



**PEMANFAATAN DATASATELIT TRMM 3B42RT  
UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN  
DI DAS BEDADUNG**

**SKRIPSI**

Oleh  
**ARY HERYANTO  
NIM 131910301040**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**PEMANFAATAN DATA SATELIT TRMM 3B42RT  
UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN  
DI DAS BEDADUNG**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Teknik Sipil  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**ARY HERYANTO**

**NIM 131910301040**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta, Ayah Muh Kumpul dan Ibu Marsidah yang telah memberikan semangat, motivasi, moril, materil, nasihat, dan pengalaman yang sangat berharga sampai saat ini;
2. Kakak-kakak tercinta saya Agus Suprayitno, Ismawatul Khasanah dan Juli Erwanto yang telah memberikan semua ilmu, pengalaman, mental, kebahagiaan dan kasih sayang dari saya kecil hingga Sekarang;
3. Ocha, Pepy Imas dan Bustomi yang telah memberikan semangat, perhatian, pendampingan dan selalu membantu kesulitan selama dalam pengerjaan skripsi ini;
4. Tim ABC (Majelis Taklim) Ade, Arifin, Tyok, Ocha, Tyaw, Faisal, Faldo dan Koko Randa yang telah saling memberi motivasi, semangat, dan membantu selama proses skripsi dari awal hingga akhir;
5. Tim Futsal, Tim Basket dan Tarkam FC Paku Payung yang telah menemani dan menghibur penulis dikala patah semangat;
6. Teman-teman KKN 095 Desa Gumukmas Kecamatan Gumukmas Aa' Arief, Denok, Ajeng, Dina, Elvan, Ences Affan, Elmy, Yulia dan Tasya yang telah banyak memberi pengalaman yang sangat berharga;
7. PT. Utama Karya (persero) proyek Tol Moker (Mojokerto-Kertosono) Seksi 2 yang telah mengajarkan ilmu lapangan yang banyak dan sangat bermanfaat selama kerja praktek;
8. Warga Paku Payung 2013 yang telah memberikan semua warna dalam hidup dan tak akan terlupakan;
9. Pengurus HMS periode 2014/2015 dan 2015/2016 yang telah memberikan semua pengalaman dalam hidup dan tak akan terlupakan;
10. Kosan Halmahera Crew yang telah memberi motivasi, dan semangat selama proses skripsi dari awal hingga akhir;

11. Para guru dan dosen dari TK sampai perguruan tinggi yang telah memberikan segala pengorbanan dan ilmu yang sangat bermanfaat;
12. Almamaterku Universitas Jember;
13. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.



**MOTTO**

"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya"

(Ali Bin Abi Thalib)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Hendaknya kita tidak mudah menyerah dalam menghadapi kesulitan karena Allah SWT akan memberikan kemudahan setelahnya.”

(QS.Al Insyiroh 94:6-7)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ary Heryanto

NIM : 131910301040

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “Pemanfaatan Data Satelit TRMM 3B42RT untuk memprediksi curah hujan di DAS Bedadung” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini benar.

Jember, 26 Juli 2017

Yang menyatakan,

Ary Heryanto

NIM 131910301040

**SKRIPSI**

**PEMANFAATAN DATASATELIT TRMM 3B42RT  
UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN  
DI DAS BEDADUNG**

oleh

**Ary Heryanto**

**NIM 131910301040**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Wiwik Yunani Widiarti., ST., MT**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pemanfaatan Data Hujan Satelit TRMM 3B42RT untuk Memprediksi Curah Hujan di DAS Bedadung” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Selasa

tanggal : 18 Juli 2017

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,



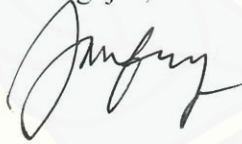
Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T.  
NIP 19710804 199803 1 002

Pembimbing Anggota,



Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T.  
NIP 19700613 199802 2 001

Penguji I,



Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng.  
NIP 19760111 200012 1 002

Penguji II,



Sri Sukmawati, ST., MT.,  
NIP 19650622 199803 2 001

Mengesahkan Dekan,



Dr. Hidayah, M.UM.  
NIP 1966 215 199503 2 001



## RINGKASAN

**PEMANFAATAN DATA SATELIT TRMM 3B42RT UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI DAS BEDADUNG;** Ary Heryanto, 131910301040; 2017: 75 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sering dikaji di Indonesia dikarenakan memiliki nilai keaneragaman yang sangat tinggi dilihat dari sisi waktu dan tempatnya. Data curah hujan sangat dibutuhkan dalam berbagai sektor. Pengukuran data curah hujan biasanya dilakukan dengan cara observasi. Namun didalam penerapannya seringkali terjadi data curah hujan yang hilang. Biasanya terjadi karena alat pengukur yang rusak, data hasil pengamatan hilang dan pengamat stasiun hujan yang berhalangan. Dengan berkembangnya jaman saat ini, sudah terdapat teknologi untuk pemantauan curah hujan dengan menggunakan citra satelit. Salah satunya dengan satelit TRMM.

Salah satu satelit TRMM adalah 3B42RT, yang merupakan data *multi-satellite precipitation analysis*. Data ini menggunakan kombinasi optimal dari visual dan infrared dengan *microwave* data. Keluaran dari data ini adalah nilai presipitasi suatu wilayah dengan resolusi spasial  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$  dan resolusi waktu 3 jam dengan tim lag sekitar 6 jam ( Renggono dkk,2011). Namun informasi TRMM masih dalam skala global sehingga diperlukan proses untuk memperoleh data skala lokal atau regional.

Dalam penelitian ini menggunakan data hujan harian satelit TRMM 3B42RT. Hasil analisis kemudian di komparasikan dengan data observasi untuk mengetahui tingkat keakuratan. Model regresi yang dilakukan adalah Non linier yaitu Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

Pemodelan JST menunjukkan hasil nilai korelasi antara data hujan satelit TRMM 3B42RT dengan data observasi menunjukkan nilai sedang, yaitu R *training* sebesar 0,603, nilai R validasi 0,511 dan R *testing* 0,517. Sedangkan nilai *error* yang diperoleh dari uji MSE yaitu 0.00699.

SUMMARY

**THE UTILIZATION OF TRMM 3B42RT SATELLITE DATA TO PREDICT RAINFALL IN BEDADUNG RIVER BASIN: Ary Heryanto, 131910301040; 75 pages ; Department of Civil Engineering, Universitas Jember.**

Rainfall is one of the climate elements which is often examined in Indonesia because it has very high different values based on the time and place point of view. The data of rainfall is extremely needed in various sectors. The measurement of its data is commonly done by doing an observation. In the process of observation, the phenomenon of missing data usually occurs. It is commonly caused by some factors such as broken measurement tool, missing data observation and the hindered rainfall observer station. As the modern era advancement, there is a technology used as rainfall monitoring which employs satellite. One of the satellites which is used is TRMM.

One of the TRMM satellites is TRMM 3B42RT which is a kind of multi-satellite precipitation analysis data. This data uses optimal combinations of visual and infrared by using microwave data. The output of this data is the precipitation value of a region with spatial resolution  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  and 3 hours for the time resolution with a time lag around 6 hours (Reggono, et.al,2011). However, TRMM information is still on a global scale so that it requires a process to obtain data on local or regional scale.

This study employs the data of daily rainfall TRMM 3B42RT satellite. The result of the analysis is compared with the data of the observation to find out the level of accuracy. The regression model is a non linear namely Artificial Neural Network (ANN).

Artificial Neural Network modeling shows that the result of correlation value between the data of TRMM 3B42RT satellite and the data observation shows a medium value namely 0,603 for R training, 0,511 for R validation and 0,517 for R testing, meanwhile error value obtained from MSE test is 0.00699.

## PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmad serta hidayah-Nya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Data Hujan Satelit TRMM 3B42RT untuk Memprediksi Curah Hujan di DAS Bedadung ” dengan baik dan lancar. Shalawat tetap saya haturkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW yang telah mengajarkan kita untuk terus berjuang dalam hal kebenaran.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Bantuan tersebut berupa moril, materil maupun dukungan demi terselesaikannya skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan seluruh alam semesta dan rasulullah Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan untuk semua makhluk.
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ir. Hernu Suyoso, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Wiwik Yunani Widiarti, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, ilmu, semangat, saran, perhatian dan pembelajaran dalam pengerjaan skripsi maupun riset;
5. Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng, selaku Dosen Penguji Skripsi Pertama, dan Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Penguji Skripsi Kedua yang telah banyak memberi saran dan pembelajaran demi perbaikan skripsi ini;
6. M. Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan saran dan nasihat selama berlangsungnya perkuliahan hingga akhir;

7. Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T, Dr. Yeni Dhokhikah, S.T., M.T, dan Willy Kriswardhana, S.T., M.T selaku Dosen Komisi Bimbingan Skripsi yang telah membantu segala birokrasi dan kelengkapan skripsi;
8. Seluruh Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan semua ilmu dan pelajaran selama perkuliahan;
9. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis mengharpak saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga dapat bermanfaat, barokah dan dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya.

Jember, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ix</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Batasan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Hujan .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Curah Hujan .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. TRMM (<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i>).....</b>	<b>5</b>
<b>2.4. Jaringan Syaraf Tiruan ( JST ) .....</b>	<b>8</b>
2.4.1. Arsitektur Jaringan .....	9
2.4.2. Algoritma Perambatan Balik ( <i>Backpropagation</i> ).....	10
2.4.3. Fungsi Aktivasi.....	11

2.4.4. Proses Pengujian.....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Lokasi Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Data Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Langkah-Langkah Penelitian .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Flowchat Penelitian .....</b>	<b>18</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Pengolahan Data .....</b>	<b>20</b>
4.1.1. Data Lapangan .....	20
4.1.2. Data Curah Hujan Satelit .....	21
<b>4.2 Korelasi Curah Hujan Observasi dan TRMM .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Menentukan Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) .....</b>	<b>32</b>
4.3.1 Normalisasi Data .....	32
4.3.2 Masukkan Nilai Input dan Target .....	32
4.3.3 Masukkan Parameter Model .....	34
<b>4.2. Pelatihan dan Pengujian Model .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3. Analisis Hasil.....</b>	<b>38</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1. Kesimpulan .....</b>	<b>53</b>
<b>5.2. Saran.....</b>	<b>53</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Curah Hujan Tahunan.....	5
Tabel 2.2 Kriteria dan Batasan Koefisien Korelasi.....	13
Tabel 4.1 Stasiun Hujan yang lengkap di DAS Bedadung .....	20
Tabel 4.2 Titik Koordinat Grid 1 x 1 .....	23
Tabel 4.3 Titik Koordinat Grid 2 x 2 .....	25
Tabel 4.4 Titik Koordinat Grid 3 x 3 .....	26
Tabel 4.5 Titik Koordinat Grid 4 x 4 .....	28
Tabel 4.6 Titik Koordinat Grid 5 x 5 .....	30
Tabel 4.7 Tabel Hasil Korelasi Data Curah Hujan TRMM dan Observasi .....	31
Tabel 4.8 Parameter Arsitektur Jaringan.....	36
Tabel 4.9 Nilai R model JST 1-10-1 grid 1 x 1.....	38
Tabel 4.10 Nilai R model JST 1-15-1 grid 1 x 1.....	38
Tabel 4.11 Nilai R model JST 1-20-1 grid 1 x 1.....	39
Tabel 4.12 Nilai R model JST 1-10-1 grid 2 x 2.....	40
Tabel 4.13 Nilai R model JST 1-15-1 grid 2 x 2.....	41
Tabel 4.14 Nilai R model JST 1-20-1 grid 2 x 2.....	41
Tabel 4.15 Nilai R model JST 1-10-1 grid 3 x 3.....	43
Tabel 4.16 Nilai R model JST 1-15-1 grid 3 x 3.....	43
Tabel 4.17 Nilai R model JST 1- 20 -1 grid 3 x 3.....	43
Tabel 4.18 Nilai R model JST 1-10 -1 grid 4 x 4.....	45
Tabel 4.19 Nilai R model JST 1-15-1 grid 4 x 4.....	46
Tabel 4.20 Nilai R model JST 1-20-1 grid 4 x 4.....	46
Tabel 4.21 Nilai R model JST 1-10-1 grid 5 x 5.....	48
Tabel 4.22 Nilai R model JST 1-15-1 grid 5 x 5.....	48
Tabel 4.23 Nilai R model JST 1-20-1 grid 5 x 5.....	48

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Orbit dan Jangkauan satelit TRMM.....	7
Gambar 2.2 Ilustrasi cara kerja satelit TRMM .....	7
Gambar 2.3 Model struktur jaringan syaraf tiruan.....	10
Gambar 3.1 Peta DAS Bedadung .....	15
Gambar 3.2 <i>Flowchat</i> Penelitian.....	19
Gambar 4.1 Peta <i>Plot Grid</i> TRMM 3B42RT terhadap DAS Bedadung .....	21
Gambar 4.2 Peta <i>Plot Grid</i> 1x1 Terhadap Koordinat pada DAS Bedadung .....	22
Gambar 4.3 Grid 1 x 1 Pada aplikasi Panoply .....	23
Gambar 4.4 Peta <i>Plot Grid</i> 2x2 Terhadap Koordinat pada DAS Bedadung .....	24
Gambar 4.5 Grid 2 x 2 Pada aplikasi Panoply .....	24
Gambar 4.6 Peta <i>Plot Grid</i> 3x3 Terhadap Koordinat pada DAS Bedadung .....	25
Gambar 4.7 Grid 3 x 3 Pada aplikasi Panoply .....	26
Gambar 4.8 Peta <i>Plot Grid</i> 3x3 Terhadap Koordinat pada DAS Bedadung .....	27
Gambar 4.9 Grid 4 x 4 Pada aplikasi Panoply .....	27
Gambar 4.10 Peta <i>Plot Grid</i> 3x3 Terhadap Koordinat pada DAS Bedadung .....	29
Gambar 4.11 Grid 5 x 5 Pada aplikasi Panoply .....	29
Gambar 4.12 Tampilan Masukan data di aplikasi Matlab R2013a .....	32
Gambar 4.13 Tampilan <i>toolbox Neural Network Start pada Matlab</i> .....	33
Gambar 4.14 Tampilan masukan data pada <i>Neural Network Start</i> .....	33
Gambar 4.15 Tampilan pembagian data di aplikasi Matlab R2013a.....	34
Gambar 4.16 Tampilan menentukan nilai <i>Hidden Neuron</i> pada <i>Neural Network Start</i> .....	35
Gambar 4.17 Tampilan <i>Train Network</i> pada Aplikasi Matlab.....	36



Gambar 4.18 Proses <i>Running</i> JST di Matlab R2013a .....	37
Gambar 4.19 Grafik R terbaik model JST 1-20-1 grid 1x1 .....	39
Gambar 4.20 Grafik MSE terbaik model JST 1-15-1 grid 1 x 1 .....	40
Gambar 4.21 Grafik R terbaik model JST 1-15-1 grid 2 x 2 .....	42
Gambar 4.22 Grafik MSE terbaik model JST 1-20-1 grid 2 x 2 .....	42
Gambar 4.23 Grafik R terbaik model JST 1-20-1 grid 3 x 3 .....	44
Gambar 4.24 Grafik MSE terbaik model JST 1-20-1 grid 3 x 3 .....	45
Gambar 4.25 Grafik R terbaik model JST 1-20 -1 grid 4 x 4 .....	47
Gambar 4.26 Grafik MSE terbaik model JST 1-20-1 grid 4 x 4 .....	47
Gambar 4.27 Grafik R terbaik model JST 1-20 -1 grid 5 x 5 .....	49
Gambar 4.28 Grafik MSE terbaik model JST 1-15-1 grid 5 x 5 .....	49
Gambar 4.29 Grafik Hasil Pengujian Terbaik dari Data Target (Observasi) dengan Data <i>Output</i> JST Grid 1x1 .....	50
Gambar 4.30 Grafik Hasil Pengujian Terbaik dari Data Target (Observasi) dengan Data <i>Output</i> JST Grid 2x2 .....	50
Gambar 4.31 Grafik Hasil Pengujian Terbaik dari Data Target (Observasi) dengan Data <i>Output</i> JST Grid 3x3 .....	51
Gambar 4.32 Grafik Hasil Pengujian Terbaik dari Data Target (Observasi) dengan Data <i>Output</i> JST Grid 4x4 .....	51
Gambar 4.33 Grafik Hasil Pengujian Terbaik dari Data Target (Observasi) dengan Data <i>Output</i> JST Grid 5x5 .....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. <b>Data Satelit TRMM 3B42RT</b> .....	51
B. <b>Hasil <i>Running</i> nilai R Model JST</b> .....	56
C. <b>Hasil <i>Running</i> nilai MSE Model JST</b> .....	63



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sering dikaji di Indonesia dikarenakan memiliki nilai keaneragaman yang sangat tinggi dilihat dari sisi waktu dan tempatnya. Hal itu terjadi karena Indonesia berada diantara dua samudra dan dua benua serta dilewati garis khatulistiwa. Selain itu Indonesia memiliki banyak pulau dengan topografi beragam juga yang menyebabkan keragaman hujan di Indonesia (As-syakur dkk, 2010).

Data curah hujan sangat dibutuhkan dalam berbagai sektor seperti pertanian, perikanan, perkebunan, transportasi dan pembangunan. Pengukuran data curah hujan biasanya dilakukan dengan cara observasi. Namun didalam penerapannya seringkali terjadi data curah hujan yang hilang. Biasanya terjadi karena alat pengukur yang rusak, data hasil pengamatan hilang dan pengamat stasiun hujan yang berhalangan. Karena resiko tersebut, perlu adanya kajian tentang prediksi curah hujan berdasarkan data sirkulasi atmosfer.

Data sirkulasi atmosfer bisa didapatkan dari data satelite meteorologi. Ada banyak satelite meteorologi, Salah satunya adalah *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) yang dioperasikan oleh *National Agency of Space Administration* (NASA). TRMM dirancang khusus untuk mengukur curah hujan di daerah tropis dan subtropis, serta memberikan informasi tentang ketinggian atmosfer terkait dengan hujan yang sedang berlangsung (Maulidani dkk, 2015).

Salah satu satelit TRMM adalah 3B42RT, yang merupakan data *multi-satelite precipitation analisis*. Data ini menggunakan kombinasi optimal dari visual dan infrared dengan *microwave* data. Keluaran dari data ini adalah nilai presipitasi suatu wilayah dengan resolusi spasial  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$  dan resolusi waktu 3 jam dengan tim lag sekitar 6 jam ( Renggono dkk,2011). Namun informasi TRMM masih dalam skala global sehingga diperlukan proses untuk memperoleh data skala lokal atau regional.

Penelitian menggunakan data satelit TRMM di Indonesia sudah banyak dilakukan. Maulidani, dkk (2015) menggunakan data curah hujan tipe TRMM 3B42 V7 dan memanfaatkannya untuk menganalisis pola dan intensitas curah hujan bulanan berdasarkan data observasi dan TRMM. Dari hasil penelitian menyatakan bahwa hasil nilai korelasi 0,99 yang artinya tingkat kesamaan data observasi dan data satelit TRMM sangat tinggi. As-syukur, dkk (2010) menggunakan data TRMM 3B43 untuk menganalisis pola dan intensitas hujan bulanan dengan data stasiun hujan. Dari hasil penelitian menyatakan bahwa data TRMM bisa digunakan sebagai alternatif untuk mengetahui sebaran spasial anomali hujan terkini. Kondisi memungkinkan dimanfaatkannya data TRMM untuk memantau kondisi hujan secara cepat baik itu besaran curah hujan maupun kondisi anomali curah hujan.

Dalam penelitian ini menggunakan data hujan harian satelit TRMM 3B42RT. Hasil analisis kemudian dikomparasikan dengan data observasi untuk mengetahui tingkat keakuratan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi mencari data curah hujan ketika data observasi ada yang hilang di wilayah tersebut. Juga bisa untuk memprediksi curah hujan di wilayah yang jauh dari pemukiman dan jauh dari alat pengukur hujan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan dengan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana hubungan antara curah hujan satelit TRMM 3B42RT terhadap data curah hujan observasi di bumi?
2. Bagaimana keandalan regresi antara curah hujan satelit TRMM 3B42RT terhadap data curah hujan observasi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hubungan antara curah hujan satelit TRMM 3B42RT terhadap data curah hujan observasi di bumi.

2. Mengetahui uji keandalan model antara curah hujan satelit TRMM 3B42RT terhadap data curah hujan observasi?

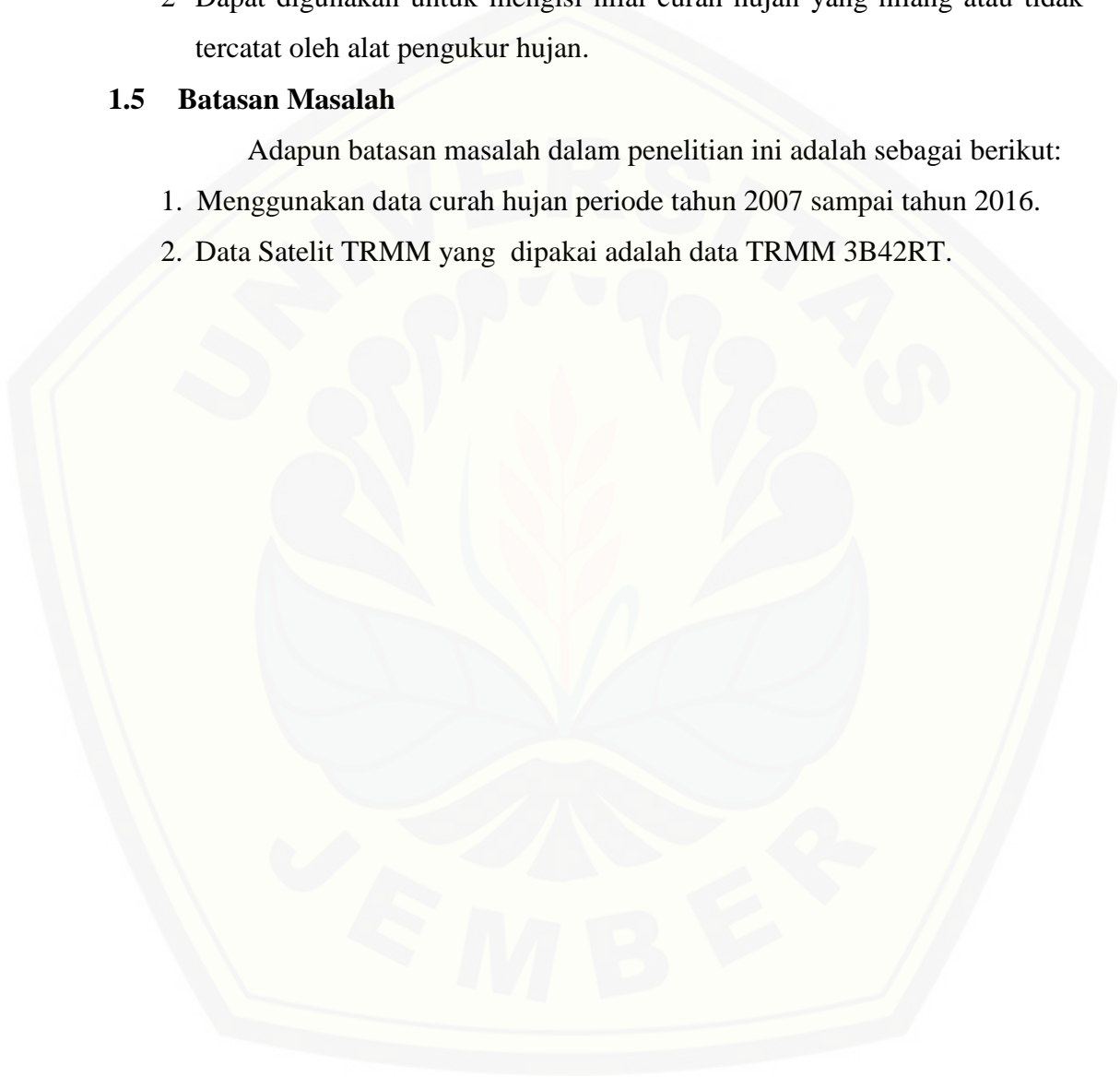
#### **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1 Dapat digunakan Dinas Pengairan sebagai dasar pengelolaan irigasi di DAS Bedadung.
- 2 Dapat digunakan untuk mengisi nilai curah hujan yang hilang atau tidak tercatat oleh alat pengukur hujan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan data curah hujan periode tahun 2007 sampai tahun 2016.
2. Data Satelit TRMM yang dipakai adalah data TRMM 3B42RT.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Hujan

Hujan adalah komponen masukan penting dalam proses hidrologi. Hujan terjadi akibat adanya massa udara yang menjadi dingin, mencapai suhu di bawah titik embunnya dan terdapat inti higroskopik yang dapat memulai pembentukan molekul air. Apabila massa udara terangkat ke atas, menjadi dingin karena ekspansi adiabatik, dan mencapai ketinggian yang memungkinkan terjadinya kondensasi, maka akan terbentuk awan. Hujan hanya akan terjadi apabila molekul molekul air hujan sudah mencapai ukuran dari 1 mm (Sri Harto,2000).

### 2.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Hujan merupakan input air yang masuk dalam suatu DAS (Daerah Aliran Sungai), oleh karena itu mengetahui curah hujan sangat penting.

Untuk mengetahui besarnya curah hujan yang terjadi diperlukan data curah hujan yang diperoleh melalui stasiun-stasiun hujan, baik yang dikelola oleh BMKG, Kementerian Kehutanan ataupun dinas/instansi lain yang bersangkutan (Kementerian Kehutanan, 2013).

Metode untuk menggambarkan curah hujan pada suatu wilayah dapat digunakan metode poligon Thiessen ataupun metode Ishohyet. Poligon Thiessen digunakan apabila wilayah yang dipetakan memiliki topografi datar, sedangkan jika wilayahnya memiliki topografi berombak hingga bergunung maka metode yang paling sesuai adalah Ishohyet (Kementerian Kehutanan, 2013).

Klasifikasi curah hujan tahunan yang digunakan dalam kajian karakteristik DAS ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi curah hujan tahunan

NO	Curah Hujan tahunan (mm/tahun)	Kategori Nilai
1	<1500	Sangat Rendah
2	1500 - <2000	Rendah
3	2000 - < 2500	Sedang
4	2500 - < 3000	Tinggi
5	>=3000	Sangat Tinggi

Sumber : Kementerian Kehutanan (2013)

### 2.3 TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)

TRMM dikembangkan oleh NASA dan JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*), yang menghasilkan data hujan (*precipitation*) yang didapat dari satelit meteorologi TRMM.

Satelit TRMM mulai beroperasi tahun 1997. Satelit ini membawa 5 buah kanal yaitu PR (*Precipitation Radar*), TMI (*TRMM Microwave Channel*), VIRS (*Visible an the Infrared Channel*), CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*), dan LIS (*Lightening Imaging Sensor*). Secara khusus kanal PR dan TMI mempunyai misi dalam estimasi curah hujan. Kedua kanal ini mampu mengobservasi struktur hujan, jumlah dan distribusinya di daerah tropis dan sebagian sub tropis seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.1 serta berperan penting untuk mengetahui mekanisme perubahan iklim global dan monitoring variasi lingkungan.

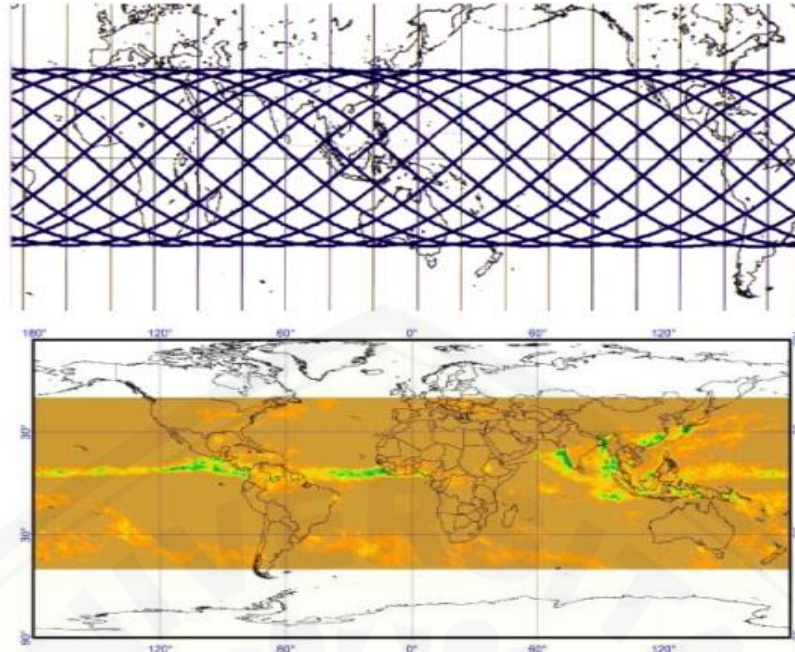
Karakteristik umum sensor-sensor satelit TRMM terdiri sebagai berikut :

1. Sensor VIRS (*Visible Infrared Scanner*) terdiri dari 5 kanal, masing-masing pada panjang gelombang 0,63; 1,6; 3,75, 10,8 dan 12  $\mu\text{m}$ . Sensor VIRS ini terutama digunakan untuk pemantauan liputan awan, jenis awan dan temperatur puncak awan, dan sensor VIRS TRMM ini

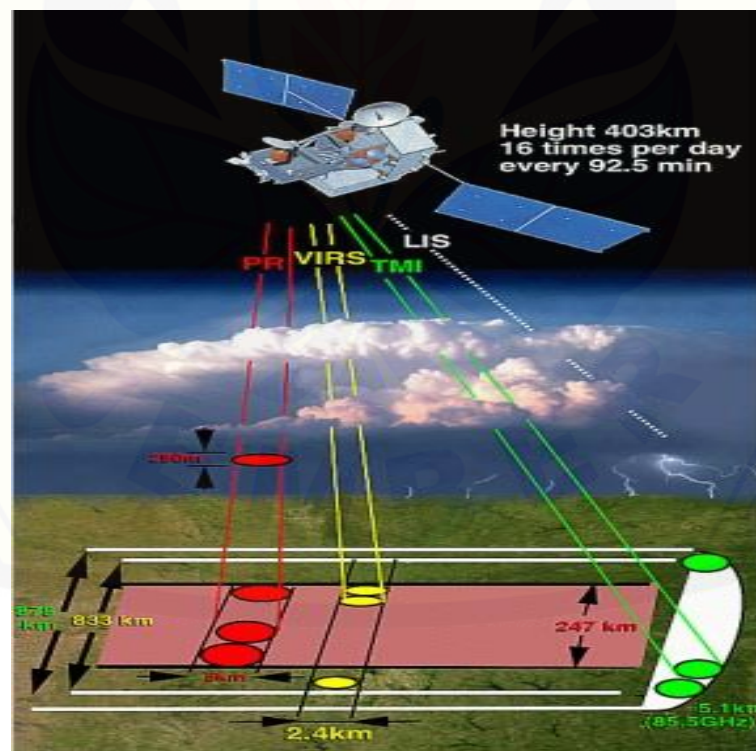
memiliki kemiripan dengan sensor *Advance Very High Resolution Radiometer, National Oceanic and Atmospheric Administration* (AVHRR NOAA). Resolusi spasial dari data yang dihasilkan oleh sensor VIRS ini adalah 2,2 km.

2. Sensor TMI (*TRMM Microwave Imager*) merupakan suatu *multichannel passive microwaveradiometer* yang beroperasi pada 5 frekuensi yaitu 10,65; 19,35; 37,0; dan 85,5 GHz polarisasi ganda dan pada 22,235 GHz polarisasi tunggal. Dari sensor TMI ini dapat diekstraksi data-data untuk *integrated column precipitation content*, air cair dalam awan (*cloud liquid water*), es awan (*cloud ice*), intensitas hujan (*rain intensity*), tipe hujan (*rain type*) misalnya hujan *stratiform* atau hujan konvektif. Sensor TMI ini memiliki kemiripan dengan sensor SSM/I DMSP (*Special Sensor Microwave / Imager, Defense Meteorological Satellite Program*).
3. PR (*Precipitation Radar*). Sensor PR ini merupakan sensor radar untuk pemantauan presipitasi yang pertama di antariksa. Sensor PR ini bekerja pada frekuensi 13,8 GHz untuk mengukur distribusi presipitasi secara 3 dimensi, baik untuk presipitasi di atas daratan maupun di atas lautan; serta untuk menentukan kedalaman lapisan presipitasi (Syaifullah, 2014).





Gambar 2.1 Orbit dan Jangkauan satelit TRMM  
 ( Sumber <http://trmm.gsfc.nasa.gov>)



Gambar 2.2 Ilustrasi cara kerja satelit TRMM  
 ( Sumber <http://trmm.gsfc.nasa.gov>)

Gambar 2.1 menjelaskan orbit dan jangkauan satelit TRMM. Untuk satelit TRMM 3B42RT jangkauannya dari -180 sampai 180 untuk bujuranya dan -60 sampai 60 untuk lintangnya. Gambar 2.2 menjelaskan cara kerja ilustrasi satelit TRMM.

Data hujan yang dihasilkan oleh TRMM memiliki tipe dan bentuk yang cukup beragam yang dimulai dari level 1 sampai level 3. Level 1 merupakan data yang masih dalam bentuk raw dan telah dikalibrasi dan dikoreksi geometrik, Level 2 merupakan data yang telah memiliki gambaran parameter geofisik hujan pada resolusi spasial yang sama akan tetapi masih dalam kondisi asli keadaan hujan saat satelit tersebut melewati daerah yang direkam, sedangkan level 3 merupakan data yang telah memiliki nilai-nilai hujan, khususnya kondisi hujan bulanan yang merupakan penggabungan dari kondisi hujan dari level 2. Untuk mendapatkan data hujan dalam bentuk milimeter (mm) sebaiknya menggunakan level 3, dengan resolusi spasial  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  dan resolusi temporal setiap 3 jam.

Data TRMM level 3 ( 3B42RT ) yang berbentuk presipitasi harian telah tersedia secara archive di situs NASA dan dapat diunduh di : <https://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation>. Data TRMM level 3 yaitu 3B42RT ini biasa lebih dikenal dengan TRMM Giovanni.

Data-data hujan yang diperoleh dari satelit TRMM telah diaplikasikan untuk berbagai kepentingan seperti pengamatan iklim/cuaca, analisis iklim, analisis anomali hujan, verifikasi model iklim, dan studi hidrologi.

#### **2.4 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)**

Jaringan Syaraf Tiruan adalah pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh system sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistim pemrosesan informasi. Jaringan Syaraf Tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran. Jaringan Syaraf Tiruan berkembang secara pesat pada beberapa tahun terakhir. Jaringan Syaraf Tiruan telah dikembangkan sebelum adanya

suatu komputer konvensional yang canggih dan terus berkembang walaupun pernah mengalami masa vakum selama beberapa tahun. Hal ini menyerupai kerja otak dalam dua hal yaitu pengetahuan diperoleh oleh jaringan melalui suatu proses belajar dan kekuatan hubungan antar sel saraf yang dikenal dengan bobot sinapsis digunakan untuk menyimpan pengetahuan (Adyanto, Tanpa Tahun).

Seperti halnya otak manusia, jaringan syaraf tiruan juga terdiri dari beberapa neuron dan ada hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada jaringan syaraf tiruan, hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut (Kusumadewi dkk, 2006).

Menurut (Siang, 2005) Jaringan syaraf tiruan dibentuk dari generalisasi suatu model matematika, dengan asumsi bahwa:

- a. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana
- b. Sinyal yang dikirim diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung
- c. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau bahkan memperlemah sinyal
- d. Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan merupakan suatu fungsi linier) yang dikenakan pada jumlah input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Pengaplikasian jaringan syaraf tiruan dalam era modern sangatlah beragam. Pada umumnya penggunaan JST ini digunakan untuk pengenalan pola (*Pattern Recognition*), *Signal Processing*, dan Peramalan.

#### 2.4.1 Arsitektur Jaringan

Arsitektur dalam jaringan syaraf tiruan ini terbagi menjadi beberapa bagian kerangka kerja. Kerangka kerja ini terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- a. Lapisan *Input (Input Layer)*

*Input Layer* pada jaringan syaraf tiruan merupakan nilai atau data masukan pada model. Data tersebut sebelumnya telah dibagi menjadi data set pembelajaran dan data set pengujian. Data pelatihan ini digunakan untuk melatih jaringan tersebut, untuk set pengujian digunakan untuk menguji apakah arsitektur jaringan tersebut telah sesuai dengan data masukan pada jaringan tersebut.

b. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

*Hidden Layer* merupakan lapisan neuron tersembunyi pada suatu lapisan *Neural*. Lapisan tersembunyi (*Hidden Layer*) terdiri dari neuron yang menerima data dari lapisan *input*. Unit-unit pada lapisan ini tidak lah dapat langsung diamati.

c. Lapisan *Output* (*Output Layer*)

*Output Layer* adalah unit-unit keluaran atau nilai keluaran pada proses *NN* tersebut. Nilai keluaran pada *NN* ini merupakan hasil dari nilai output dari jaringan syaraf yang telah dibuat.

Model struktur atau arsitektur jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Model struktur jaringan syaraf tiruan

( Kusumadewi dkk, 2006)

#### 2.4.2 Algoritma Perambatan Balik (*Backpropagation*)

*Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron pada lapisan tersembunyinya ( Kusumadewi dkk, 2006). *Backpropagation* yang terdiri dari beberapa layar membuka kembali jaringan syaraf tiruan ke

cakrawala. Terlebih setelah berhasil ditemukannya berbagai aplikasi yang dapat diselesaikan dengan *Backpropagation*, membuat Jaringan Syaraf Tiruan semakin diminati orang. Seperti halnya model JST lain, *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama latihan.

Algoritma *Backpropagation* meliputi 3 (tiga) fase atau tahapan. Tahapan pertama adalah tahap umpan maju (propagasi maju). Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Tahap kedua adalah tahap perhitungan serta perambatan balik (propagasi mundur). Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit unit di layar keluaran. Tahap ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi.

Ketiga tahapan atau fase di atas haruslah diulang hingga memenuhi kondisi yang diinginkan. Kondisi ini biasanya sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Untuk kesalahan yang dipakai yaitu apabila kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan (Siang, 2005).

#### 2.4.3 Fungsi aktivasi

Fungsi aktivasi pada jaringan syaraf tiruan digunakan untuk menentukan keluaran nilai dari neuron. Beberapa fungsi aktivasi yang sering dipakai dalam jaringan syaraf tiruan (Siang, 2005) :

- a. Fungsi *Threshold*, pada persamaan 2.1

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \dots\dots\dots 2.1 \\ 0 & \dots\dots\dots \end{cases}$$

Jika  $x \geq \alpha$  , atau  $x < \alpha$  Untuk beberapa kasus, fungsi *threshold* yang dibuat tidak berharga 0 atau 1 tapi berharga -1 atau 1, Pada persamaan 2.2

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{.....} \\ 0 & \text{.....} \end{cases} \quad \text{.....} \quad 2.2$$

Jika  $x \geq \alpha$ , atau  $x < \alpha$

b. Fungsi sigmoid, pada persamaan 2.3

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad \text{.....} \quad 2.3$$

Fungsi sigmoid yang sering dipakai karena nilai fungsinya yang terletak antara 0 dan 1 dan dapat diturunkan dengan mudah, pada persamaan 2.4

$$f'(x) = f(x) (1-f(x)) \quad \text{.....} \quad 2.4$$

c. Fungsi Identitas

Fungsi identitas sering dipakai apabila kita menginginkan keluaran jaringan berupa sembarang bilangan riil bukan hanya pada range [0,1] atau [-1,1]

#### 2.4.4 Proses Pengujian

Pengujian arsitektur jaringan syaraf tiruan (ANN) digunakan untuk mengetahui apakah arsitektur jaringan yang telah dilatih telah dapat mengenali pola-pola data, selain data latih, dengan baik atau tidak. Untuk menilai kedekatan atau kecocokan data hasil pemodelan dengan data hasil pengamatan, dilakukan uji kecocokan dengan menggunakan fungsi objektif atau fungsi kesalahan yang merupakan persamaan dari perhitungan dan pengamatan. Kesalahan pada keluaran jaringan merupakan selisih antara keluaran sebenarnya (*current output*) dan keluaran yang diinginkan (*desired output*). Selisih yang dihasilkan antara keduanya biasanya ditentukan dengan cara dihitung menggunakan suatu persamaan.

a. Koefisien Korelasi (R)

Nilai koefisien korelasi Pearson (Trihendradi, 2005) digunakan untuk menentukan besarnya hubungan atau kedekatan antara total hujan



Tabel 2.2 Kriteria dan Batasan Koefisien Korelasi

Rentang	Kriteria
1,00	Korelasi Sempurna
0,75 - 0,99	Korelasi Sangat Kuat
0,50 - 0,75	Korelasi Kuat
0,25 - 0,50	Korelasi Sedang
0,00 - 0,25	Korelasi Lemah

(Sarwano,2006)

b. MSE (*Mean Square Error*)

MSE merupakan rata-rata dari seluruh kesalahan perhitungan dengan mengkuadratkan masing-masing kesalahan pada masing-masing kesalahan pada tiap item. MSE sangat baik dalam memberikan gambaran terhadap seberapa konsisten model yang dibangun. Dengan meminimalkan nilai MSE, berarti meminimalkan varian model. Rumus dapat dilihat pada persamaan 2.6

$$MSE = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (y_j(t) - d_j(t))^2 \dots \dots \dots 2.6$$

Dengan :  $y_j(t)$  = penjumlahan output hasil prediksi

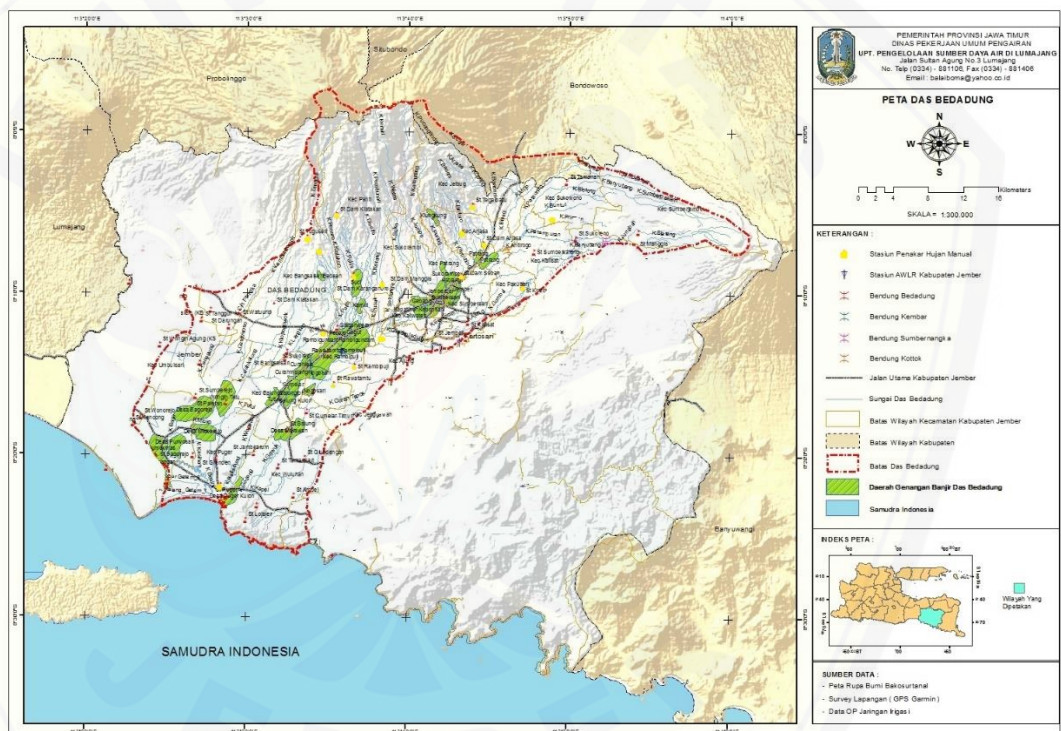
$d_j(t)$  = output aktual



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di DAS Bedadung di Kabupaten Jember yaitu DAS Bedadung (Gambar 3.2) yang merupakan DAS paling besar di wilayah paling timur Pulau Jawa dengan luas 698 km<sup>2</sup>. DAS Bedadung ini secara geografis terletak pada koordinat 113°35' – 114°1'17"BT BT 7°58'8" – 8°13'52"LS. Total panjang DAS yaitu 162,432 kilometer. Peta DAS Bedadung dapat dilihat pada gambar 3.1



(Sumber : PSAWS Mayang Bondoyudo Lumajang)

Gambar 3.1 Peta DAS Bedadung

### 3.2 Data Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan dua data :

1. Data curah hujan harian tahun 2007-2016 DAS Bedadung
2. Data satelit TRMM 3B42RT dari tahun 2007-2016

### 3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

a) Pengumpulan Data

Data primer yang dibutuhkan antara lain Data Curah hujan harian observasi didapat dari Dinas PU Pengairan Kab Bondowoso dan Data satelit TRMM 3B42RT dapat dari hasil *download* di websitenya <http://mirador.gsfc.nasa.gov>.

b) Pengolahan Data Satelit TRMM3B42 RT

*Cropping* wilayah kajian yang mencakup wilayah DAS Sampean Baru menggunakan panoply.

c) Pengolahan Data

1. Normalisasi Data

Normalisasi data digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi ini bernilai antara 0 sampai dengan 1. Namun fungsi sigmoid biner tersebut sejatinya tidak pernah mencapai angka 0 maupun 1. Maka dari itu, data hujan perlu dinormalisasi terlebih dahulu. Salah satu contohnya kedalam range 0,1 sampai dengan 0,9

2. Pembagian Data

Input data hujan dibagi menjadi 70% untuk data *training*, 15% untuk validasi dan 15% untuk *testing*

3. Pembuatan Arsitektur Model

Pembuatan model arsitektur jaringan adalah untuk menentukan pola jaringan yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Dalam penentuan input layer disesuaikan dengan jumlah data yang ada, *hidden layer* ini digunakan cara uji coba, dan *output layer* merupakan hasil dari proses *running* model.

4. Pembelajaran Model

Proses pembelajaran atau *training model* adalah proses mengubah faktor sehingga dapat menjadi hasil yang diinginkan. Proses pembelajaran ini dapat menggunakan algoritma *Backpropagation*.

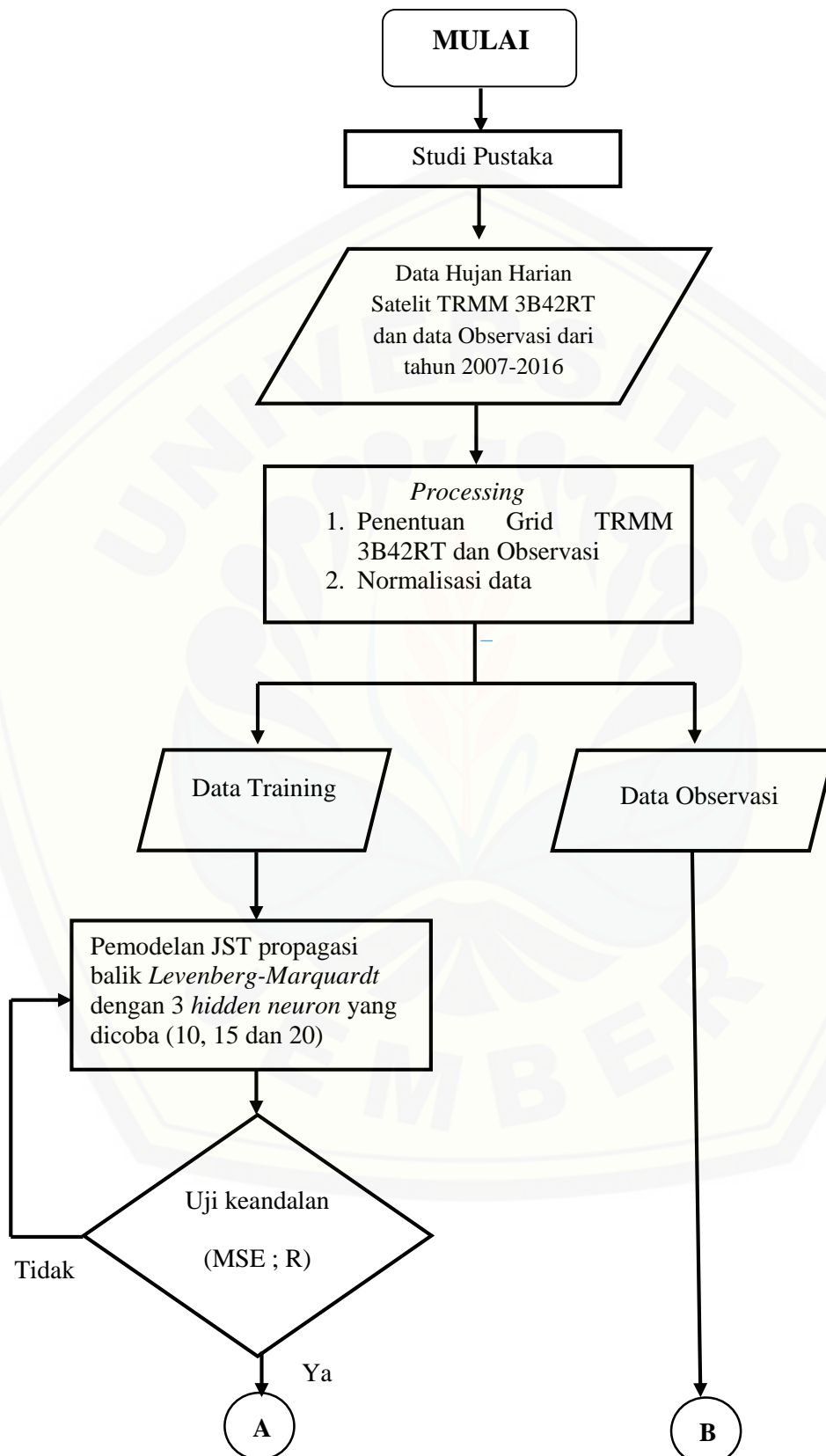
d) Uji Keandalan Model

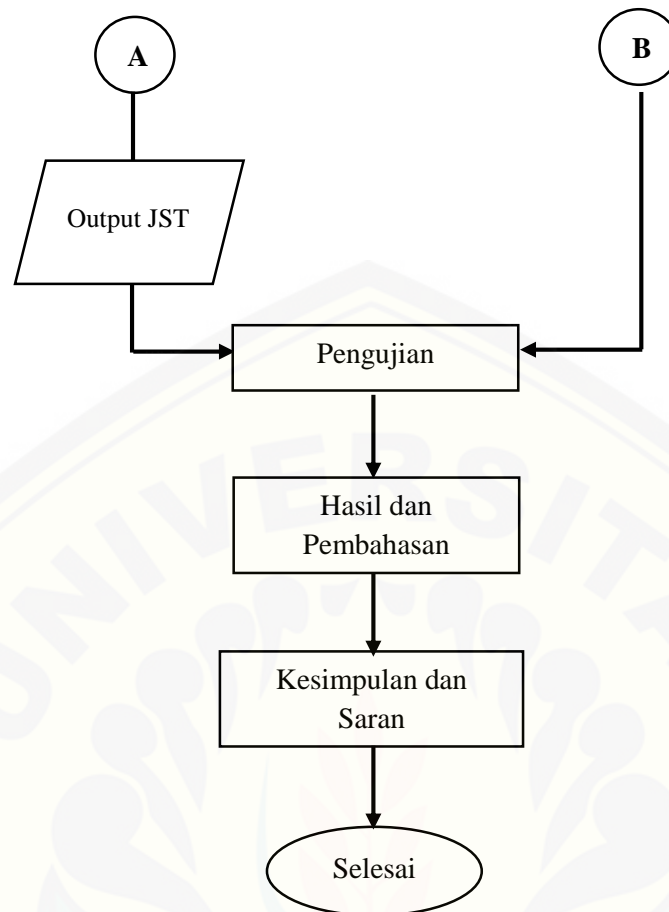
Dilakukan pengujian terhadap output dari pemodelan JST dengan data uji yaitu data hujan observasi, dengan melihat nilai *Mean Square Error* (MSE) dan koefisien korelasi (R).



### 3.4 Flowchat Penelitian

Flowchat penelitian selengkapnya dapat dilihat di pada gambar 3.3.





Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil korelasi antara data hujan satelit TRMM 3B42RT dan data hujan observasi dari tahun 2007 sampai 2016 menghasilkan nilai korelasi tertinggi 0,370. Menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua data sedang.
2. Uji keandalan pemodelan dengan input data hujan satelit TRMM 3B42RT dan data hujan observasi dari tahun 2007 sampai 2016 terbaik pada grid 5 x 5. Menghasilkan nilai nilai R sebesar 0,603 untuk *training*, nilai validasi 0,511 dan 0,517 untuk *testing*. Sedangkan nilai *error* yang diperoleh dari uji MSE yaitu 0.00699 Menunjukkan bahwa tingkat korelasinya sedang.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang ditujukan kepada peneliti selanjutnya guna untuk mengembangkan penelitian ini, antara lain :

1. Untuk Penelitian selanjutnya kajian wilayah sebaiknya yang memiliki kerapatan pos hujan yang tinggi dengan sebaran hujan yang bervariasi.
2. Penelitian sejenis perlu di ujicoba di DAS lain dengan curah hujan ekstrem dan dengan metode lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adyanto, Putra Christian. Tanpa Tahun. Penerapan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma *Backpropagation* untuk Peramalan Harga Saham. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.
- As-Syakur A. R, Prasetia R. 2011. Pola Spasial Anomali Curah Hujan Selama Maret Sampai Juni 2010 di Indonesia; Komparasi Data TRMM *Multisatelite Precipitaion Analisis* (TMPA) 3B43 dengan stasiun Pengamat Hujan. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Bali.
- Harto,Sri .1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT.Gramedia
- Kementerian Kehutanan. 2013. Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai. Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Kusumadewi , Sri dan Sri Hartati. 2006. Neuro-Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf.Yogyakarta : Graha Ilmu
- Levina, dkk. (Tanpa Tahun). Korelasi Data Hujan dari Pos Hujan dengan Citra TRMM. Balai Hidrologi dan Tata Air,Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya air. Bandung.
- Mahlida Ika Farah. 2013. Pemanfaatan Data Curah Hujan TRMM untuk Estimasi Debit di Ciliwung ( Katulampa dan Depok). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Maulidani Sri S, dkk.(2015). Analisi Pola dan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Data Observasi dan Satelit *Tropical Rainfall Measuring Missions* (TRMM) 3B42 V7 di Makassar. Universitas Negeri Makassar.
- Muis, Saludin. 2006. Teknik Jaringan Syaraf Tiruan. Yogyakarta.
- Prihatini,Djatmiko,H.T ,& Swarinoto,Y.S. 2000. Kaitan Southern Oscillation Index Dengan Total Hujan Bulanan di Pontianak. *Jurnal Meteorologi & Geologi*, 1(1).
- Renggono Findy, M Djazim Syaifullah. Kajian Meteorologis Bencana Banjir Bandang di Wasior Papua Barat. UPT Hujan Buatan BPPT. Jakarta.
- Sarwono, Jonathan.2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif* .Bandung : Graha Ilmu.

- Sasmito, Sigit Deni. 2011. Pendugaan Curah Hujan dengan Data Satelit Geostasioner (MTSAT-1R) dan Gelombang *Imaginer* (TRMM) Studi Kasus DAS Citarum . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Siang, J J. 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramanya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta : Andi
- Supriyadi, Slamet. Tanpa tahun. Prediksi Total Hujan Bulanan di Tanjung Pandan Menggunakan Persamaan Regresi dengan Prediktor SST Nino 3.4 dan *India Ocean Dipole* (IOD). Institut Teknologi Bogor.
- Syaifullah,M. 2014. Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia. UPT Hujan Buatan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Jakarta.
- Trihendradi, Cornellius. 2005. *SPSS 13.0 Analisis Data Statistik*. Yogyakarta : Andi.



LAMPIRAN

A . Tabel Data Hujan Observasi dan TRMM 3B42RT

a) Tahun 2007

Dataset: 3B42RT\_Daily.20070101.7.nc4  
 Variable: precipitation, Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate  
 Units: mm

X-Axis: Longitude (degrees\_east)

	112.875	113.125	113.375	113.625	113.875	114.125	114.375	Avg.
-7.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
-7.875	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	5.5
-8.125	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	6.1
-8.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
-8.625	3.3	3.6	1.1	0.0	0.0	1.2	0.0	4.6
-8.875	13.7	9.0	2.1	0.0	3.2	4.1	0.0	4.1
-9.125	1.9	1.3	0.3	0.3	5.5	5.8	0.0	3.8
-9.375	5.2	0.0	0.2	2.1	6.8	7.2	1.6	4.0
-9.625	1.7	0.6	0.8	0.7	1.9	0.2	0.2	4.1
-9.875	1.6	1.8	1.5	1.2	0.3	1.5	1.6	4.0
-10.125	3.0	4.3	4.0	2.2	1.3	1.0	1.6	3.8
-10.375	5.6	7.3	5.9	3.4	0.5	0.0	0.0	3.3
-10.625	5.6	8.2	6.0	2.5	3.1	4.1	0.0	3.3
-10.875	6.5	7.6	5.9	1.5	3.7	3.7	0.1	3.4

b) Tahun 2008

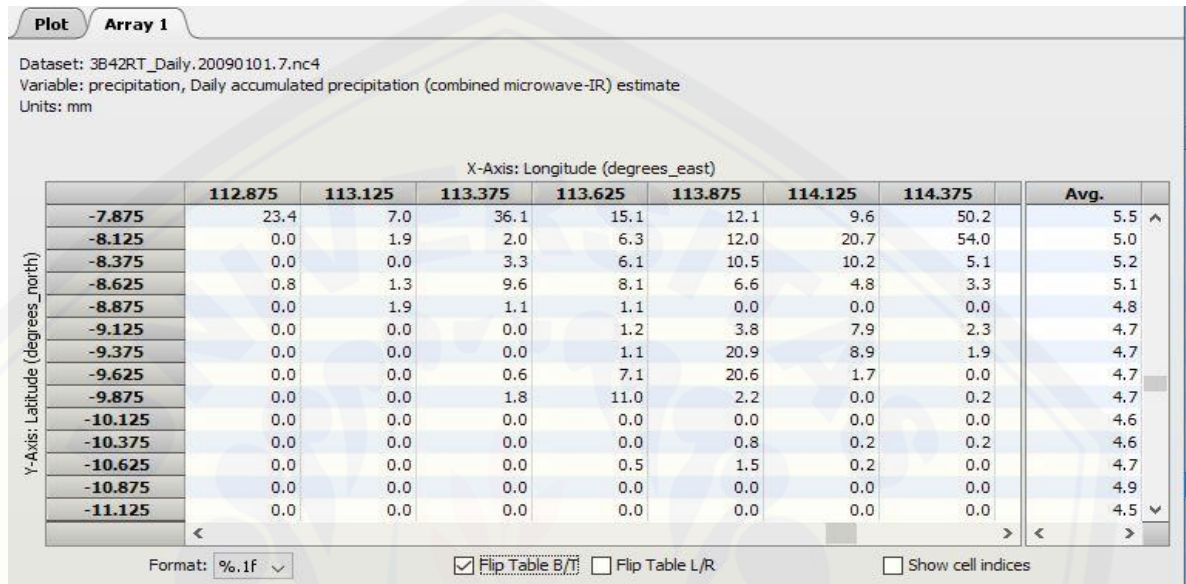
Plot Array 1

Dataset: 3B42RT\_Daily.20080101.7.nc4  
 Variable: precipitation, Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate  
 Units: mm

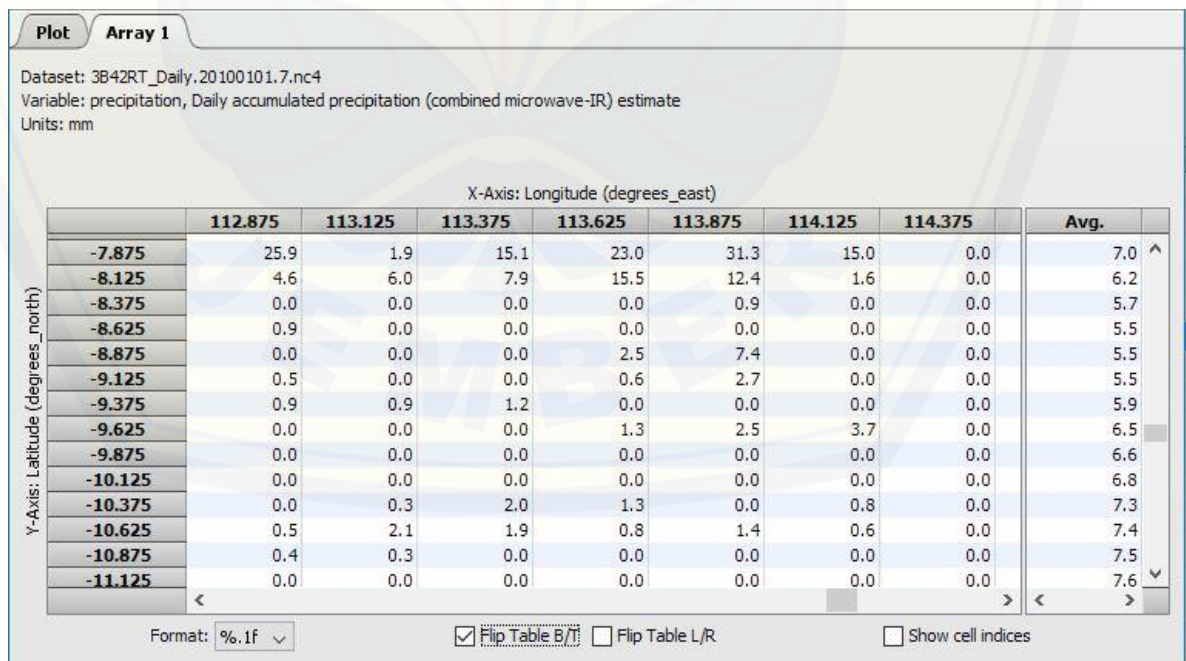
X-Axis: Longitude (degrees\_east)

	112.875	113.125	113.375	113.625	113.875	114.125	114.375	Avg.
-7.875	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
-8.125	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	5.2
-8.375	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	5.8
-8.625	4.6	7.2	8.5	3.9	3.3	0.0	0.0	5.8
-8.875	27.3	19.9	12.1	7.0	6.7	5.2	3.1	5.7
-9.125	51.7	62.3	53.3	21.1	11.6	10.7	8.0	5.6
-9.375	83.0	84.5	68.4	38.7	21.6	17.1	18.2	5.9
-9.625	86.3	97.1	93.4	65.9	38.0	24.4	17.0	6.2
-9.875	66.5	77.7	96.8	102.4	65.1	35.8	23.1	6.3
-10.125	46.8	62.0	92.1	132.4	108.9	51.9	32.5	6.4
-10.375	44.2	72.1	72.8	75.7	84.4	60.4	39.4	6.3
-10.625	36.6	67.4	60.0	52.4	52.2	56.9	38.6	6.4
-10.875	16.1	33.8	49.6	49.4	53.6	57.5	53.4	6.6
-11.125	8.5	19.0	40.7	41.7	54.3	40.9	44.0	6.6

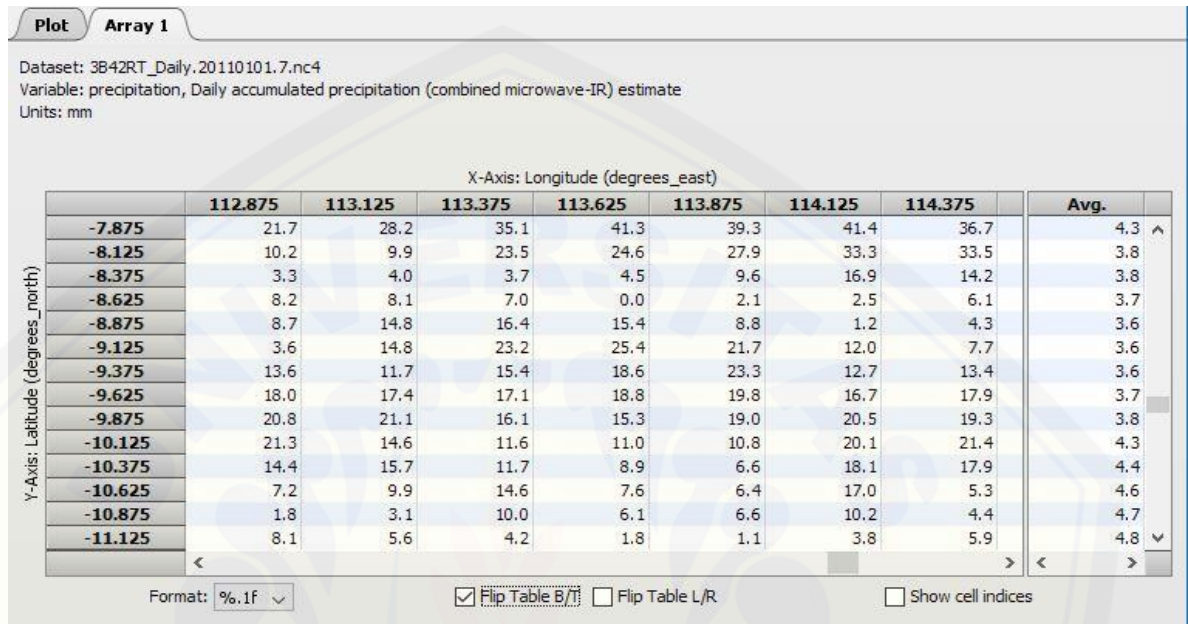
c) Tahun 2009



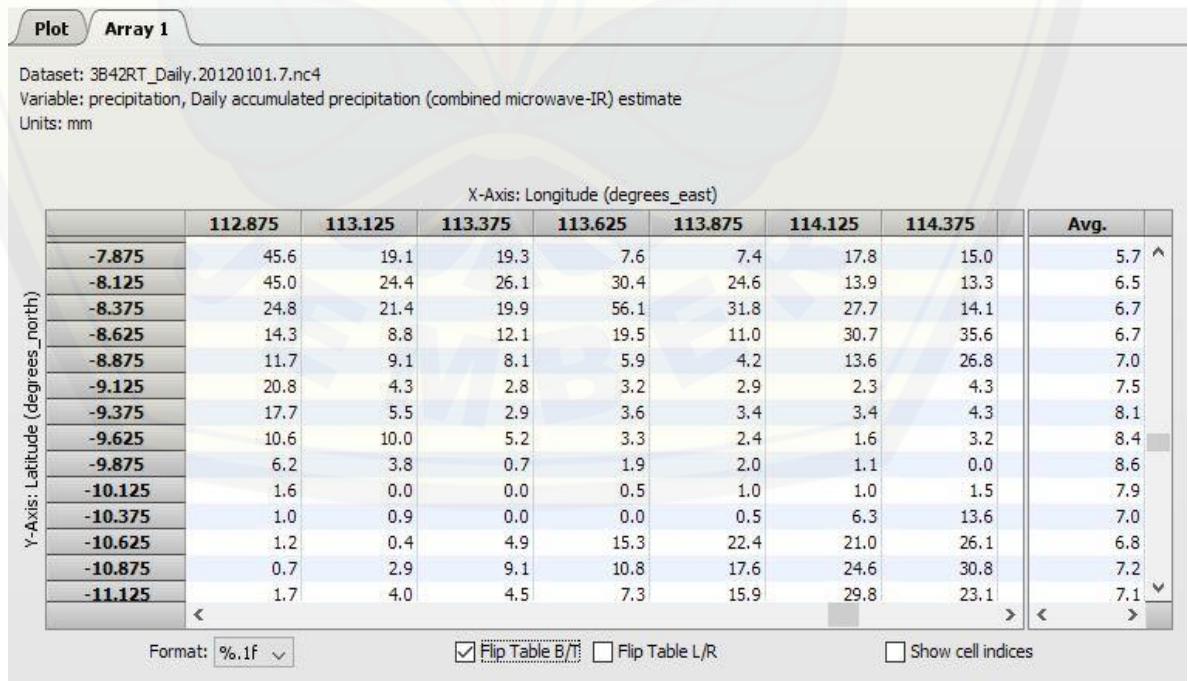
d) Tahun 2010



e) Tahun 2011



f) Tahun 2012



**g) Tahun 2013**

**Plot Array 1**

Dataset: 3B42RT\_Daily.20130101.7.nc4  
 Variable: precipitation, Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate  
 Units: mm

X-Axis: Longitude (degrees\_east)

	112.875	113.125	113.375	113.625	113.875	114.125	114.375	Avg.	
-7.875	10.1	18.1	22.7	25.3	33.5	28.7	19.1	5.1	^
-8.125	15.8	28.4	30.8	29.9	23.9	31.8	24.4	5.0	
-8.375	19.4	26.8	36.1	44.7	31.3	24.2	23.1	4.5	
-8.625	25.0	22.5	25.3	40.9	45.7	30.1	20.2	4.3	
-8.875	40.7	34.8	36.6	31.9	35.7	46.0	37.8	4.4	
-9.125	26.2	29.5	27.8	20.9	19.2	33.3	33.7	4.6	
-9.375	15.6	23.6	12.3	10.9	20.0	32.1	45.2	4.9	
-9.625	10.9	9.2	10.0	8.7	6.8	13.1	35.1	5.0	
-9.875	3.1	4.9	4.2	4.0	6.8	10.2	14.4	5.2	
-10.125	4.9	11.9	10.4	7.9	9.5	13.5	18.7	5.3	
-10.375	4.1	9.1	11.1	8.5	8.9	13.1	23.5	5.1	
-10.625	4.8	11.5	16.0	11.7	7.3	14.8	30.5	5.1	
-10.875	4.4	13.1	16.7	6.8	5.3	3.3	25.3	5.1	
-11.125	5.7	7.7	4.3	5.4	5.0	5.9	10.0	4.9	v

Y-Axis: Latitude (degrees\_north)

**h) Tahun 2014**

**Plot Array 1**

Dataset: 3B42RT\_Daily.20140101.7.nc4  
 Variable: precipitation, Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate  
 Units: mm

X-Axis: Longitude (degrees\_east)

	112.875	113.125	113.375	113.625	113.875	114.125	114.375	Avg.	
-7.875	3.4	12.0	5.3	4.4	3.3	6.0	1.8	5.6	^
-8.125	0.5	3.4	2.1	3.1	4.6	5.5	2.6	5.9	
-8.375	0.9	0.0	0.7	1.5	4.2	5.7	1.6	5.5	
-8.625	0.8	2.8	6.8	1.3	1.5	1.5	1.9	5.3	
-8.875	4.5	3.3	3.1	1.6	10.4	6.0	12.2	4.7	
-9.125	13.3	12.5	11.5	10.2	12.0	13.8	18.4	4.7	
-9.375	24.4	22.8	27.2	24.9	21.3	16.9	20.0	5.1	
-9.625	36.2	36.9	42.4	38.0	28.3	20.5	18.6	5.4	
-9.875	30.1	35.2	38.7	36.4	31.2	26.0	21.0	5.0	
-10.125	27.8	34.5	41.2	31.1	27.4	27.3	39.9	4.9	
-10.375	30.1	32.0	35.4	28.0	29.1	32.0	43.6	4.9	
-10.625	32.9	31.8	32.7	35.8	38.9	40.1	52.0	4.7	
-10.875	31.9	41.2	39.9	39.1	54.0	73.0	70.5	4.2	
-11.125	26.7	37.0	39.6	40.6	51.4	44.0	33.9	3.7	v

Y-Axis: Latitude (degrees\_north)

i) Tahun 2015

Dataset: 3B42RT\_Daily.20150101.7.nc4  
 Variable: precipitation, Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate  
 Units: mm

X-Axis: Longitude (degrees\_east)

	112.875	113.125	113.375	113.625	113.875	114.125	114.375	Avg.
-7.875	7.2	5.4	12.3	28.7	35.5	19.4	24.9	5.5
-8.125	1.9	0.0	0.0	11.8	12.6	0.0	6.1	5.6
-8.375	3.3	0.0	0.0	1.6	3.8	0.0	0.0	5.8
-8.625	1.2	2.0	3.5	0.0	0.0	4.5	2.8	6.0
-8.875	5.4	7.4	9.2	10.2	13.8	30.9	13.2	5.9
-9.125	6.7	6.5	4.4	5.7	8.7	12.4	17.8	5.3
-9.375	6.8	7.1	8.2	9.5	15.9	21.4	29.1	5.2
-9.625	4.6	5.1	6.7	8.5	9.5	13.1	18.3	5.1
-9.875	0.4	1.3	2.4	3.7	7.3	7.7	6.0	4.9
-10.125	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	6.8	5.8	4.7
-10.375	0.0	1.2	1.2	0.1	2.1	5.6	5.1	4.4
-10.625	0.0	1.3	3.8	3.6	5.2	6.5	5.9	4.1
-10.875	0.0	1.2	2.4	5.6	4.6	2.5	2.0	4.0
-11.125	0.0	0.3	0.0	1.3	1.0	0.0	0.0	3.7

j) Tahun 2016

Plot Array 1

Dataset: 3B42RT\_Daily.20160101.7.nc4  
 Variable: precipitation, Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate  
 Units: mm

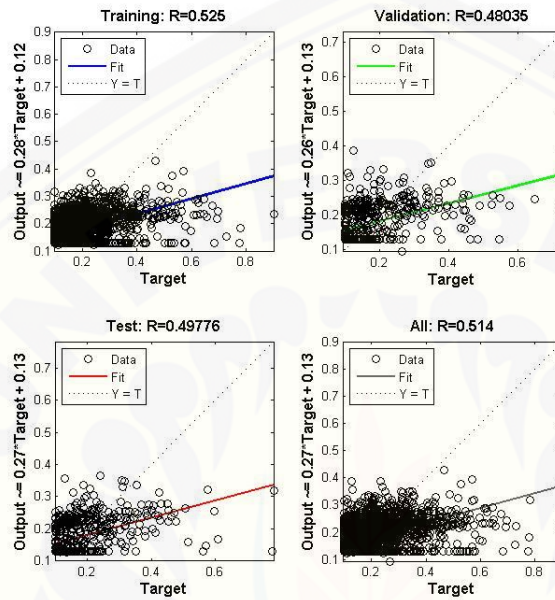
X-Axis: Longitude (degrees\_east)

	112.875	113.125	113.375	113.625	113.875	114.125	114.375	Avg.
-7.875	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
-8.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.7	6.3
-8.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
-8.625	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
-8.875	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	6.2
-9.125	0.6	0.3	0.0	0.0	0.6	0.9	0.0	5.9
-9.375	2.5	1.6	0.5	0.7	1.2	1.0	0.4	5.9
-9.625	3.2	2.9	1.7	1.9	1.8	1.2	0.4	6.2
-9.875	1.9	2.2	1.9	2.2	0.8	0.4	0.0	6.2
-10.125	0.2	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
-10.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	6.4
-10.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	6.4
-10.875	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	6.4
-11.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.1	6.7

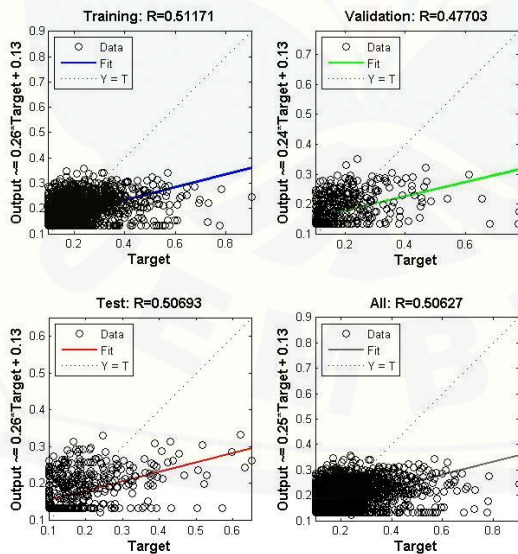
**B Hasil Running nilai R Model JST**

**1) Grid 1 x 1**

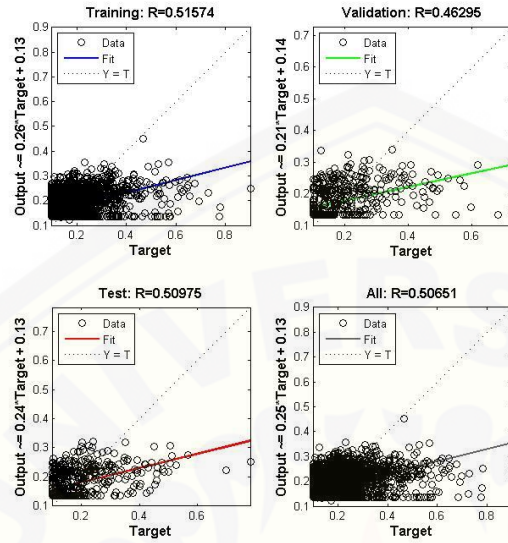
**a) 10 Hidden Neuron**



**b) 15 Hidden Neuron**

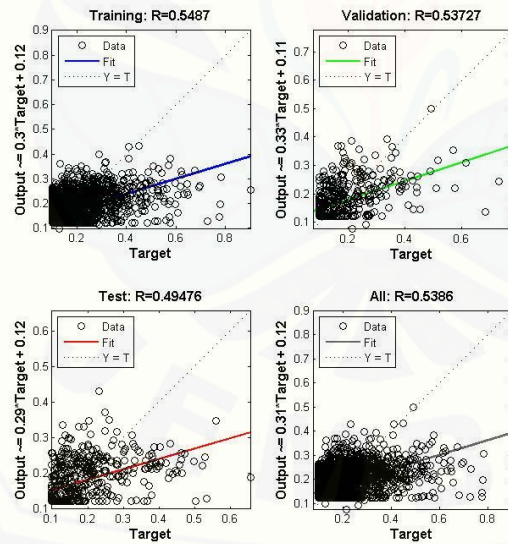


c) **20 Hidden Neuron**

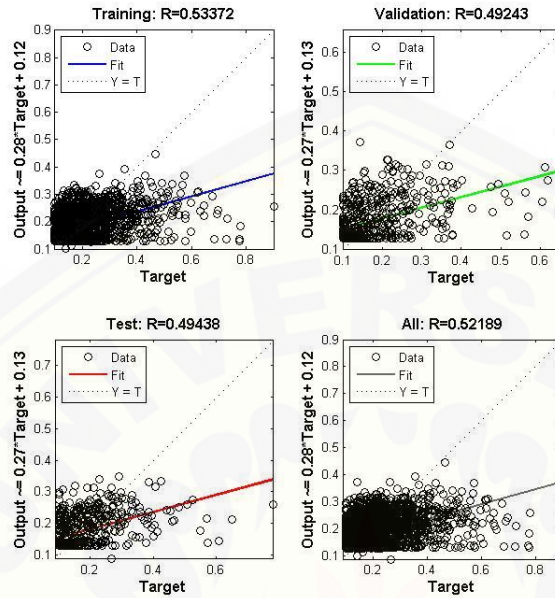


2) **Grid 2 x 2**

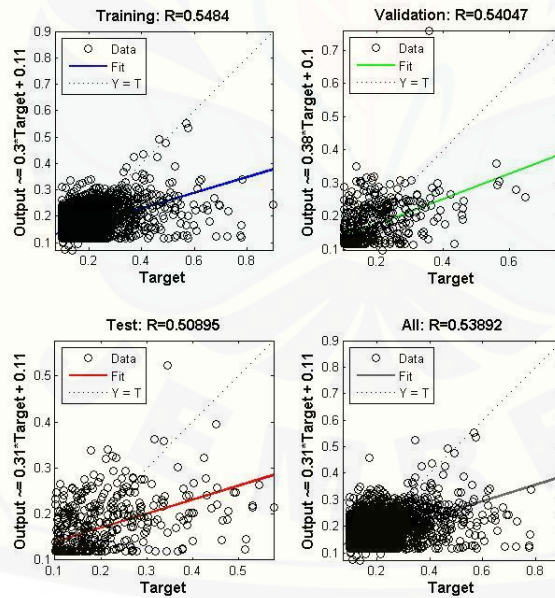
a) **10 Hidden Neuron**



**b) 15 Hidden Neuron**



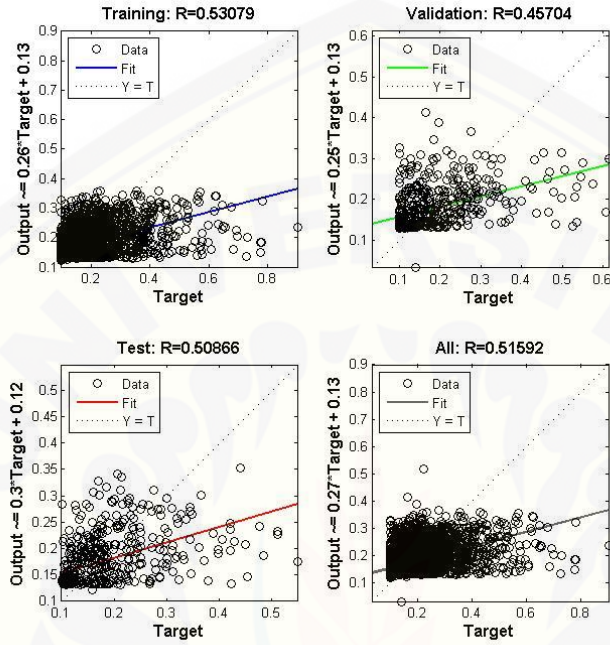
**c) 20 Hidden Neuron**



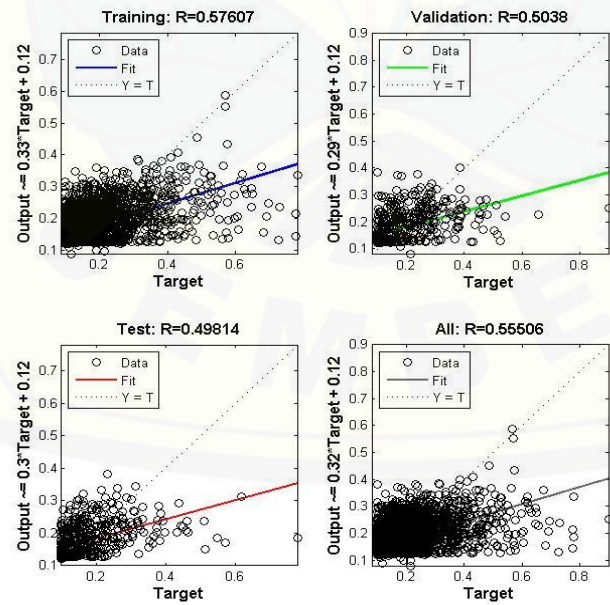


3) Grid 3 x 3

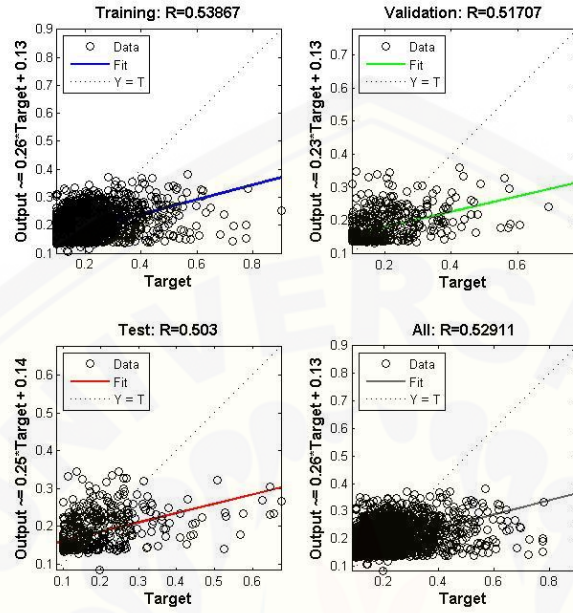
a) 10 Hidden Neuron



b) 15 Hidden Neuron

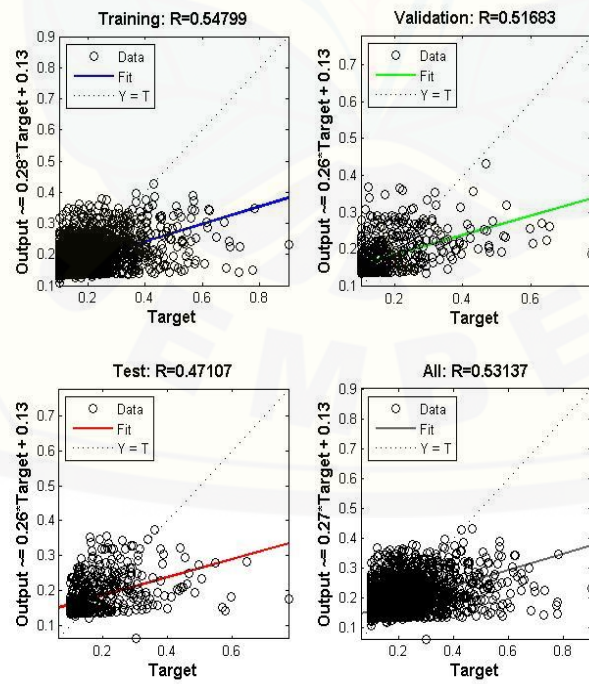


c) **20 Hidden Neuron**

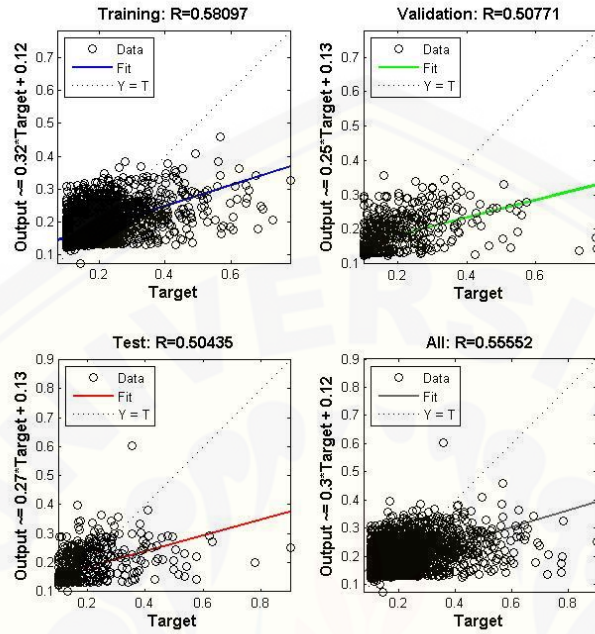


4) **Grid 4 x 4**

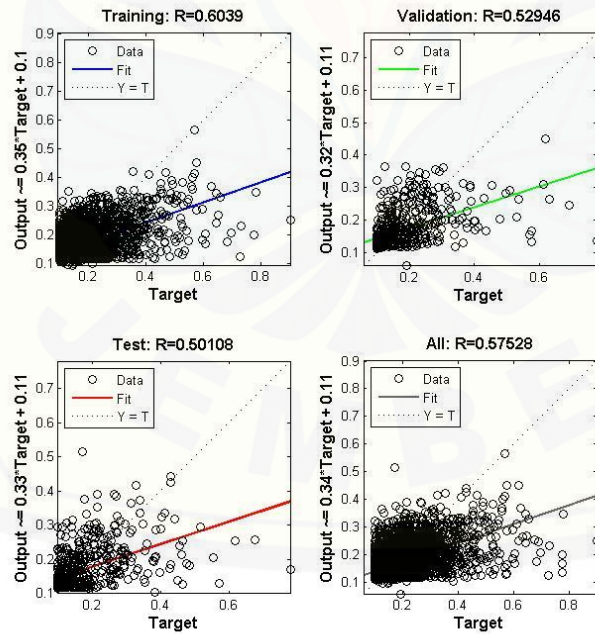
a) **10 Hidden Neuron**



**b) 15 Hidden Neuron**

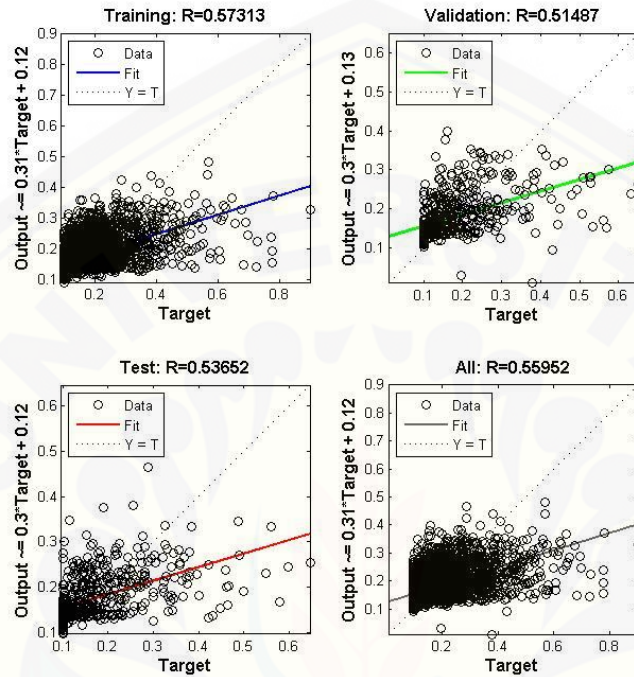


**c) 20 Hidden Neuron**

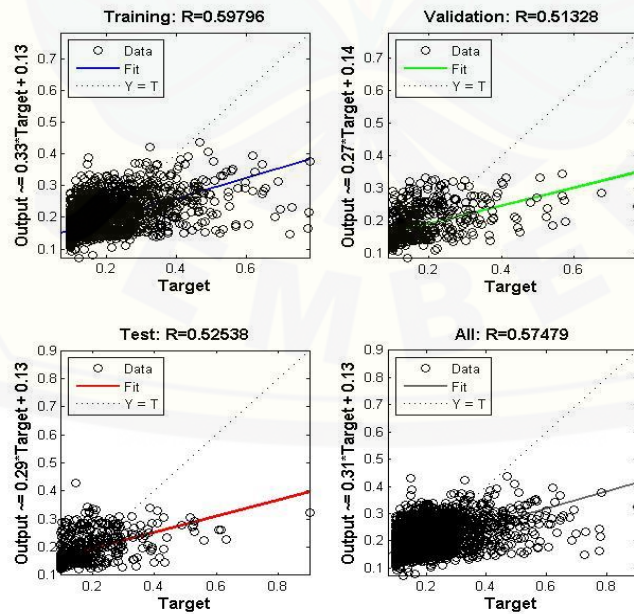


5) Grid 5 x 5

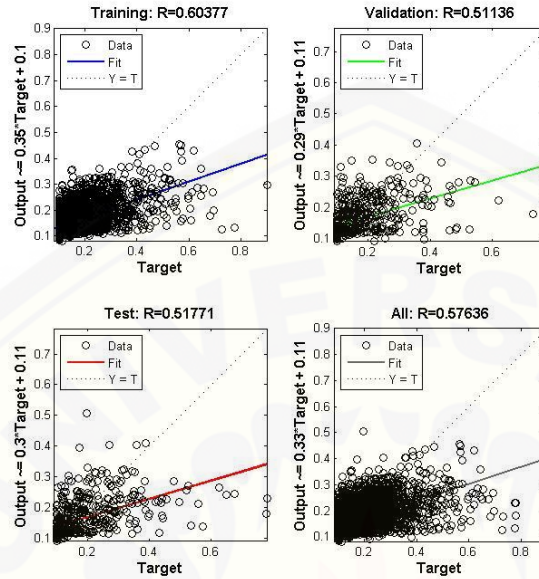
a) 10 Hidden Neuron



b) 15 Hidden Neuron



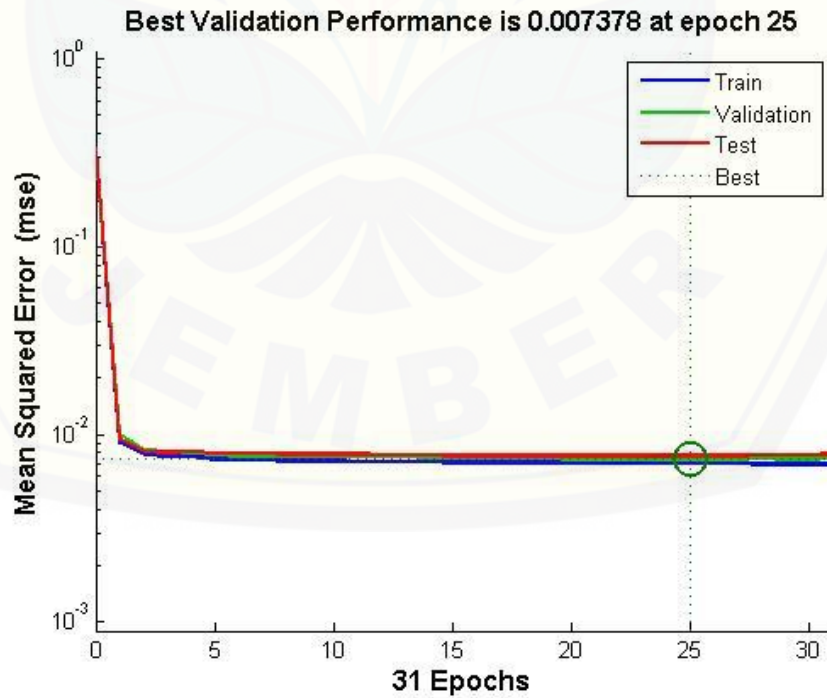
c) **20 Hidden Neuron**



C Hasil Running nilai MSE Model JST

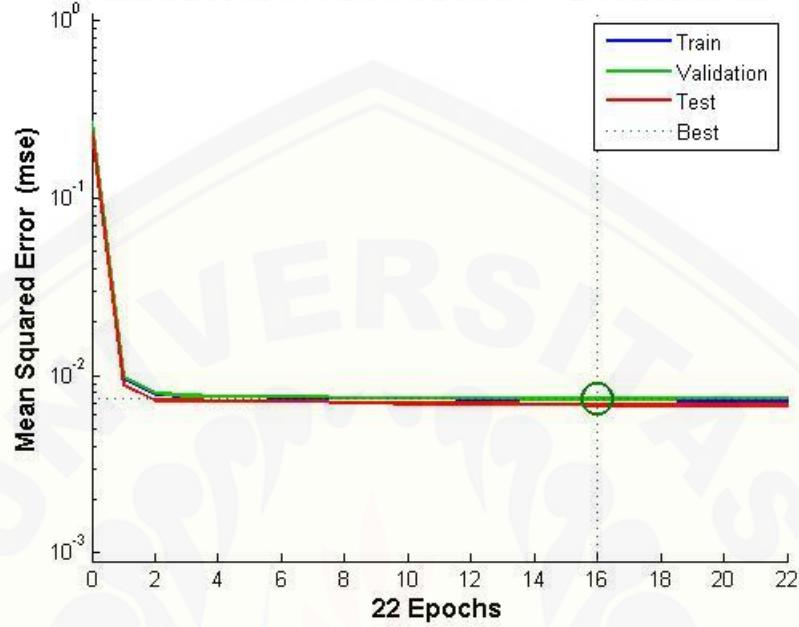
1) **Grid 1 x 1**

a) **10 Hidden Neuron**



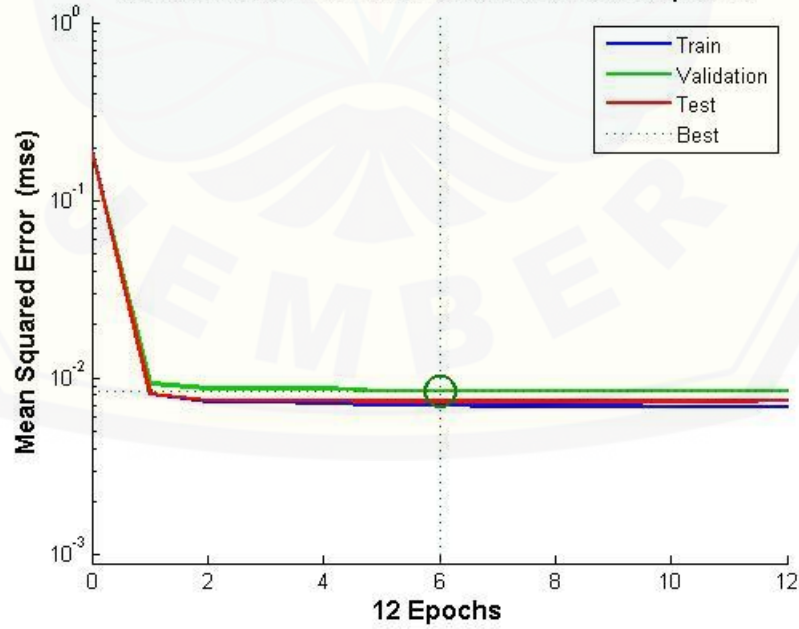
**b) 15 Hidden Neuron**

Best Validation Performance is 0.0074031 at epoch 16



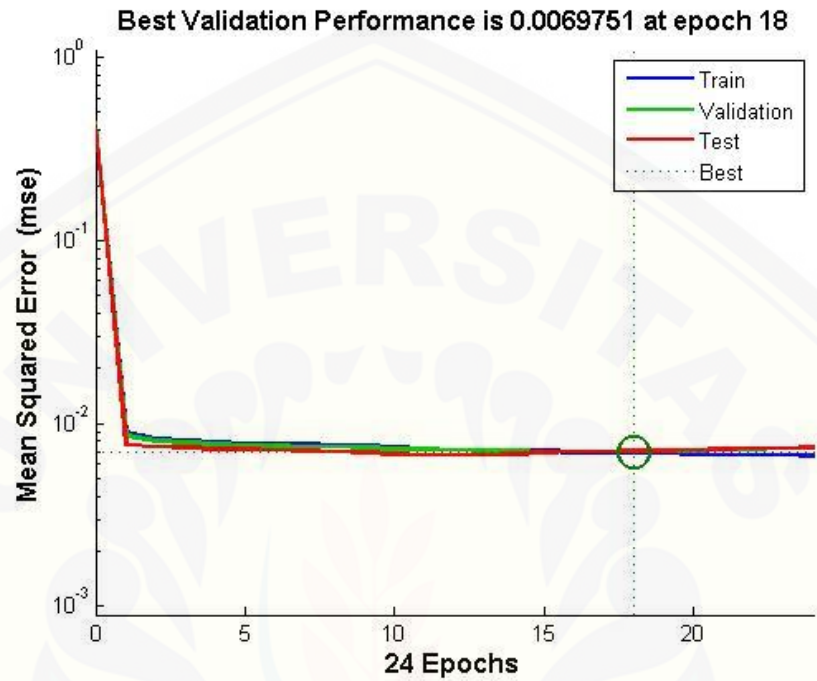
**c) 20 Hidden Neuron**

Best Validation Performance is 0.0084105 at epoch 6

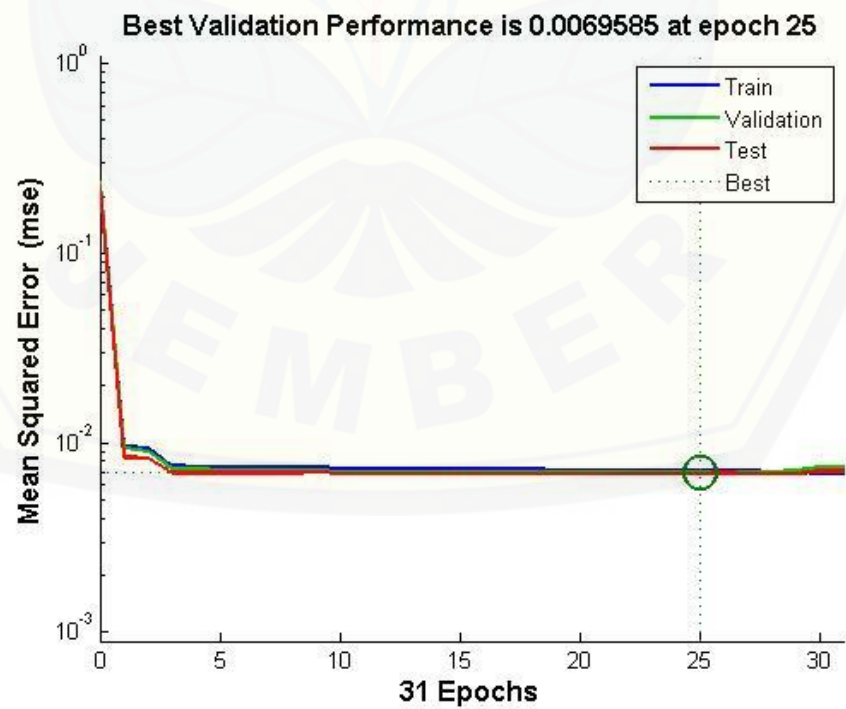


## 2) Grid 2 x 2

## a) 10 Hidden Neuron

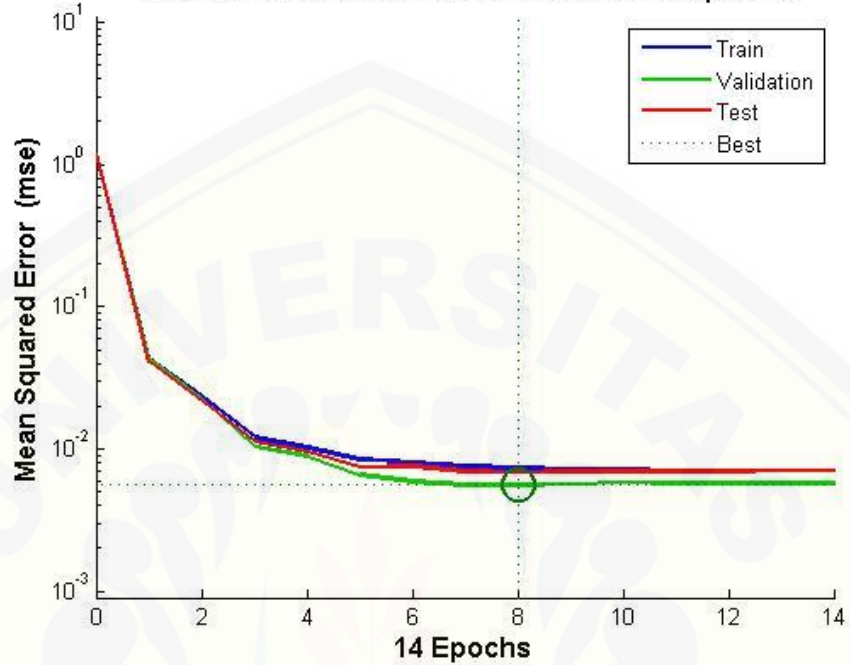


## b) 15 Hidden Neuron



c) **20 Hidden Neuron**

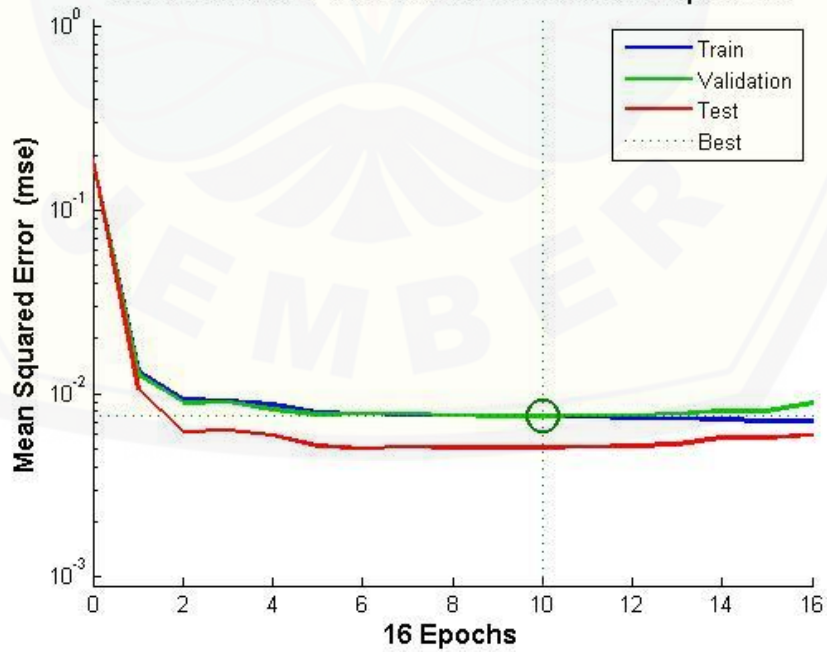
Best Validation Performance is 0.005593 at epoch 8



3) **Grid 3 x 3**

a) **10 Hidden Neuron**

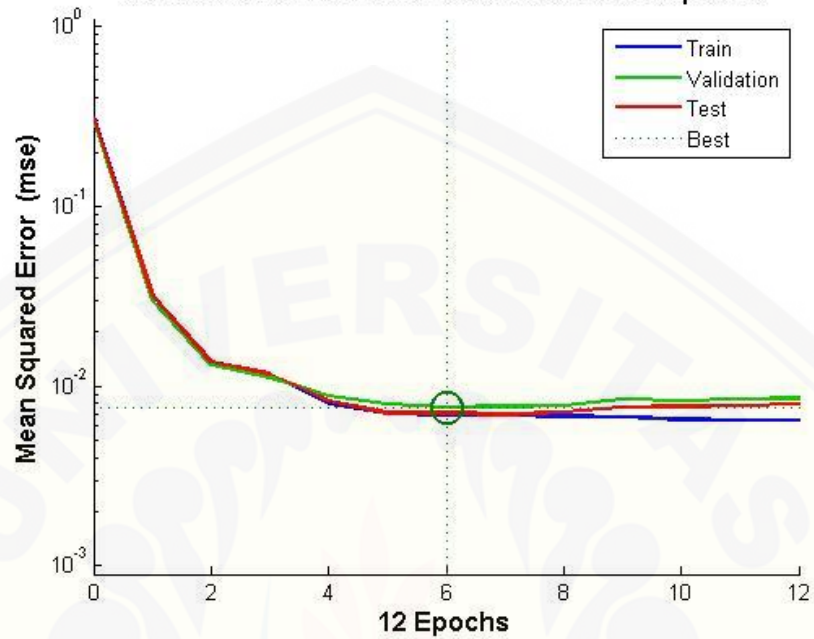
Best Validation Performance is 0.0075702 at epoch 10



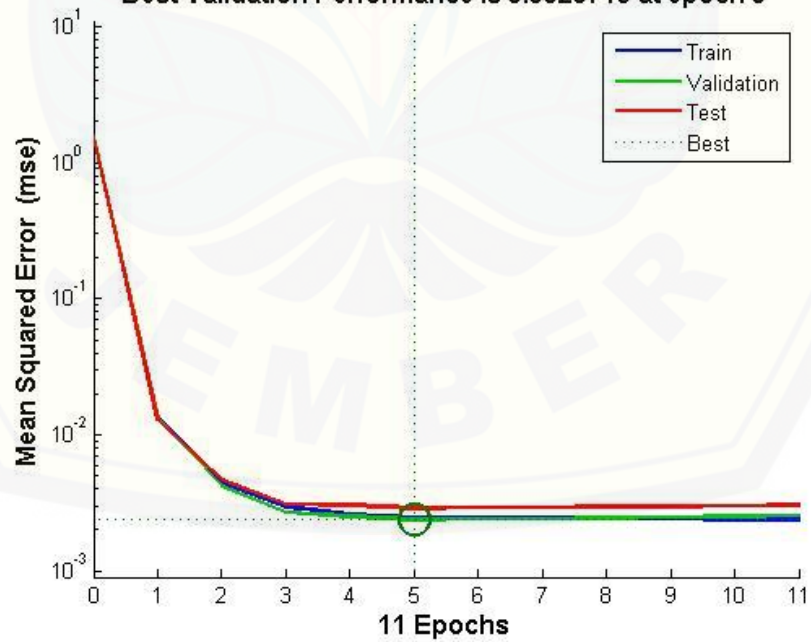


**b) 15 Hidden Neuron**

Best Validation Performance is 0.0076303 at epoch 6

**c) 20 Hidden Neuron**

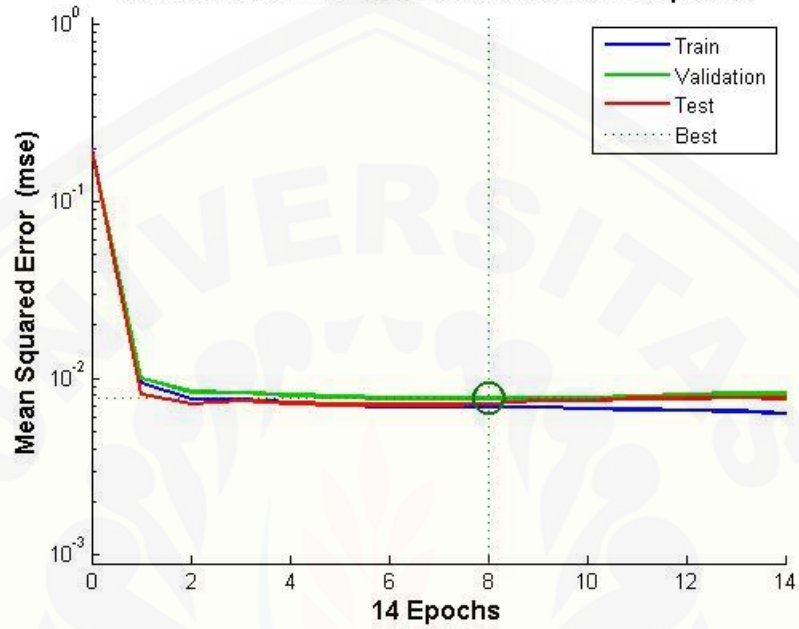
Best Validation Performance is 0.0023716 at epoch 5



4) Grid 4 x 4

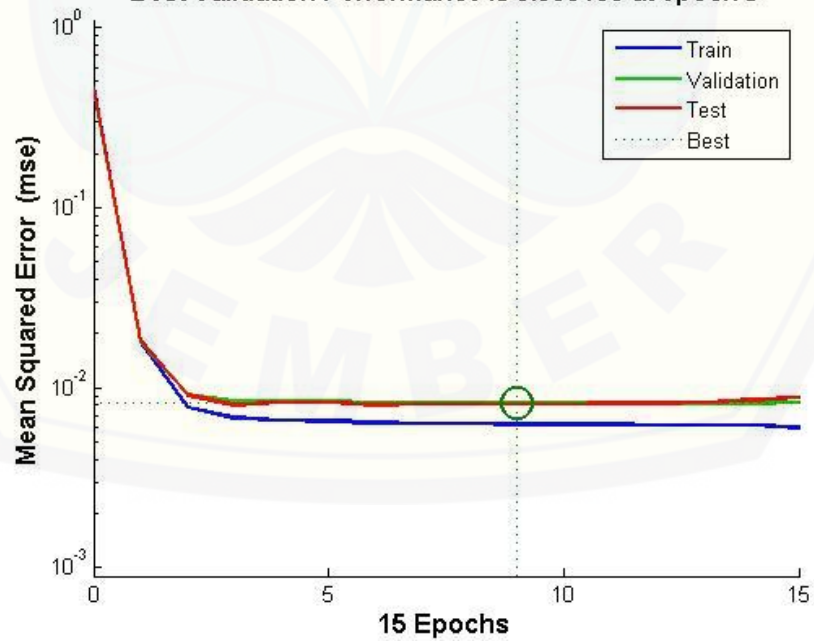
d) 10 Hidden Neuron

Best Validation Performance is 0.0076738 at epoch 8



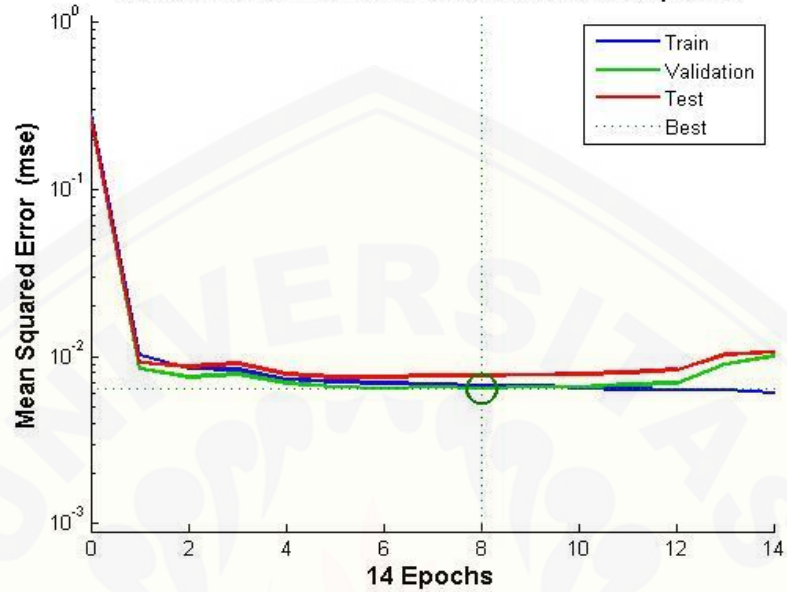
e) 15 Hidden Neuron

Best Validation Performance is 0.008158 at epoch 9



f) **20 Hidden Neuron**

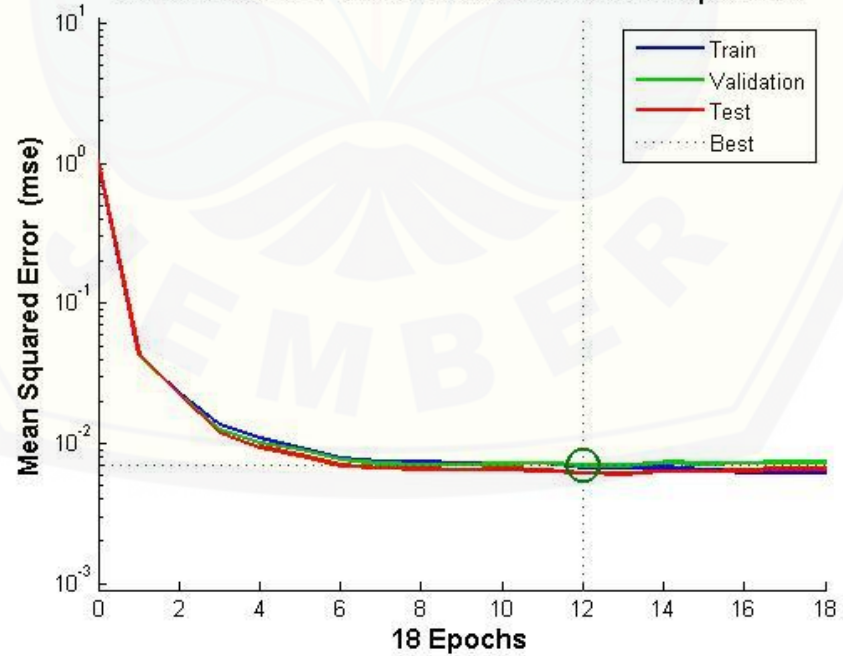
Best Validation Performance is 0.0064513 at epoch 8



5) **Grid 5 x 5**

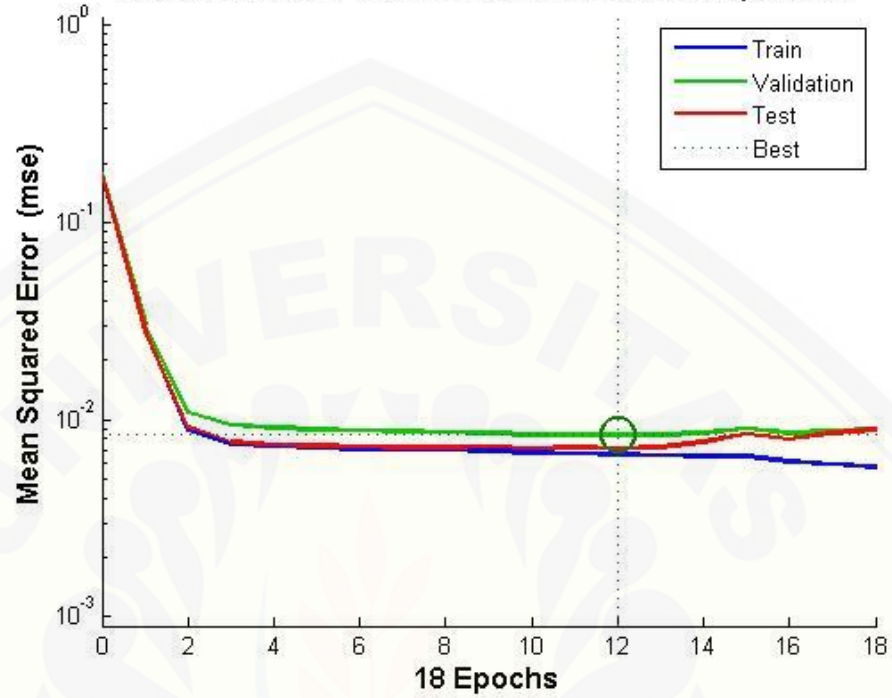
d) **10 Hidden Neuron**

Best Validation Performance is 0.0069639 at epoch 12



e) **15 Hidden Neuron**

Best Validation Performance is 0.0083333 at epoch 12



f) **20 Hidden Neuron**

Best Validation Performance is 0.0069926 at epoch 8

