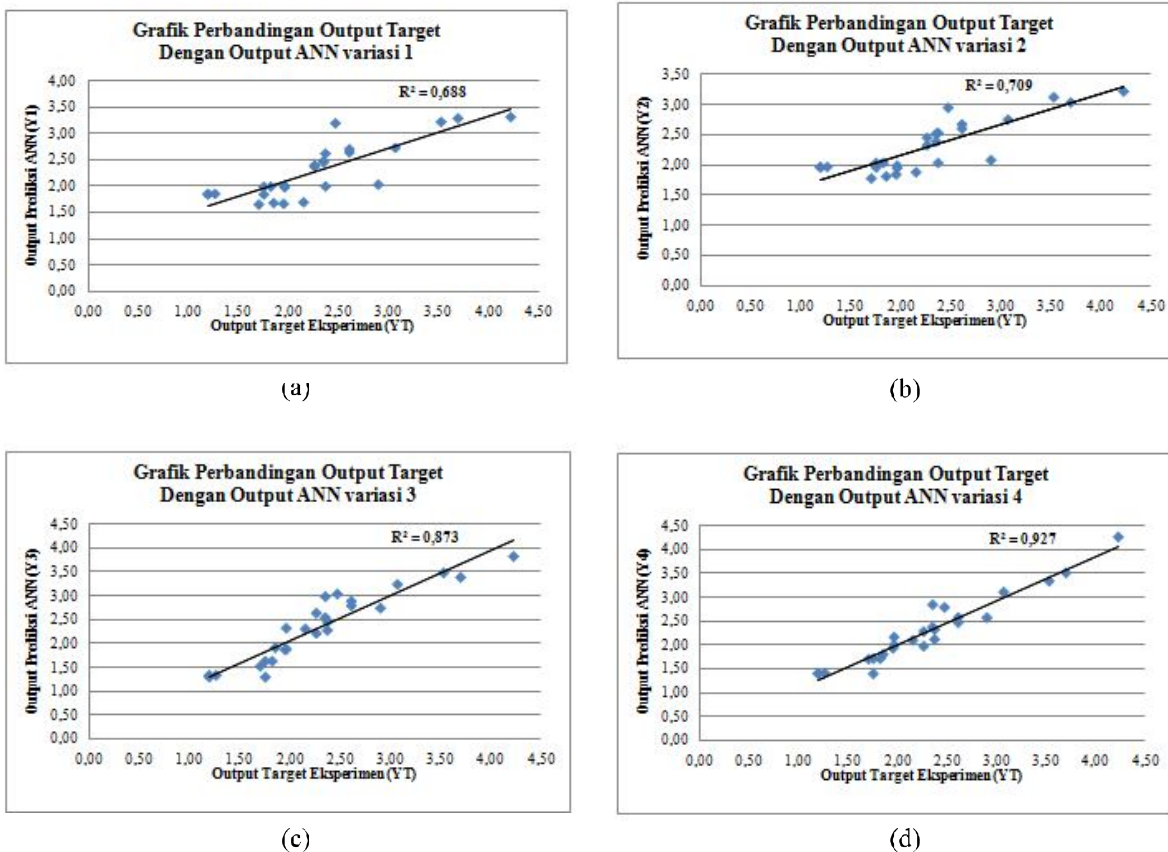
Tabel 2. Perbandingan output target dengan output prediksi ANN

No. Model	Y Target	Y ANN variasi 1	Y ANN variasi 2	Y ANN variasi 3	Y ANN variasi 4
	Gaya Geser Balok (MPa)	Gaya Geser Balok (MPa)	Gaya Geser Balok (MPa)	Gaya Geser Balok (MPa)	Gaya Geser Balok (MPa)
1	1.7000	1.6420	1.7747	1.5202	1.7096
2	1.9500	1.6574	1.8417	1.8689	1.9407
3	1.9600	1.9744	1.9476	1.8869	2.0099
4	2.3700	1.9932	2.0336	2.2823	2.3311
5	2.2600	2.3773	2.3289	2.2181	1.9838
6	2.2600	2.3993	2.4540	2.6440	2.2905
7	2.3700	2.6274	2.5363	2.4582	2.1260
8	2.6100	2.6509	2.6806	2.8979	2.4764
9	2.4700	3.2138	2.9561	3.0504	2.7957
10	3.5300	3.2391	3.1340	3.4991	3.3454
11	1.8500	1.6710	1.8080	1.9141	1.8092
12	2.1500	1.6866	1.8787	2.3099	2.1050
13	1.9600	2.0093	1.9904	2.3284	2.1709
14	2.9000	2.0283	2.0810	2.7555	2.5802
15	2.3500	2.4589	2.3900	2.5529	2.3816
16	2.3500	2.4814	2.5209	2.9962	2.8539
17	2.6100	2.7143	2.6070	2.8041	2.5832
18	3.0700	2.7381	2.7574	3.2537	3.1148
19	3.7000	3.3070	3.0437	3.4034	3.5195
20	4.2300	3.3324	3.2276	3.8452	4.2717
21	1.1900	1.8372	1.9595	1.2911	1.4042
22	1.7500	1.8372	1.9595	1.2911	1.4042
23	1.7500	1.9887	2.0350	1.6275	1.7231
24	1.8200	1.9887	2.0350	1.6275	1.7231
25	1.1900	1.8485	1.9669	1.3319	1.4172
26	1.2600	1.8485	1.9669	1.3319	1.4172

Untuk melihat kemampuan output program dalam memprediksi, maka dibuat grafik perbandingan antara output target dengan masing-masing variasi output aktual ANN. Dengan menggunakan indikator koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk masing-masing variasi maka didapatkan:

- a. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) Output Y Variasi 1 dengan output target adalah 0.688
- b. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) Output Y Variasi 2 dengan output target adalah 0.709
- c. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) Output Y Variasi 3 dengan output target adalah 0.873
- d. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) Output Y Variasi 4 dengan output target adalah 0.927

Dari hasil prediksi dengan 4 variasi di atas didapatkan hasil prediksi menggunakan variasi 4 (dengan syarat batas kondisi akhir perhitungan  $E_{max} = 1e-7$  dan iterasi  $max = 50000$ ) paling mendekati hasil output target dengan indikator koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.927. Grafik perbandingan antara output target dengan masing-masing variasi output aktual ANN dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Grafik Perbandingan Output Target Dengan Output prediksi ANN 4 variasi

#### 4. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari studi kasus aplikasi *Artificial Neural Network (ANN)* sebagai metode numerik didapatkan hasil bahwa ANN bisa digunakan untuk memprediksi besarnya kapasitas geser pada balok beton bertulang dengan indikator koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0.927.
2. Untuk menghasilkan output program *Artificial Neural Network* yang lebih mendekati output target diperlukan pengaturan kondisi akhir perhitungan dengan toleransi error sebesar  $1e-7$  dan iterasi sebanyak 50000 kali.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afrifa, W.O., Asamoah, M.A. and Ansah, E.O. (2012). "Artificial Neural Network Model For Low Strength RC Beam Shear Capacity". *Journal of Science and Technology Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST)*, Vol. 32, No. 2, 119-132.
- Alqedra, M.A. and Ashour, A.F. (2005). "Prediction of shear capacity of single anchors located near a concrete edge using neural networks". *Computers and Structures*, Vol. 83, 2495-2502.
- Amayrch, L. and Saka, M.P. (2005). "Failure Load of Castellated Beams Using Artificial Neural Networks". *Asian Journal of Civil Engineering (Building & Housing)*, Vol. 6, No. 1-2, 25-54.
- Anderson, D. and McNeill, G. (1992). *Artificial Neural Network Technology*. Kaman Sciences Corporation, New York.
- Ganesh, G.M., Upadhyay, A. and Kaushik S.K. (2006). "Assessment of Longitudinal Shear Strength Parameters of Composite Slab by Artificial Neural Network". *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)*, Vol. 7, No. 3, 287-300.
- Jamil, M., Zain, M. and Basri, H.B. (2009). "Neural Network Simulator Model For Optimization in High Performance Concrete Mix Design". *European Journal of Scientific Research*, Vol. 34, No. 1, 61-68.

- Lee, S.C., Park, S.K. and Lee, B.H. (2001). "Development of the Approximate Analytical Model for the Stub Girder System Using Neural Network". *Computers and structures*, Vol. 79, 1013-1025.
- Muhtarom, A. (2013). "Penggunaan *Artificial Neural Network* untuk Prediksi Tegangan pada Balok Kastela Heksagonal Bentang 1 Meter". *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)*, UNS Surakarta, Vol.1, S 1-7.
- Muhtarom, A. (2012). *Optimasi Dimensi Lubang Heksagonal Balok Kastela Bentang Pendek Dengan Metode Artificial Neural Network*. Tesis. Program Studi S2 Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahal, K.N. and Kiefa, M.A. (1999). "Neural Networks for Calculation of Shear Strength of Reinforced Concrete Beams". *Kuwait J. Sci. Eng*, 26(2), 239-252
- Schalkoff, J.R. (1996). *Artificial Neural Network*. McGraw-Hill International Editions. Computer Science Series. Clemson University.
- Siang, J.J. (2005). *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Andi, Yogyakarta.

SeNaTS 1 2015  
Sanur - Bali, Sabtu 25 April 2015



Udayana University Press 2015

ISBN 978-602-294-052-4



9 786022 940524