

# ANALISA CURAH HUJAN TERHADAP DEBIT LIMPASAN MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN (JST) BACKPROPAGATION DI DAS WELANG

Verdhi D. Oktopriana<sup>1</sup> ([verdhidwiki@gmail.com](mailto:verdhidwiki@gmail.com))

Ery Suhartanto<sup>2</sup> ([erysuhartanto@yahoo.com](mailto:erysuhartanto@yahoo.com))

Sri Wahyuni<sup>3</sup> ([yuniteknik@ub.ac.id](mailto:yuniteknik@ub.ac.id))

## ABSTRAK

Analisa curah hujan menjadi debit limpasan perlu dilakukan jika tidak ada data pengukuran debit. Model jaringan syaraf tiruan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mempelajari pola dan prediksi data hidrologi dengan akurasi yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa data curah hujan bulanan menjadi debit limpasan di DAS Welang menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan. Data yang digunakan sebagai input model adalah curah hujan bulanan, koefisien aliran, serta evapotranspirasi. Sedangkan data debit bulanan AWLR Dhompo sebagai target. Semua data sepanjang 10 tahun (2009 – 2018). Simulasi dilakukan dengan menggunakan 3 uji, yaitu uji Kalibrasi, Verifikasi, dan Validasi yang secara keseluruhan dilakukan perbandingan antara hasil simulasi dengan data Debit AWLR Dhompo. Uji Kalibrasi menggunakan pembagian data 5, 6, 7, 8, dan 9 tahun serta uji Verifikasi menggunakan pembagian data 5, 4, 3, 2, dan 1 tahun atau data sisa dari uji Kalibrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembagian data yang terpilih adalah pembagian data 8 tahun kalibrasi dan 2 tahun verifikasi dengan nilai R sebesar 0,91 (Sangat kuat) dan nilai NSE sebesar 0,82 (Baik).

**Kata kunci:** Curah Hujan; Debit Limpasan; DAS Welang; Jaringan Syaraf Tiruan; Backpropagation.

## ABSTRACT

*Analysis of rainfall into runoff discharge needs to be done if there are no discharge measurement data. Artificial neural network models can be used as an alternative to study patterns and predictions of hydrological data with good accuracy. This study aims to analyze monthly rainfall data into runoff discharge in the Welang watershed using the Artificial Neural Network model. The data used as input to the model are monthly rainfall, runoff coefficient, and evapotranspiration. While AWLR Dhompo monthly discharge data is the target. All data are used 10 years (2009 - 2018) period. The simulation are carried out using 3 tests, namely the Calibration, Verification, and Validation tests which are overall made to compare the results of the simulation with the Dhompo AWLR discharge data. Calibration tests use data sharing 5, 6, 7, 8, and 9 years and Verification tests use data sharing 5, 4, 3, 2, and 1 year or the remaining data from the Calibration test. The results showed that the data distribution chosen was 8 years of calibration and 2 years of verification with an R value of 0.91 (Very strong) and an NSE value of 0.82 (Good).*

**Keywords:** Rainfall; Runoff; Welang Watershed; Artificial Neural Network; Backpropagation.

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya;

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya;

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya;

## PENDAHULUAN

Hidrologi merupakan salah satu faktor yang diperlukan untuk penyelesaian suatu permasalahan sumber daya air. Analisa hidrologi, yang dilakukan agar solusi permasalahan dapat ditemukan, membutuhkan beberapa data hidrologi seperti data curah hujan dan data debit, yang merupakan dasar dari suatu perencanaan pada sebuah kegiatan pengelolaan sumber daya air, sehingga perlu adanya pengelolaan data secara baik dan akurat sesuai peraturan dan teori yang ada untuk menunjang suatu ketepatan perencanaan.

Analisa curah hujan dan debit sungai sangatlah diperlukan sebelum melakukan suatu prediksi. Sistem prakiraan diperlukan untuk melihat kemungkinan terkait perubahan kondisi alam pada waktu yang akan datang (Sunardi, 2011) Perkiraan debit dapat digunakan sebagai masukan untuk perencanaan bangunan air, yang mana penggunaan metode yang tepat sangatlah diperlukan agar didapat hasil yang baik dan sesuai harapan. Penentuan debit dapat dilakukan dengan melakukan suatu pengukuran ataupun prediksi secara langsung, baik secara teori ataupun dari data historis, tetapi prediksi secara langsung dari data yang sudah ada ataupun dari grafik tidak bisa memberikan kepastian tentang keakuratan yang didapat (Supiyati, dkk, 2009), oleh karena itu dibutuhkan suatu metode yang dapat digunakan untuk prediksi dengan keakuratan yang tinggi.

Di Indonesia terdapat banyak sekali metode dalam menganalisa curah hujan dan debit limpasan, contohnya seperti Rata-rata hitung, Poligon Thiessen, dan isohyet untuk analisis hujan rata-rata daerah, serta HSS Snyder, HSS Nakayasu untuk analisis banjir rancangan, tetapi dalam perhitungan diperlukan banyak parameter-parameter yang harus ditinjau. Mengatasi permasalahan yang ada, diperlukan adanya sistem analisis yang dapat memprediksi dengan baik, dalam praktiknya sangatlah sulit untuk pemilihan model yang akan digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi sistem DAS. Tetapi bukan berarti model-model yang ada adalah model yang buruk (Harto, 1993), salah satu model tersebut adalah penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk proses Jaringan Syaraf Tiruan adalah data curah hujan, data koefisien aliran, dan data temperatur udara. Hasil simulasi dari program ini akan dibandingkan dengan data Debit AWLR yang ada di titik tinjau. Untuk mencapai hasil korelasi yang diharapkan yaitu mendekati 1, yang berarti analisa berhasil dengan sangat baik, maka harus dicari kisaran parameter yang ada, dan berapa besar debit yang dihasilkan dari simulasi dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Studi

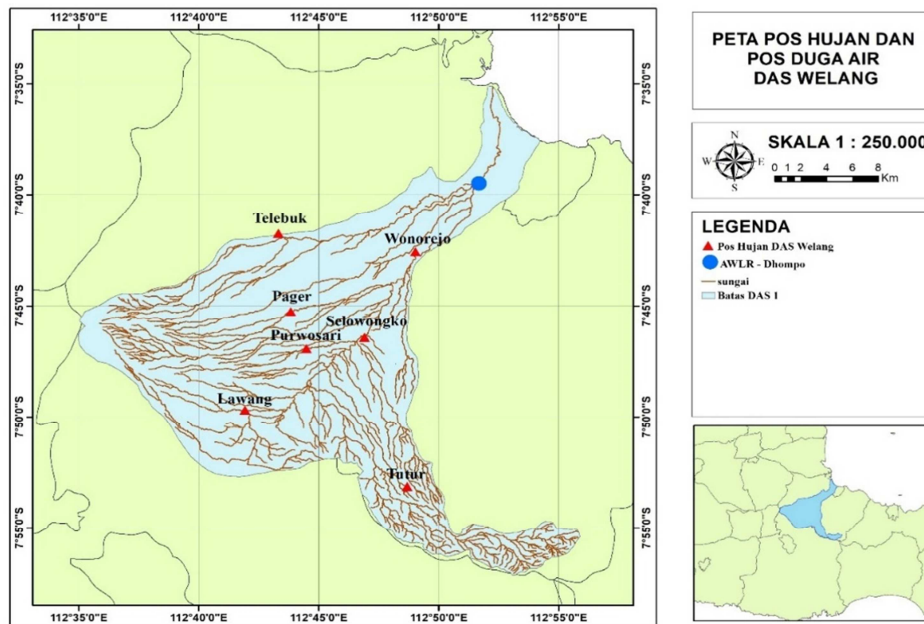
Lokasi studi terletak pada DAS Welang yang terletak pada koordinat  $7^{\circ}47'44'' \sim 7^{\circ}57'16''$  LS dan  $112^{\circ}36'49'' \sim 112^{\circ}55'58''$  BT. DAS Welang mempunyai luas daerah sebesar  $526.04 \text{ km}^2$  dengan panjang kurang lebih 53 km. Pos Hujan yang digunakan dalam penelitian berjumlah 7 Pos Hujan, yaitu Pos Hujan Lawang, Pager, Purwosari, Telebuk, Tuter, Wonorejo, dan Selowongko, sedangkan pos duga air yang digunakan adalah AWLR Dhompo, peta dapat dilihat pada Gambar 1.

### Data

Data yang digunakan dalam studi ini antara lain adalah:

1. Koordinat pos stasiun hujan dan pos AWLR.
2. Peta topografi, dan peta jaringan sungai.
3. Data curah hujan dari 7 pos stasiun hujan selama 10 tahun (2009-2018)

4. Data debit AWLR selama 10 tahun (2009-2018).
5. Data temperatur stasiun BMKG Tretes selama 10 tahun (2009 – 2018).



Gambar 1. Peta DAS Welang.

### Metode Analisis

Dalam studi ini dilakukan 3 uji untuk melihat apakah data dapat digunakan untuk Analisa hidrologi, uji yang digunakan dalam studi ini adalah Uji Konsistensi, Uji Ketiadaan Trend, dan Uji Stasioner, Uji dilakukan dengan menggunakan data 10 tahun (2009 – 2018) dari 7 stasiun hujan dan 1 stasiun AWLR.

Data yang sudah di uji kemudian akan dilanjutkan kedalam tahap selanjutnya, untuk mencari curah hujan wilayah, nilai evapotranspirasi, dan koefisien aliran, yang akan digunakan sebagai input dari jaringan syaraf tiruan .

Lawang, Tuttur, Purwosari, Selowongko, Pager, Wonorejo, Telebuk, dan Dhompo. Sebelum dilakukan analisis jaringan syaraf tiruan, sebelumnya data curah hujan dan data debit dilakukan analisis kualitas data diantaranya Uji Konsistensi, Uji ketiadaan trend, dan Uji Stasioner (uji homogenitas). Uji konsistensi yang digunakan untuk data curah hujan adalah metode Kurva Masa Ganda sedangkan untuk data debit menggunakan metode RAPS. Data curah hujan pos stasiun hujan yang sudah diuji kemudian di transformasikan menjadi hujan wilayah dengan metode *Polygon Thiessen*.

### Curah Hujan Wilayah Metode Polygon Thiessen

Jika titik-titik pengamatan di daerah tersebut tidak tersebar secara merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata dapat dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh pada tiap titik pengamatan. Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sosrodarsono & Takeda, 2003, p.27):

$$X_1Kr_1 + X_2Kr_2 + \dots + X_nKr_n \tag{1}$$

Dengan:

- X = Curah Hujan.
- Kr = Luas Daerah Pengaruh.

**Koefisien Aliran (C)**

Koefisien aliran (C) merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air alran terhadap besarnya curah hujan. Contohnya adalah C untuk hutan adalah 0,10, berarti 10%

dari total curah hujan akan menjadi debit aliran. Secara matematis, koefisien aliran dapat dijabarkan sebagai berikut (Asdak, 2010, p.157) :

$$C = \sum_1^{12} \frac{(d \times 86400 \times Q)}{\left(\frac{P}{1000}\right)(A)} \tag{2}$$

Dengan:

- C = koefisien air larian.
- Q = debit rata-rata bulanan (m<sup>3</sup>/det).
- P = curah hujan rata-rata setahun di DAS yang bersangkutan (mm/th).
- A = luas DAS (m<sup>2</sup>).

**Evapotranspirasi Metode Blaney-Criddle**

Metode ini menghasilkan rumus evapotranspirasi untuk sembarang tanaman sebagai fungsi suhu, jumlah jam siang hari dan koefisien tanaman empiris. Rumus ini berlaku untuk daerah yang luas dengan iklim kering. Dalam pemakaian metode ini dibutuhkan letak lintang (LL), suhu udara (t), angka koreksi (c). Data tersebut merupakan data meteorologi biasa, rumus yang digunakan adalah (Montarcih, 2010, p.22):

$$ET_o = c \cdot ET_o^* \tag{3}$$

$$ET_o^* = P (0,457 t + 8,13) \tag{4}$$

Dengan:

- P = Prosentase rata-rata jam siang malam tergantung letak lintang.
- t = Suhu udara (°C).
- ET<sub>o</sub> = Evaporasi Potensial (mm/hari).
- C = Angka koreksi (berdasarkan keadaan iklim).
- ET<sub>o</sub>\* = Evaporasi potensial sebelum dikoreksi.

**Jaringan Saraf Tiruan Matlab R2017a**

Software Matlab R2017a merupakan suatu program komputasi berbasis matriks. Dalam studi ini, software ini digunakan untuk memodelkan data diatas untuk memperoleh debit model.

Dari pengolahan data curah hujan, ET<sub>o</sub> , dan koefisien aliran akan dijadikan data *Input* dan data debit yang akan dijadikan data target.

Kemudian data di transformasi atau praprosesing data terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar data yang dimiliki dapat sesuai dengan standart yang dimiliki oleh software komputasi, dampak yang didapat seperti hasil yang lebih akurat dan proses bisa lebih cepat.

Dalam studi ini skala yang digunakan adalah 0 dan 1 (sigmoid), dikarenakan hasil yang diinginkan adalah angka positif. Untuk batas Bawah (BB) dan Batas Atas (BA) digunakan 0,1

dan 0,9, alasan digunakan 0,1 dan 0,9 adalah karena sigmoid tidak bisa menghasilkan angka 0 dan 1 (Mitchel, 1997, p.115). Adapun rumus yang digunakan yaitu (Hasim, A. 2008):

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} * (BA - BB) + BB \quad (5)$$

Dengan:

X'	=	Data transformasi
X	=	Data asli
Xmin	=	Data asli angka terkecil
Xmax	=	Data asli angka terbesar
BA	=	Batas atas
BB	=	Batas bawah

Menggunakan konfigurasi Network sebagai berikut :

- *Network Type* digunakan *Feed Forward Backpropagation*.
- *Input Data* pilih INPUT55.
- *Target Data* pilih TARGET55.
- *Training Function* pada studi ini menggunakan Traincgb.
- *Adaption Learning Function* menggunakan Learngdm.
- *Performance Function* menggunakan MSE (*Mean Square Error*).
- *Number of layers* menggunakan 5 layer, yaitu 4 *Hidden Layer* dan 1 *Output Layer*.
- *Numbers of Neuron* menggunakan 4 *neuron* untuk *hidden layer* (layer 1 – layer 4), dan 1 *neuron* untuk *output layer* (layer 5).
- *Transfer Function* menggunakan Logsig pada *hidden layer* (layer 1 – 4), dan *output layer* menggunakan Purelin. Alasan digunakan Logsin karena pada saat transformasi data menggunakan batas 0 dan 1, yaitu standar pada fungsi Log-Sigmoid.

### Kalibrasi, Verifikasi, dan Validasi

Analisis Kalibrasi data menggunakan metode *Mean Square Error* (MSE), *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), dan Koefisien Korelasi (R), Dengan 15 kali percobaan, yaitu menggunakan pembagian data 5 tahun, 6 tahun, 7 tahun, 8 tahun, dan 9 tahun awal serta menggunakan 1000, 2000, dan 3000 epoch pada setiap pembagian data.

Pada proses verifikasi, data yang digunakan adalah data yang berada di luar periode yang digunakan pada tahap kalibrasi. Perhitungan Error pada hasil output dari tahun sisa dilakukan untuk melihat bagaimana selisih atau tingkat kesalahan antara hasil output dengan data asli di lapangan dengan rumus yang telah didapatkan dari proses training, pada proses Verifikasi, keandalan debit model dilihat dari hasil R yang didapat.

Pada tahap Validasi, berdasarkan rekapitulasi hasil verifikasi diatas, akan dilihat keandalan debit model dari nilai NSE nya yang kemudian akan dibandingkan dengan tabel kriteria NSE.

1. Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_k - y_k)^2 \tag{6}$$

Dengan:

- $t_k$  = Nilai data lapangan
- $y_k$  = Nilai hasil pemodelan
- $n$  = Jumlah data

2. Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

$$NSE = 1 - \frac{\sum (Q_0 - Q_m)^2}{\sum (Q_0 - Q_0)^2} \tag{7}$$

Dengan:

- $R^2$  = Kesalahan Relatif
- $n$  = Jumlah Data
- $Q_0$  = Debit Hasil Pengukuran (m<sup>3</sup>/det)
- $Q_m$  = Debit Hasil Perhitungan (m<sup>3</sup>/det)

Tabel1. Kriteria Nilai Nash-Sutcliffe (Suprayogi, 2013)

Nilai NSE	Interpretasi
$NSE > 0,75$	Baik
$0,36 < NSE < 0,75$	Memenuhi
$NSE < 0,36$	Tidak Memenuhi

3. Koefisien Korelasi

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n X_a X_b - \left( \sum_{i=1}^n X_a \right) \left( \sum_{i=1}^n X_b \right)}{\sqrt{\left( n \sum_{i=1}^n X_a^2 - \left( \sum_{i=1}^n X_a \right)^2 \right) \left( n \sum_{i=1}^n X_b^2 - \left( \sum_{i=1}^n X_b \right)^2 \right)}} \tag{8}$$

Dengan:

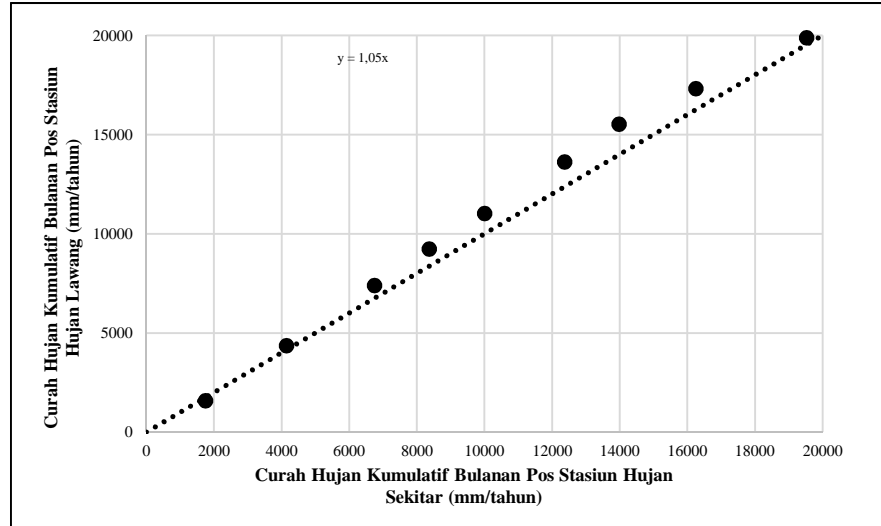
- $R$  = nilai korelasi antara variable x dan y
- $X_a$  = nilai pengamatan atau data di lapangan (mm/hari)
- $X_b$  = nilai pemodelan (mm/hari)
- $n$  = jumlah data

Tabel2. Nilai Koefisien Korelasi dan Hubungan Antara Variabel (Sugiyono, 2007)

Nilai R	Interpretasi
0,80 – 1,00	Hubungan Sangat Kuat
0,60 – 0,79	Hubungan Kuat
0,40 – 0,59	Hubungan Sedang
0,20 – 0,39	Tidak Rendah
0,00 – 0,19	Hubungan Sangat Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

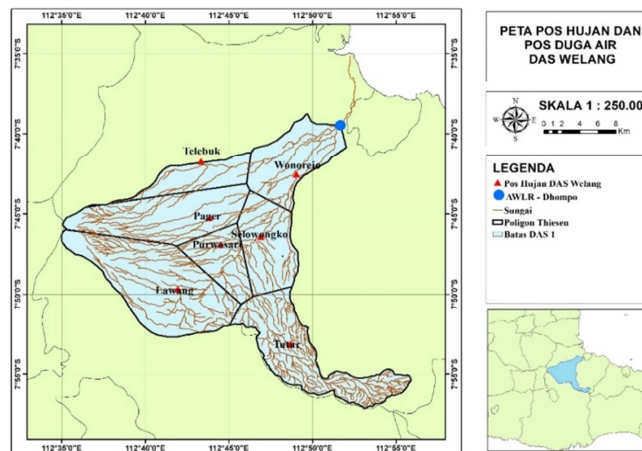
Lawang, Tuter, Purwosari, Selowongko, Pager, Wonorejo, Telebuk, dan Dhompo. Akan diuji kualitas datanya terlebih dahulu dengan uji konsistensi, data curah hujan menggunakan kurva masa ganda (contoh pada Gambar 2.) dan data debit AWLR menggunakan RAPS, agar didapat angka koreksi agar masing-masing data menunjukkan bahwa data tersebut konsisten satu sama lain.



Gambar 2. Grafik Kurva Massa Ganda Pos Stasiun Hujan Lawang Terkoreksi.

Kemudian menguji data dengan uji ketiadaan trend dengan menggunakan 3 metode, yaitu Spearman, Mann-Whitney, dan Cox-Stuart, dari ketiga metode, diperoleh dari 120 data selama 10 tahun dengan derajat kepercayaan 5%, hanya metode Mann-Whitney yang diterima, dengan derajat kepercayaan 1%, hanya metode Spearman yang ditolak. Karena 2 dari 3 metode menunjukkan hipotesa diterima, maka dapat disimpulkan bahwa data tidak menunjukkan adanya suatu trend.

Berdasarkan Uji Stasioner (Uji F dan Uji t) diperoleh bahwa dengan menggunakan derajat kepercayaan 5% dari 120 data selama 10 tahun tidak ada data yang ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data iklim tersebut berdasarkan Uji Stasioner bersifat homogen dan berasal dari populasi yang sama.



Gambar 3. Peta DAS Welang Dengan Metode Polygon Thiessen.

## Curah Hujan Wilayah

Metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah adalah metode *Polygon Thiessen*, karena dianggap bahwa setiap stasiun mempunyai luas pengaruh sendiri, dapat dilihat pada gambar 3, dengan luas Polygon Thiessen sebesar 526,04 km<sup>2</sup>, hasil luas pengaruh dapat dilihat pada tabel 3.

Pengolahan peta DAS Welang dengan skala 1:250000 yaitu menentukan batas DAS Welang di titik stasiun Debit Dhompo, kemudian akan di plot ketujuh stasiun sesuai dengan luas pengaruh masing-masing stasiun.

Tabel 3. Nilai Luas Pengaruh Masing-Masing Stasiun Hujan

No.	Stasiun Hujan	Luas (Km2)	Kr
1	Lawang	126,57	0,26
2	Pager	86,04	0,17
3	Purwosari	38,1	0,08
4	Selowongko	56,97	0,12
5	Telebuk	35,76	0,07
6	Tutur	89,1	0,18
7	Wonorejo	62,49	0,13

Dari tabel3 dapat di ketahui nilai pengaruh setiap stasiun, yang kemudian akan digunakan untuk mencari nilai Curah Hujan Wilayahnya.

Tabel 4. Nilai Evapotranspirasi DAS Welang Tahun 2009 - 2018

Tahun	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
	ET <sub>0</sub> (mm/hari)											
2009	4,12	4,00	3,75	3,57	3,40	3,36	3,35	3,60	4,15	4,26	4,21	4,25
2010	4,15	4,04	3,81	3,54	3,49	3,44	3,46	3,68	4,09	4,10	4,10	4,17
2011	4,18	4,03	3,73	3,51	3,40	3,32	3,31	3,58	4,05	4,18	4,11	4,21
2012	4,14	4,01	3,78	3,55	3,41	3,33	3,31	3,55	4,10	4,22	4,23	4,22
2013	4,43	4,29	4,00	3,74	3,60	3,57	3,47	3,67	4,14	4,32	4,11	4,11
2014	4,20	4,01	3,72	3,46	3,44	3,44	3,37	3,60	4,04	4,25	4,23	4,23
2015	4,20	4,03	3,81	3,56	3,44	3,42	3,35	3,57	4,09	4,26	4,28	4,28
2016	4,27	4,05	3,87	3,63	3,50	3,46	3,39	3,62	4,32	4,12	4,18	4,46
2017	4,43	4,32	3,83	3,60	3,46	3,41	3,36	3,62	4,14	4,18	4,08	4,19
2018	4,18	3,98	3,75	3,60	3,46	3,40	3,31	3,56	4,12	4,17	4,16	4,24

## Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi (*ET<sub>0</sub>*) dilakukan dengan data 10 tahun (2009-2018) dengan menggunakan metode Blaney-Criddle.

Berdasarkan tabel 4, didapat nilai Evapotranspirasi antara 3,31 hingga 4,46, Hasil evapotranspirasi diatas kemudian akan digunakan sebagai *input* dari matlab untuk mencari struktur terbaik dari *network* matlab.

## Koefisien Aliran

Angka koefisien air larian ini adalah salah satu indikator yang digunakan untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). Nilai koefisien yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi air larian.



Tabel 5. Nilai Koefisien Air Larian DAS Welang Tahun 2009 - 2018

Tahun	Curah hujan rata-rata (mm/tahun)	Volum curah hujan ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Volume air larian ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Volume ET - L ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Koefisien air larian C	Aliran mantap ( $10^6 \text{ m}^3$ )
2009	1.482	734	181	552	<b>0,25</b>	45,31
2010	3.080	1.524	281	1.243	<b>0,18</b>	70,44
2011	2.077	1.028	303	725	<b>0,29</b>	75,74
2012	1.644	814	177	636	<b>0,22</b>	44,39
2013	2.342	1.159	220	939	<b>0,19</b>	55,13
2014	1.633	808	192	615	<b>0,24</b>	48,17
2015	1.606	795	208	586	<b>0,26</b>	52,13
2016	2.642	1.307	497	810	<b>0,38</b>	124,39
2017	2.380	1.178	333	844	<b>0,28</b>	83,43
2018	1.703	843	288	554	<b>0,34</b>	72,17

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Training Matlab R2017a

Data 5 Tahun (2009 - 2013)						
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R <sup>2</sup>	
<b>1000</b>	<b>2,9</b>	<b>1.225</b>	<b>0,97</b>	<b>0,99</b>	<b>0,97</b>	
2000	0,01	7.645	0,82	0,91	0,83	
3000	6,1	5.795	0,86	0,93	0,86	
Data 6 Tahun (2009 - 2014)						
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R <sup>2</sup>	
1000	-0,48	1.424	0,96	0,98	0,96	
2000	-3,06	5.848	0,85	0,92	0,85	
3000	-12,1	9.468	0,75	0,91	0,83	
Data 7 Tahun (2009 - 2015)						
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R <sup>2</sup>	
1000	-7,13	6.238	0,84	0,92	0,84	
2000	0,99	2.408	0,94	0,97	0,94	
3000	-4,15	5.959	0,84	0,92	0,84	
Data 8 Tahun (2009 - 2016)						
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R <sup>2</sup>	
1000	-6,11	11.275	0,79	0,89	0,8	
2000	1,51	12.094	0,78	0,88	0,78	
3000	-2,12	10.999	0,8	0,9	0,8	
Data 9 Tahun (2009 - 2017)						
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R <sup>2</sup>	
1000	9,01	6.569	0,88	0,94	0,88	
2000	4,84	5.035	0,91	0,95	0,91	
3000	-8,02	8.912	0,83	0,93	0,86	

Berdasarkan tabel 5, didapat nilai Koefisien Larian antara 0,18 hingga 0,38, yang artinya bahwa sekitar 10% - 40% dari air hujan yang masuk ke sungai.

**Kalibrasi**

Tahap kalibrasi menggunakan data 5 tahun (2009 – 2013), 6 tahun (2009 – 2014), 7 tahun (2009 – 2015), 8 tahun (2019 – 2016) dan 9 tahun (2009-2017), serta epoch 1000, 2000, dan 3000 pada masing masing pembagian data. Penggunaan Panjang data yang berbeda digunakan untuk membandingkan hasil terbaik berdasarkan periode yang digunakan agar lebih sesuai untuk proses selanjutnya. Data tersebut digunakan untuk memperoleh hasil terbaik dengan melihat Perhitungan Error pada hasil output. Dilakukan dengan melihat selisih atau tingkat kesalahan antara hasil output dengan data asli di lapangan, kemudian dihitung NSE dan R nya. Berdasarkan

tabel 7, didapat hasil kalibrasi terbaik pada pembagian data 5 tahun (2009 – 2013) dengan epoch 1000.

**Verifikasi**

Tahap kalibrasi menggunakan data sisa atau diluar periode pada tahap kalibrasi, yaitu 5 tahun (2014-2018), 4 tahun (2015-2018), 3 tahun (2016-2018), 2 tahun (2017-2018) dan 1 tahun (2018). Perhitungan Error pada hasil output dari tahun sisa dilakukan untuk melihat bagaimana selisih atau tingkat kesalahan antara hasil output dengan data asli di lapangan dengan rumus atau konfigurasi *network* yang telah didapatkan dari proses training.

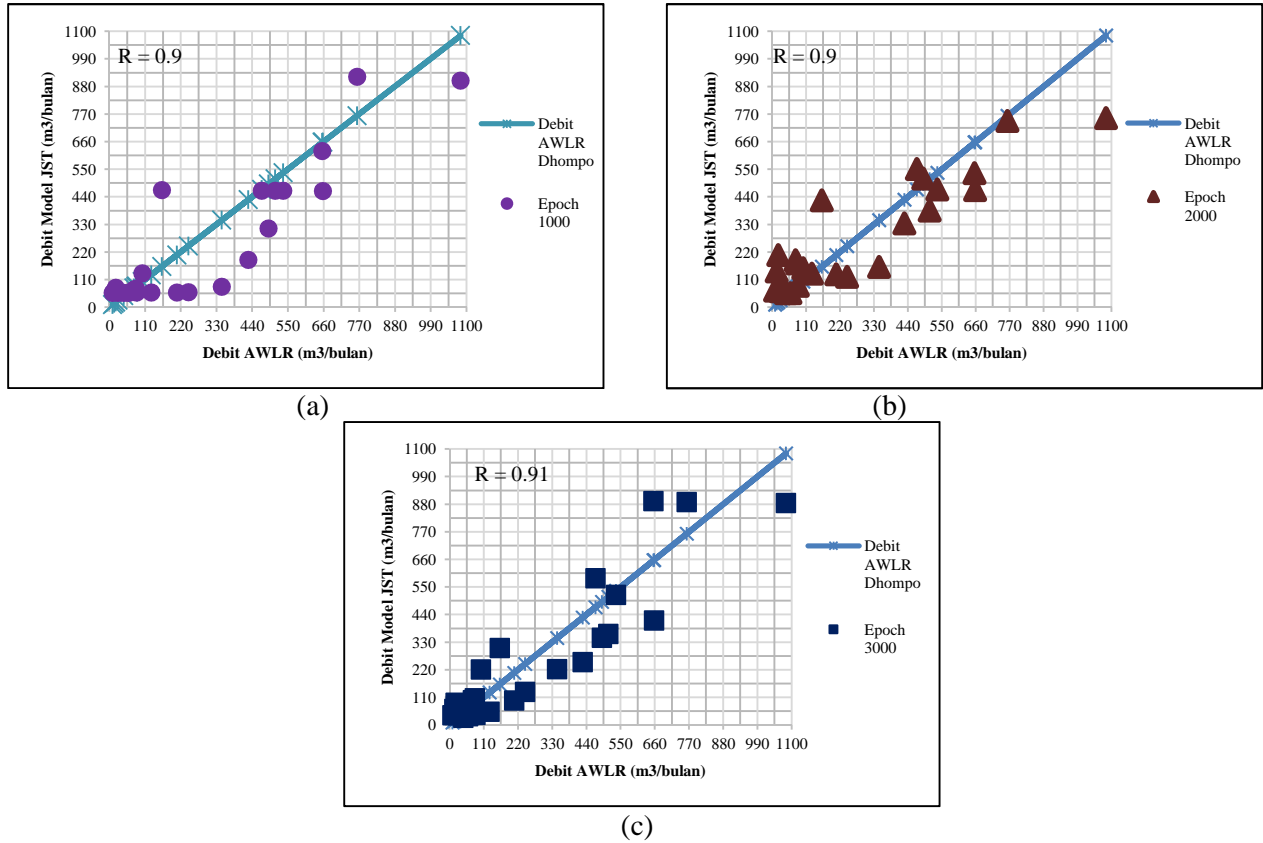
*Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Model Simulate pada Matlab R2017a. pembagian data 5 tahun dan 4 tahun*

Data 5 Tahun (2014 - 2018)					
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R2
1000	59,88	34.186	0,55	0,78	0,57
2000	48,17	29.739	0,61	0,81	0,62
3000	86,94	44.749	0,42	0,73	0,43
Data 4 Tahun (2015 - 2018)					
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R2
1000	79,22	52.924	0,4	0,72	0,52
2000	73,45	56.847	0,35	0,65	0,31
3000	20,39	61.876	0,3	0,57	0,3

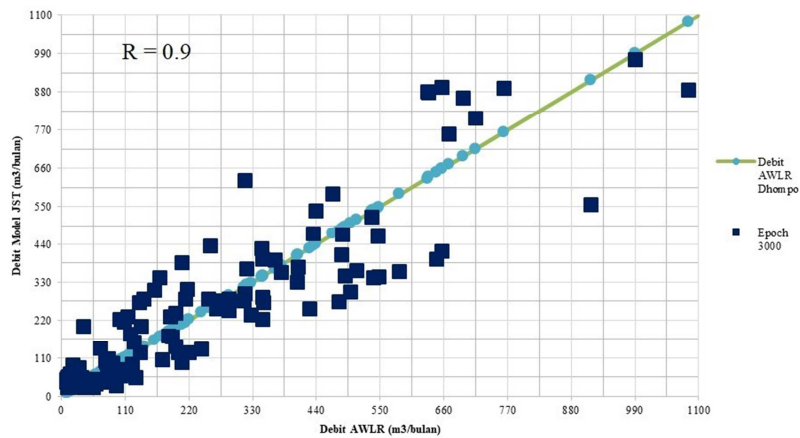
*Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Model Simulate pada Matlab R2017a. pembagian data 3 tahun, 2 tahun, dan 1 tahun*

Data 3 Tahun (2016 - 2018)					
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R2
1000	108,04	58.696	0,4	0,73	0,41
2000	98,91	65.575	0,33	0,67	0,44
3000	-90,24	73.572	0,24	0,61	0,37
Data 2 Tahun (2017 - 2018)					
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R2
1000	40,36	17.801	0,78	0,9	0,8
2000	11,95	16.749	0,79	0,9	0,75
<b>3000</b>	<b>19,74</b>	<b>14.569</b>	<b>0,82</b>	<b>0,91</b>	<b>0,82</b>
Data 1 Tahun (2018)					
Epoch	Error	MSE	NSE	R	R2
1000	-95,58	59.396	0,5	0,83	0,69
2000	6,95	34.183	0,71	0,84	0,71
3000	-106,7	39.717	0,67	0,9	0,82

Berdasarkan tabel 7 dan 8, didapat nilai verifikasi terbaik pada pembagian data 8 tahun kalibrasi (2009 – 2016) dan 2 tahun verifikasi (2017 – 2018) pada epoch 3000 dengan nilai R sebesar 0,91.



Gambar 4. Grafik Scatterplot Terpilih Untuk Proses Verifikasi 2 Tahun (2017 – 2018). (a) Epoch 1000 (b) Epoch 2000 (c) Epoch 3000.



Gambar 5. Grafik Scatterplot Terpilih Untuk Proses Kalibrasi 8 Tahun (2009 – 2016) dan Verifikasi 2 Tahun (2017 – 2018) Epoch 3000.

Gambar 4 dan 5 merupakan grafik *Scatterplot* pada hasil debit model keluaran JST, gambar 4 (a), (b), dan (c) merupakan *scatterplot* hasil Verifikasi debit model keluaran JST dengan pembagian 2 tahun (2016 – 2018) dengan epoch 1000, 2000, dan 3000, pada gambar 5 menunjukkan grafik *scatterplot* pada penggabungan hasil model keluaran JST pada pembagian data 2 tahun (2016 – 2018) epoch 3000 pada proses Kalibrasi dan Verifikasi, semuanya menunjukkan hasil yang baik dengan nilai R diatas 0,9.

### Verifikasi

Berdasarkan rekapitulasi hasil verifikasi diatas, menunjukkan bahwa hasil paling baik diperoleh dari data kalibrasi 8 tahun (2009 – 2016), dan data verifikasi 2 tahun (2017 – 2018).

Hasil verifikasi akan dibandingkan dengan tahun yang sama dengan data dilapangan (AWLR), kemudian dicari nilai NSE dan R nya dan dilihat kategori dari hasil tersebut berdasarkan tabel 2 dan tabel 3, penentuan hasil terbaik diambil pada pembagian data yang menghasilkan hasil NSE terbaik

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Validasi Berdasarkan Tabel Kategori Pembagian Data 5 Tahun dan 4 Tahun

Data 5 Tahun (2014 - 2018)				
Epoch	Parameter			
	NSE	Interpretasi	R	Tingkat Hubungan
1000	0,55	Memenuhi	0,78	Kuat
2000	0,61	Memenuhi	0,81	Sangat Kuat
3000	0,42	Memenuhi	0,73	Kuat
Data 4 Tahun (2015 - 2018)				
Epoch	Parameter			
	NSE	Interpretasi	R	Tingkat Hubungan
1000	0,4	Memenuhi	0,72	Kuat
2000	0,35	Tidak Memenuhi	0,65	Kuat
3000	0,3	Tidak Memenuhi	0,57	Sedang

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Validasi Berdasarkan Tabel Kategori Pembagian Data 3 Tahun, 2 Tahun dan 1 Tahun

Data 3 Tahun (2016 - 2018)				
Epoch	Parameter			
	NSE	Interpretasi	R	Tingkat Hubungan
1000	0,4	Memenuhi	0,73	Kuat
2000	0,33	Tidak Memenuhi	0,67	Kuat
3000	0,24	Tidak Memenuhi	0,61	Kuat
Data 2 Tahun (2017 - 2018)				
Epoch	Parameter			
	NSE	Interpretasi	R	Tingkat Hubungan
1000	0,78	Baik	0,90	Sangat Kuat
2000	0,79	Baik	0,90	Sangat Kuat
<b>3000</b>	<b>0,82</b>	<b>Baik</b>	<b>0,91</b>	<b>Sangat Kuat</b>
Data 1 Tahun (2018)				
Epoch	Parameter			
	NSE	Interpretasi	R	Tingkat Hubungan
1000	0,5	Memenuhi	0,83	Sangat Kuat
2000	0,71	Memenuhi	0,84	Sangat Kuat
3000	0,67	Memenuhi	0,90	Sangat Kuat

Berdasarkan tabel 9 dan 10, dapat disimpulkan bahwa pembagian data 2 tahun Verifikasi (2016 – 2018) menghasilkan hasil NSE yang baik dengan nilai NSE = 0,82 dengan kategori “Baik”.

## KESIMPULAN

Hasil Kalibrasi data debit AWLR dengan data debit model JST dengan model *Backpropagation* periode bulanan adalah sebagai berikut:

- a. Nilai pada Metode NSE menunjukkan hasil “Baik” (Nilai NSE > 0,75) pada semua periode, NSE terbesar dihasilkan pada kalibrasi 5 tahun (2009 – 2013) epoch 1000 dengan nilai 0,97.

- b. Hubungan antara data debit AWLR dengan debit model Jaringan Syaraf Tiruan berdasarkan Metode Koefisien Korelasi (R) menunjukkan hasil yang sangat kuat, dimana seluruh hasilnya adalah “Sangat Kuat” (Nilai  $R > 0,8$ ).

Hasil Verifikasi data debit AWLR dengan debit model JST dengan model *Backpropagation* periode bulanan didapat hasil Koefisien Korelasi yang cukup baik dengan nilai terbesar yaitu  $R = 0,91$ . dan menunjukkan bahwa dari 15 kali percobaan, 7 percobaan menunjukkan hasil “**Sangat Kuat**”, 7 percobaan menunjukkan hasil “**Kuat**”, dan 1 percobaan menunjukkan hasil “**Sedang**”.

Hasil Validasi data debit AWLR dengan perbandingan data debit model JST dengan model *Backpropagation* periode bulanan, nilai pada Metode NSE didapat hasil terbaik pada **periode 2 tahun (2017 – 2018) dengan epoch 3000** dengan nilai 0,82, dengan 3 Percobaan yang menunjukkan hasil “**Baik**”, 8 percobaan menunjukkan hasil “**Memenuhi**” dan 4 percobaan menunjukkan hasil “**Tidak Memenuhi**”.

Dapat disimpulkan bahwa dari 15 kali percobaan, hanya 4 percobaan yang menunjukan hasil tidak valid, maka penggunaan metode Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan sebagai metode alternatif sebagai pembangkit data atau prediksi dengan akurasi yang sangat baik.

## SARAN

Menggunakan rentang data yang lebih panjang. Semakin panjang data yang digunakan, maka akan menghasilkan hasil yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Harto, Sri. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hasim, A. Prakiraan Beban Listrik Kota Pontianak dengan Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*). (2008). Tesis. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/41400>, (Diakses 21 Januari 2019).
- Mitchell, T. (1997). *Machine Learning. United State of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.*
- Montarich, L. (2010). *Hidrologi Teknik Dasar*. Malang: Citra Malang.
- Muchaimin, Yahya. (2017). Analisa Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Di Sub Das Kadalpang Kabupaten Pasuruan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Dan Hubungannya Terhadap Aspek Topografi. Skripsi. Tidak diterbitkan.
- Sugiyono. (2007). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunardi. (2011). Prakiraan Debit Air Sungai Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation Levenberg Marquardt* (Studi Kasus Bengawan Solo). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Supiyati, Bahri, S dan Erdi, I. (2009). Prediksi Jangka Pendek Debit. Bengkulu, Jurnal Fisika FLUX
- Suprayogi, Imam, dkk. (2013). Analisa Hujan Debit Pada DAS Indragiri Menggunakan Pendekatan Model IHACRES. Jurnal. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 : Universitas Sebelas Maret.
- Sosrodarsono, Takeda. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

