

PROSIDING

Volume I : Geoteknik, Material, Struktur

PERAN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN

24 -26 Oktober 2013
Kampus Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta



Editor:
Yoyong Arfiadi
Sholihin As'ad

Diselenggarakan atas kerjasama:



UNS



UAJY



UPH



Unud



Trisakti



UNSOED



ITENAS

KoNTeKS 7

Konferensi Nasional Teknik Sipil

PROSIDING

Volume I : Geoteknik, Material, Struktur

PERAN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN

24 -26 Oktober 2013
Kampus Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta

Editor:
Yoyong Arfiadi
Sholihin As`ad

KELOMPOK PEMINATAN STRUKTUR

001S	PENGGUNAAN <i>ARTIFICIAL NEURAL NETWORK</i> UNTUK PREDIKSI TEGANGAN PADA BALOK KASTELA HEKSAGONAL BENTANG 1 METER	S- 1
	Ahmad Muhtarom ¹	
017S	LEKAT-GESER PERMUKAAN BETON DENGAN <i>LIPS CHANNEL</i>	S- 9
	Andang Widjaja ¹ , dan Nuroji ²	
027S	PENGARUH KELANGSINGAN PORTAL BAJA TERHADAP EFEKTIVITAS DAM (<i>DIRECT ANALYSIS METHOD</i>) DIBANDING METODE LAMA (KL/R).....	S- 17
	Wiryanto Dewobroto dan Eddiek Ruser	
033S	STUDI NUMERIK PENINGKATAN KINERJA STRUKTUR BAJA ECCENTRICALLY BRACED FRAME TYPE-D DENGAN MODIFIKASI PENGAKU BADAN LINK GESER.....	S- 25
	Kurdi ¹ , Bambang Budiono ² dan Yurisman ³	
034S	PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG DENGAN <i>GLASS FIBER JACKET</i> UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS BEBAN AKSIAL	S- 33
	Johanes Januar Sudjati ¹ , Hastu Nugroho ² dan Paska Garien Mahendra ³	
036S	PERILAKU ELEMEN BETON SANDWICH TERHADAP PENGUJIAN GESER MURNI.....	S- 39
	Firdaus	
040S	PENGARUH PENGGUNAAN WIRE ROPE SEBAGAI PERKUATAN LENTUR TERHADAP KEKUATAN DAN DAKTILITAS BALOK BETON BERTULANG TAMPANG T	S- 47
	Anggun Tri Atmajayanti ¹ , Iman Satyarno ² , Ashar Saputra ³	
042S	ANALISIS DIAGRAM INTERAKSI KOLOM PADA PERENCANAAN KOLOM PIPIH BETON BERTULANG.....	S- 53
	Richard Frans ¹ , Frits Thioriks ² , Jonie Tanijaya ³ dan Hendry Tanoto Kalangi ⁴	
046S	PENGEMBANGAN PROGRAM BERBASIS <i>OPEN SOURCE</i> REALIN UNTUK ANALISIS STRUKTUR	S- 61
	Yoyong Arfiadi ¹	
050S	PENILAIAN KEANDALAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG EKSISTING: PERATURAN DAN IMPLEMENTASINYA.....	S- 69
	Wahyu Wuryanti ¹	
051S	ANALISIS LENTUR PELAT SATU ARAH BETON BERTULANG BERONGGA BOLA MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA NON LINIER.....	S- 77
	Dinar Gumilang Jati	
053S	PENGGUNAAN RANTING BAMBURI (<i>BAMBUSA ARUNDINACEA</i>) SEBAGAI KONEKTOR PADA STRUKTUR TRUSS BAMBURI	S- 85
	Astuti Masdar ¹ , Zufrimar ³ , Noviarti ² dan Desi Putri ³	
057S	PERILAKU MEKANIK SAMBUNGAN STRUKTUR BAMBURI LAMINASI MENGGUNAKAN PELAT DAN BAUT.....	S- 91
	IGL Bagus Eratodi ¹ , Andreas Triwiyono ² , Ali Awaludin ³ dan TA Prayitno ⁴	
070S	EXPERIMENTAL STUDY ON CONFINED CONCRETE OF THIN COLUMN SECTIONS	S- 99
	Ketut Sudarsana ¹	

PENGGUNAAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK PREDIKSI TEGANGAN PADA BALOK KASTELA HEKSAGONAL BENTANG 1 METER (001S)

Ahmad Muhtarom¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32 Inderalaya Ogan Ilir
Email: a_muhtarom13@yahoo.com

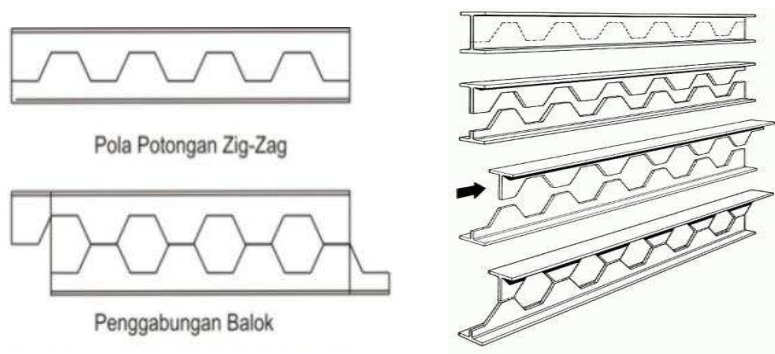
ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tegangan-tegangan maksimum yang terjadi pada balok kastela bukaan heksagonal bentang 1 meter (BKBH-1M) menggunakan *Artificial Neural Network*. Metode kerja dari *Artificial Neural Network* dalam penelitian ini adalah menghasilkan suatu persamaan matematis yang digunakan sebagai prediksi. Fungsi matematis didapatkan dari hasil generalisasi data output target tegangan tarik, tegangan tekan dan tegangan geser maksimum dari BKBH-1M hasil pengujian dan studi parameter menggunakan metode elemen hingga. Dari hasil penelitian didapatkan rasio perbandingan output prediksi dengan output target adalah tegangan tarik 0.99 (485.45 : 489.00), tegangan tekan 0,99 (496.39 : 496.40), dan tegangan geser 1.06 (332.73 : 313.30). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Artificial Neural Network* dapat digunakan untuk memprediksi tegangan pada balok kastela bukaan heksagonal bentang 1 meter.

Kata kunci: *Artificial neural network*, tegangan, balok kastela

1. PENDAHULUAN

Dasar dari pemilihan material baja dalam bidang konstruksi adalah untuk mendapatkan suatu struktur yang kuat, ringan, langsing dan cepat dalam pelaksanaan. Bentuk penampang baja yang paling banyak digunakan adalah profil I WF, dimana profil tersebut merupakan bentuk penampang yang paling kuat, efisien dan stabil. Salah satu teknologi yang memodifikasi baja profil I WF dalam suatu struktur adalah balok baja kastela. Sistem pembuatan balok kastela adalah pemotongan pada bagian badan balok baja profil I dengan pola *zigzag*, kemudian kedua potongan tersebut diangkat dan disatukan dengan pengelasan. Modifikasi ini membuat tinggi balok lebih tinggi dari tinggi awal. Salah satu contoh sistem pembuatan balok kastela dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



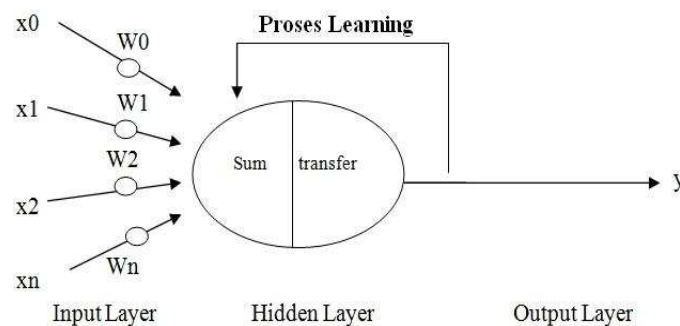
Gambar 1. Pola potongan dan penggabungan balok kastela (Boyer, 1964)

Kelebihan yang dimiliki balok kastela dibandingkan dengan balok baja I WF biasa adalah kapasitas momen lentur yang lebih besar karena penambahan tinggi balok tanpa menambah berat sendiri, nilai artistik yang lebih indah dan lubang-lubang dalam balok kastela tersebut bisa dimanfaatkan untuk instalasi mekanikal-elektrikal. Selain memiliki kelebihan balok kastela juga memiliki kelemahan yaitu terhadap gaya geser dan tekuk (*buckling*) akibat modifikasi tersebut. Untuk mereduksi kelemahan tersebut harus dilakukan pemilihan dimensi lubang heksagonal yang optimal sesuai dengan kondisi rancangan yang kita inginkan. Kriteria kondisi yang paling sering digunakan dalam suatu analisis struktur balok baja adalah deformasi dan tegangan yang terjadi.

Untuk mendapatkan prediksi kondisi tersebut diperlukan suatu metode pendekatan yang bisa mengakomodasi batasan-batasan kondisi tersebut. Salah satu pendekatan secara logika yang banyak digunakan dalam bidang teknik adalah pendekatan *Artificial Neural Network*. Pendekatan ini dibuat mengadopsi dari sistem saraf biologi pada otak manusia yang dijadikan sebagai pembanding dasar sistem. Sistem kerjanya adalah dengan cara iterasi coba-banding, dimana cara tersebut adalah dasar model simulasi untuk mendapatkan fungsi matematis yang digunakan dalam prediksi kondisi yang kita inginkan. Dengan kemampuan memprediksi tersebut maka penulis menggunakan *Artificial Neural Network* sebagai metode untuk melakukan prediksi tegangan yang terjadi pada berbagai variasi dimensi lubang balok kastela dengan bukaan heksagonal untuk bentang 1 meter. Menurut Schalkoff (1996) persamaan umum *Artificial Neural Network* adalah :

$$Y = f(\sum W_n \cdot X_n) \tag{1}$$

Dengan Y = Output, W_n = Bobot (konstanta), X_n = Input parameter, f = Fungsi transfer (Sigmoid).



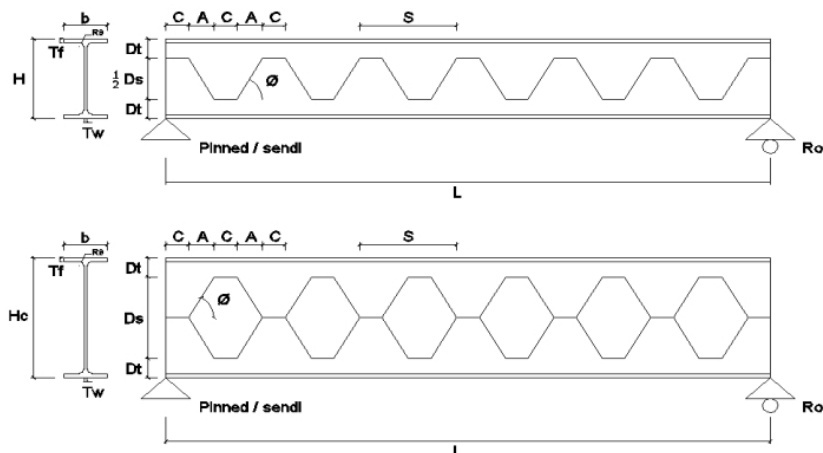
Gambar 2. Sistematika *Artificial Neural Network* (Anderson dan McNeill, 1992)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat program aplikasi menggunakan pendekatan *Artificial Neural Network* dengan model *Backpropagation* menggunakan program Borland Delphi 7.
2. Menggunakan data sekunder input berupa variasi dimensi lubang balok kastela bukaan heksagonal bentang 1 meter (BKBH-1M) yang ada di pasaran dan data sekunder berupa output target tegangan tarik maksimum, tegangan tekan maksimum dan tegangan geser maksimum yang terjadi hasil analisis metode elemen hingga (Muhtarom, 2012).

Data sekunder parameter input dan output target (Muhtarom, 2012) dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1 di bawah ini :



Gambar 3. Parameter input dimensi lubang bkbh-1m (muhtarom, 2012)

Dari parameter input di atas maka digunakan persamaan *Artificial Neural Network* :

$$Y_t \gg Y = f(\sum W_n \cdot X_n) \tag{2}$$

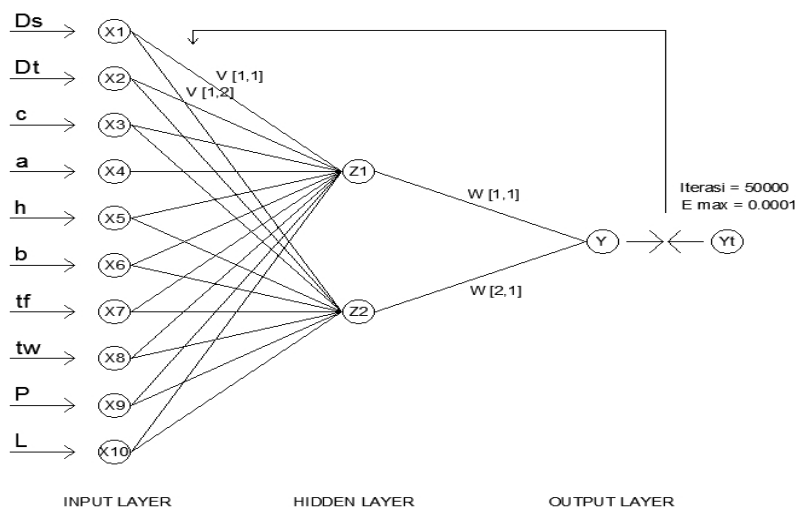
Dengan Y_t = Output target yang dipasang (Tegangan max yang terjadi), Y = Output aktual, W_n = Bobot (konstanta), X_n = Input parameter : X_1 = Tinggi lubang (ds), X_2 = Tinggi stem (dt), X_3 = Lebar web post (c), X_4 = Lebar lubang (a), X_5 = Tinggi balok awal (h), X_6 = Lebar balok kastela (b), X_7 = Tebal flens (tf), X_8 = Tebal web (tw), X_9 = Beban (P), X_{10} = Bentang balok (L), f = Fungsi transfer yang digunakan (Fungsi Sigmoid)

Tabel 1. Data sekunder berupa input dan output target yang digunakan (Muhtarom, 2012)

No.	INPUT										OUTPUT TARGET			
	Variasi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Tegangan tarik max	Tegangan tekan max	Tegangan geser max
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1		154,00	35,50	38,50	44,66	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,04	381,00	423,00	340,00
2		105,00	60,00	26,25	30,45	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,05	478,00	459,00	451,00
3		105,00	60,00	31,50	36,75	150,00	75,00	7,00	5,00	400	0,99	379,00	403,00	329,00
4		105,00	60,00	42,00	42,00	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,05	478,00	486,00	327,00
5		150,00	37,50	37,50	43,50	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,01	524,00	529,00	334,00
6		150,00	37,50	45,00	52,50	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,02	577,00	583,00	338,00
7		150,00	37,50	60,00	60,00	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,02	356,00	358,00	192,00
8		195,00	15,00	48,75	56,55	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,10	704,00	724,00	436,00
9		195,00	15,00	58,50	68,50	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,07	446,00	449,00	190,00
10		195,00	15,00	78,00	78,00	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,01	567,00	550,00	196,00

- Melakukan proses komputasi program aplikasi *Artificial Neural Network* dengan memasang output target berupa tegangan tarik maksimum, tegangan tekan maksimum dan tegangan geser maksimum sebagai pembandingan hasil sistem.

Sistem jaringan *Artificial Neural Network* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4. Sistem jaringan Artificial Neural Network yang digunakan dalam penelitian ini

- Mendapatkan fungsi matematis dari hasil komputasi program aplikasi.

Hasil yang didapatkan dari hasil komputasi simulasi *Artificial Neural Network* adalah fungsi matematis dari generalisasi tegangan maksimum yang terjadi. Fungsi matematis tersebut adalah :

$$Y = f(Z_1.W_{[1,1]} + Z_2.W_{[2,1]} + W_{[0,1]}) \tag{3}$$

dimana:

$$Z_1 = f(X_1.W_{[1,1]} + X_2.W_{[2,1]} + X_3.W_{[3,1]} + X_4.W_{[4,1]} + X_5.W_{[5,1]} + X_6.W_{[6,1]} + X_7.W_{[7,1]} + X_8.W_{[8,1]} + X_9.W_{[9,1]} + X_{10}.W_{[10,1]} + W_{[0,1]}) \tag{4}$$

$$Z_2 = f(X_1.W_{[1,2]} + X_2.W_{[2,2]} + X_3.W_{[3,2]} + X_4.W_{[4,2]} + X_5.W_{[5,2]} + X_6.W_{[6,2]} + X_7.W_{[7,2]} + X_8.W_{[8,2]} + X_9.W_{[9,2]} + X_{10}.W_{[10,2]} + W_{[0,2]}) \tag{5}$$

Dengan V dan W = Konstanta yang didapat dari simulasi

- Menggunakan fungsi matematis tersebut untuk memprediksi tegangan tarik maksimum, tegangan tekan maksimum dan tegangan geser maksimum yang akan terjadi pada balok kastela bukaan heksagonal bentang 1 meter (BKBH-1M).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan matematis yang didapatkan dari hasil komputasi program *Artificial Neural Network* dimasukkan data input yang sama dengan simulasi awal untuk mendapatkan hasil prediksi tegangan-tegangan maksimum yang terjadi pada balok kastela bukaan heksagonal bentang 1 meter (BKBH-1M). Hasil prediksi tegangan-tegangan maksimum tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. di bawah ini :

Tabel 2. Hasil prediksi tegangan-tegangan maksimum menggunakan program *Artificial Neural Network*

No.	INPUT										OUTPUT ANN			
	Variasi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Tegangan tarik max	Tegangan tekan max	Tegangan geser max
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1	154,00	35,50	38,50	44,66	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,04	504,94	528,72	402,18	
2	105,00	60,00	26,25	30,45	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,05	448,92	463,44	440,42	
3	105,00	60,00	31,50	36,75	150,00	75,00	7,00	5,00	400	0,99	439,09	444,98	383,69	
4	105,00	60,00	42,00	42,00	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,05	428,36	420,32	319,50	
5	150,00	37,50	37,50	43,50	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,01	499,12	523,11	405,30	
6	150,00	37,50	45,00	52,50	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,02	476,38	493,98	325,33	
7	150,00	37,50	60,00	60,00	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,02	453,12	458,18	240,02	
8	195,00	15,00	48,75	56,55	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,10	581,15	591,69	370,31	
9	195,00	15,00	58,50	68,50	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,07	534,16	545,18	268,45	
10	195,00	15,00	78,00	78,00	150,00	75,00	7,00	5,00	400	1,01	489,28	494,37	172,10	

Prediksi Tegangan Tarik

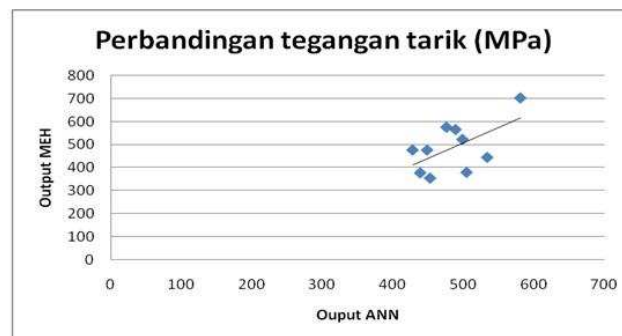
Hasil prediksi tegangan tarik maksimum yang terjadi pada BKBH-1M menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dibandingkan dengan output target hasil analisis Metode Elemen Hingga (MEH) dapat dilihat pada Tabel 3. dan Gambar 5.

Prediksi Tegangan Tekan

Hasil prediksi tegangan tekan maksimum yang terjadi pada BKBH-1M menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dibandingkan dengan output target hasil analisis Metode Elemen Hingga (MEH) dapat dilihat pada Tabel 4. dan Gambar 6.

Tabel 3. Perbandingan nilai tegangan tarik menggunakan MEH dan ANN

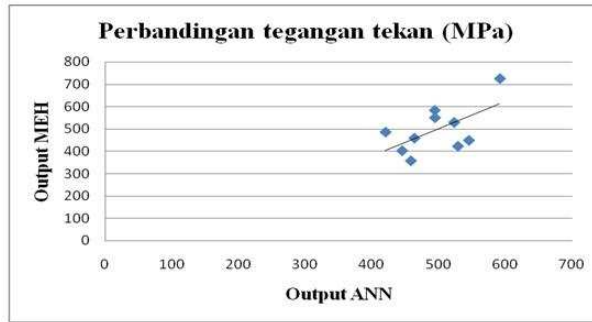
No.	Yt (MEH)	Y (ANN)
Variasi	Tegangan tarik (MPa)	Tegangan tarik (MPa)
1	381,00	504,94
2	478,00	448,92
3	379,00	439,09
4	478,00	428,36
5	524,00	499,12
6	577,00	476,38
7	356,00	453,12
8	704,00	581,15
9	446,00	534,16
10	567,00	489,28
Σ	4890,00	4854,51
Rata-rata	489,00	485,4509



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai tegangan tarik menggunakan MEH dan ANN

Tabel 4. Perbandingan nilai tegangan tekan menggunakan MEH dan ANN

No.	Yt (MEH)	Y (ANN)
Variasi	Tegangan tekan (MPa)	Tegangan tekan (MPa)
1	423,00	528,72
2	459,00	463,44
3	403,00	444,98
4	486,00	420,32
5	529,00	523,11
6	583,00	493,98
7	358,00	458,18
8	724,00	591,69
9	449,00	545,18
10	550,00	494,37
Σ	4964,00	4963,97
Rata-rata	496,40	496,3967



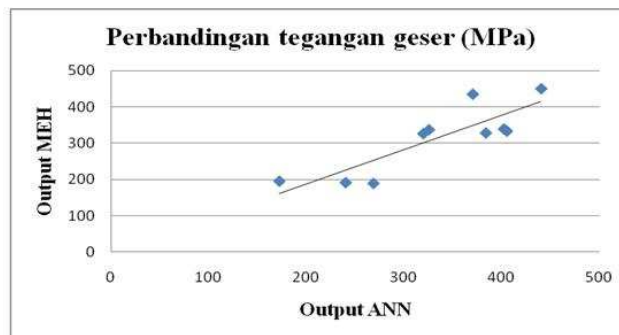
Gambar 6. Grafik perbandingan nilai tegangan tekan menggunakan MEH dan ANN

Prediksi Tegangan Geser

Hasil prediksi tegangan geser maksimum yang terjadi pada BKBH-1M menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dibandingkan dengan output target hasil analisis Metode Elemen Hingga (MEH) dapat dilihat pada Tabel 5. dan Gambar 7.

Tabel 5. Perbandingan nilai tegangan geser menggunakan MEH dan ANN

No.	Yt (MEH)	Y (ANN)
Variasi	Tegangan geser (MPa)	Tegangan geser (MPa)
1	340,00	402,18
2	451,00	440,42
3	329,00	383,69
4	327,00	319,50
5	334,00	405,30
6	338,00	325,33
7	192,00	240,02
8	436,00	370,31
9	190,00	268,45
10	196,00	172,10
Σ	3133,00	3327,30
Rata-rata	313,30	332,73



Gambar 7. Grafik perbandingan nilai tegangan geser menggunakan MEH dan ANN

Rasio Perbandingan

Dari hasil perbandingan tegangan-tegangan maksimum pada BKBH-1M dari output target hasil analisis metode elemen hingga (MEH) dengan hasil prediksi menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) didapatkan rasio perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 6. di bawah ini :

Tabel 6. Rasio Perbandingan nilai tegangan-tegangan hasil output MEH dan ANN

No.	Jenis Batasan	Rata-rata Output MEH	Rata-rata Output ANN	Rasio
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4)/(3)
1	Tegangan tarik	489,00	485,45	0,99274
2	Tegangan tekan	496,40	496,40	0,99999
3	Tegangan geser	313,30	332,73	1,06202
	Rata-rata			1,01825

Dari rasio perbandingan tegangan-tegangan output target hasil analisis metode elemen hingga (MEH) dengan hasil prediksi menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) di atas dapat dilihat bahwa fungsi matematis yang dihasilkan dari program aplikasi menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) bisa digunakan untuk memprediksi tegangan-tegangan maksimum yang terjadi pada BKBH-1M.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perbandingan tegangan-tegangan hasil prediksi menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan output target hasil analisis metode elemen hingga (MEH) didapat hasilnya adalah mendekati, dimana rasio perbandingan output prediksi dengan output target adalah tegangan tarik 0.99 (485.45 : 489.00), tegangan tekan 0,99 (496.39 : 496.40), dan tegangan geser 1.06 (332.73 : 313.30). Sehingga metode *Artificial Neural Network* dapat digunakan untuk memprediksi tegangan pada balok kastela bukaan heksagonal bentang 1 meter
2. Berdasarkan studi parameter dimensi lubang heksagonal didapatkan hasil bahwa semakin tinggi lubang dan lebar lubang atau *web post* maka semakin besar tegangan tarik dan tekan yang terjadi.
3. Berdasarkan studi parameter dimensi lubang heksagonal didapatkan hasil bahwa semakin kecil rasio lubang yang dibuat maka semakin kecil tegangan geser yang terjadi di bagian web balok.

DAFTAR PUSTAKA

- Amayreh, 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, pp 25-54.
- Anderson, D. and McNeill, G. (1992). *Artificial Neural Network Technology*. Kaman Sciences Corporation, New York.
- Blodgett. O.W. (1982). *Design of Welded Structures*. The-James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Vol. 14, Cleveland, Ohio.
- Boyer J.P. (1964), *Castellated Beams-New Developments*, AISC National Engineering Conference, Omaha.
- 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, pp. 61-68.
- 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.
- Salmon, C.G. (1996). *Struktur Baja Desain dan Perilaku*. Gramedia, Jakarta.
- Schalkoff, J.R. (1996). *Artificial Neural Network*. McGraw-Hill International Editions, Computer Science Series, Clemson University.
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja Dengan metode LRFD*. Erlangga, Jakarta.
- Siang, J.J. (2005). *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Andi, Yogyakarta.
- Suharjanto (2005). *Optimasi Bentuk dan Ukuran Lubang Cellular Balok Baja Profil I dengan Bukaan pada Badan Sederhana di Daerah Stabilitas Elastis dengan Beban Gravitasi*. Disertasi. Program studi S3 Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suhendro, B. (2000). *Metode Elemen Hingga dan Aplikasinya*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.