

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI KOTA PADANG DENGAN METODE BACKPROPAGATION DAN ADALINE

Zakia Intan Ali¹, Indah Manfaati Nur², Fatkhurrohman Fauzi³

^{1,2,3}Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang

Alamat e-mail : zakiaintanali2@gmail.com

ABSTRAK

Hujan adalah proses pengembalian air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi. Jumlah rata-rata hujan yang jatuh setiap bulan atau setiap tahun di suatu tempat tidak selalu sama, terkadang ada yang curah hujan nya tinggi ada juga yang curah hujan nya rendah. Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu penyebab terjadinya banjir dan longsor. Provinsi Sumatra Barat khususnya Kota Padang juga tidak luput dari permasalahan tersebut. Studi iklim yang membahas mengenai curah hujan pada suatu area hingga saat ini masih terbatas pada area yang kecil, hal ini diakibatkan oleh jumlah data stasiun penakar hujan yang terbatas. Peningkatan akurasi curah hujan secara global diperlukan untuk peramalan cuaca dalam jangka waktu pendek dan jangka waktu yang panjang, serta sangat penting dalam memprediksi iklim. Data curah hujan tersebut nantinya juga diperlukan sebagai bahan pertimbangan dalam menganalisa atau pun memprediksi adanya banjir. Salah satu sistem komputasi yang dapat digunakan untuk mengolah data tersebut adalah *Artificial Neural Network*, metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Backpropagation* dan *Adaline*. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan yang didapatkan dari 3 stasiun penakar hujan yang ada di Kota Padang tahun 2003-2019. Metode *backpropagation* lebih akurat dalam memprediksi curah hujan di Kota Padang dibandingkan metode *Adaline*, dilihat dari MSE metode *Backpropagation* yang lebih kecil daripada metode *Adaline*.

Kata Kunci : *Artificial Neural Network, Backpropagation, Adaline, Curah Hujan*

ABSTRACT

Rain is the process of returning water that has evaporated into the atmosphere towards the earth's surface. The average amount of rain that falls each month or every year somewhere isn't always the same, sometimes there's a high rainfall there's also low rainfall. High rainfall is one of the causes of flooding and landslides. West Sumatra province, especially Padang City, also did not escape the problem. Climate studies that discuss rainfall in an area are still limited to a small area, this is due to the limited amount of data from rain-collecting stations. Improved rainfall accuracy globally is necessary for short-term and long-term weather forecasting, and is critical in predicting the climate. The rainfall data will also be needed as a consideration in analyzing or predicting flooding. One of the computational systems that can be used to process such data is the Artificial Neural Network, the method used in this study namely Backpropagation and Adaline. The rainfall data used in this study is rainfall data obtained from 3 rain pen stations in Padang city in 2003-2019. The backpropagation method is more accurate in predicting rainfall in Padang city than the Adaline method, judging by the MSE of the Backpropagation method which is smaller than the Adaline method.

Keywords : *Artificial Neural Network, Backpropagation, Adaline, Rainfall*

PENDAHULUAN

Ketersediaan air di suatu daerah juga bersifat dinamis dari waktu ke waktu. Persentase air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup adalah sebesar 0,73%, yaitu berupa air tawar yang terdistribusi sebagai air sungai, air danau, air tanah, dan sebagainya (Suprayogi, 2014). Salah satu faktor yang menyebabkan air terkumpul di suatu tempat tertentu adalah karena turunnya hujan.

Saat di suatu wilayah tertentu sedang mengalami kekeringan, sedangkan pada wilayah

lainnya sedang turun hujan bahkan hingga terjadi banjir dan longsor. Banjir adalah aliran air permukaan dengan debit air di atas normal (Wulandari, 2008). Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk memprediksi banjir salah satunya yaitu curah hujan di sekitar sungai. Studi iklim yang membahas mengenai curah hujan pada suatu area hingga saat ini masih terbatas. Hal ini diakibatkan oleh jumlah data stasiun penakar hujan yang terbatas karena di sebagian besar stasiun penakar hujan masih dilakukan pencatatan secara manual (Aldrian, 2003). Data curah hujan yang

terdapat di stasiun penakar hujan tersebut nantinya juga diperlukan sebagai bahan pertimbangan dalam menganalisa atau pun memprediksi adanya banjir.

Pemodelan sistem untuk memprediksi datangnya banjir harus memiliki hasil prediksi yang seakurat mungkin agar bisa menghasilkan sistem yang baik dalam memprediksi banjir tersebut. Salah satu sistem komputasi yang dapat digunakan untuk mengolah data tersebut dan adalah *Artificial Neural Network*.

Jaringan saraf tiruan terdiri dari beberapa metode, yaitu metode *hebb*, metode *perceptron*, metode *backpropagation*, metode *adaline*. Proses kerja dari *artificial neural network* adalah untuk menggambarkan dan mengelompokkan bentuk yang berbeda dari beberapa populasi yang telah diketahui, sehingga populasi tersebut terpisah dengan baik serta dapat menentukan fungsi pembeda antar kelompok dan mengklasifikasikan objek baru ke dalam kelas atau kelompok.

Kelebihan dari *artificial neural network* ini adalah tidak perlu adanya asumsi bahwa data harus berdistribusi multivariat normal dan metode ini mempunyai ketelitian yang sangat tinggi serta dapat membantu dalam menyederhanakan berbagai permasalahan yang tidak bisa diselesaikan dengan menggunakan pendekatan matematis atau pendekatan numerik.

Metode lain dari *artificial neural network* adalah *adaline*. Metode *adaline* dicetuskan oleh Widrow dan Hoff(1960), pada dasarnya menggunakan aktivasi bipolar (1 atau -1) untuk sinyal input dan target output di mana bobot dalam koneksi yang berasal dari unit input ke *adaline* mempunyai bias, bobot yang ada dalam suatu koneksi di suatu jaringan dapat diatur dan fungsi aktivasi nya selalu 1.

Prasanti Silvia dari Universitas Negeri Semarang (2016) dengan judul penerapan algoritma *adaline* untuk menentukan jenis penyakit dan ramuan obat cina (produk tianshi) yang digunakan untuk mengobatinya, menyatakan bahwa algoritma ini dapat digunakan untuk menentukan jenis-jenis ramuan obat cina (produk tianshi) dari suatu gejala-gejala penyakit yang telah ditentukan, demikian algoritma ini dapat digunakan untuk mengelompokkan data curah hujan yang ada. Yasin Fahmi dari Universitas Islam Indonesia (2011) dengan judul peramalan nilai harga saham menggunakan jaringan saraf tiruan dan algoritma genetik, menyatakan bahwa bias merupakan sebuah unit masukan yang nilainya selalu satu.

Penelitian lainnya yaitu, Choirun Nisa (2009) tentang Algoritma *backpropagation* pada jaringan saraf buatan lapisan banyak, menyatakan bahwa algoritma *backpropagation* dalam menentukan bobot yang tepat pada permasalahan klasifikasi dengan cara membuat struktur jaringan terlebih dahulu. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan dua metode sekaligus yaitu *backpropagation* dan *adaline* yang digunakan untuk memprediksi curah hujan di Kota Padang, berdasarkan data curah hujan yang sudah tercatat sebelumnya. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan yang didapatkan dari 3 stasiun penakar hujan yang ada di Kota Padang tahun 2003-2019.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, permasalahannya adalah kita tidak mengetahui keakuratan dan ketepatan metodenya dalam hal memprediksi curah hujan di Provinsi Sumatra Barat khususnya di Kota Padang, karena Kota Padang merupakan salah satu pusat perekonomian di Sumatra Barat yang sering dilanda banjir.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Hujan

Hujan adalah proses pengembalian air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi. Pengembalian ini akibat dari udara yang naik hingga melewati ketinggian kondensasi dan berubah menjadi awan. Di dalam awan terjadi proses tumbukan dan penggabungan antar butir-butir air yang akan meningkatkan massa dan volume butir air, jika butiran air akan turun dalam bentuk hujan. Agar terjadi hujan terdapat tiga faktor utama yang penting, yaitu: massa udara yang lembab, inti kondensasi (seperti partikel debu, kristal garam), dan suatu sarana sebagai tempat berlangsungnya proses pendinginan akibat udara. Pengangkatan massa ke udara ke atmosfer dapat berlangsung dengan cara-cara pendinginan siklonik, orografis, dan konvektif (Iskandar, 2012).

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan	
	1 Jam	24 Jam
Hujan Sangat Tinggi	< 1	< 5
Hujan Ringan	1-5	5-20
Hujan Normal	5-10	20-50
Hujan Lebat	10-20	50-100
Hujan Sangat Lebat	>20	>100

Durasi hujan adalah waktu yang dihitung dari saat hujan mulai turun sampai berhenti, yang biasanya dinyatakan dalam jam. Intensitas

hujan merata adalah perbandingan antara kedalaman hujan dengan intensitas hujan, misalnya hujan dalam 5 jam menghasilkan kedalaman 5 mm, yang berarti intensitas hujan merata adalah 10 mm/jam. Demikian juga hujan dalam 5 menit sebesar 6 mm, yang berarti intensitas reratanya adalah 72 mm/jam (Triatmodjo, 2013).

2. Artificial Neural Network

Artificial neural network adalah suatu metode pengelompokan dan pemisahan data yang prinsip kerjanya sama seperti *neural network* pada manusia. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. *Artificial neural network* dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran (Puspitaningrum, 2006).

Artificial neural network mempunyai beberapa kelebihan di antaranya:

- Artificial neural network* bersifat non linier
- Artificial neural network* bersifat adaptif
- Artificial neural network* bersifat tahan terhadap kesalahan
- Artificial neural network* dapat melakukan generalisasi

3. Metode Backpropagation

Backpropagation atau propagasi balik merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Di dalam jaringan propagasi balik ini, setiap unit yang berada di lapisan *input* terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan.

Kusumadewi (2003) menyatakan bahwa algoritma belajar *backpropagation* adalah sebagai berikut:

- Perhitungan nilai keluaran *neuron* pada lapisan tersembunyi dan *output*.
- Perhitungan kesalahan dalam proses belajar disebut dengan fungsi aktivasi.
- Perhitungan hubungan *neuron-neuron* dalam lapisan tersembunyi maupun lapisan *output*, di mana persamaan yang digunakan untuk perhitungan hubungan baik untuk lapisan tersembunyi maupun

lapisan *output*, tergantung dari fungsi aktivasi yang digunakan.

- Perhitungan nilai perubahan bobot dan *bias*.

$$\text{Perubahan bobot: } \Delta W(x, y) = \Delta \delta y_j^x$$

$$\text{Perubahan bias: } \Delta q(x, y) = \Delta \delta_i$$

- Perhitungan nilai dan bobot *bias* baru.

Bobot baru:

$$w_{ij}^{i+1} = w_{ij}^t + \Delta w_{ij}^t = \text{momentum} \cdot w_{ij}^{i+1}$$

$$\text{Bias baru: } q_j^{i+1} = q_j^t + \Delta q_j^t$$

- Langkah-langkah tersebut diulang sampai didapatkan nilai keluaran kecil sehingga mencapai pemberhentian *error* yang diharapkan.

4. Metode Adaline

Metode *adaline* dicetuskan oleh Widrow dan Hoff (1960), pada dasarnya menggunakan aktivasi bipolar (1 atau -1) untuk sinyal input dan target output dimana bobot dalam koneksi yang berasal dari unit input ke *adaline* mempunyai bias, bobot yang ada dalam suatu koneksi di suatu jaringan dapat diatur dan fungsi aktivasinya selalu 1. Aturan pembelajaran akan meminimalisasi rata-rata kesalahan yang terjadi antara aktivasi dengan nilai target (Ridya, 2007).

Secara umum, *adaline* dapat dilatih dengan menggunakan delta rule seperti LMS (*Least Mean Square*) atau aturan Widrow dan Hoff. Aturan atau algoritma *adaline* juga digunakan untuk jaringan satu lapisan dengan beberapa unit input. *adaline* hanya mempunyai satu unit output (Ridya, 2007).

METODE PENELITIAN

1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data bulanan 3 stasiun penakar hujan di Kota Padang yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatra Barat Tahun 2003 - 2019.

2. Variabel Penelitian

Variabel respons yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel curah hujan (X) sebagai nilai input, Unit Output merupakan solusi dari unit *Input* (Y) dan Unit tersembunyi (*Hidden Layer*) adalah merupakan lapisan yang tidak terkoneksi

secara langsung dengan lapisan *input* atau *output*, memperluas kemampuan *artificial neural network* (Z). Adapun Definisi Operasional Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah X yaitu data curah hujan bulanan antara tahun 2003-2019, Y adalah hasil prediksi curah hujan bulanan berdasarkan data curah hujan yang ada, dan Z adalah output jaringan di *layer*.

3. Analisis Data

Secara umum tahapan-tahapan proses pada Backpropagation adalah dibagi menjadi 5 tahap yaitu:

1. Inisialisasi bobot awal
2. Melakukan perhitungan *feedforward*
3. Melakukan perhitungan backpropagation
4. Menghitung bobot dan bias baru
5. Menghitung MSE.

Begitu juga untuk metode *Adaline* secara umum tahapan-tahapan prosesnya adalah dibagi menjadi 4 tahap yaitu:

1. Inisialisasi data
2. Menghitung respon unit dan fungsi aktivasi
3. Menghitung Error
4. Menghitung perubahan bobot dan perubahan bias

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Training dan Data Testing

Data curah hujan yang berjumlah sebanyak 204 bulan di setiap stasiun penakar hujan tersebut kemudian akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu 70% data *training* dan 30% data *testing*. Masing-masing stasiun nya sebanyak 144 bulan digunakan sebagai data *training* dan 60 bulan sebagai data *testing*. Data *training* yang akan digunakan adalah data bulan Januari 2003 hingga bulan November 2014. Data *testing* yang akan digunakan adalah data bulan Desember 2014 hingga bulan Desember 2019.

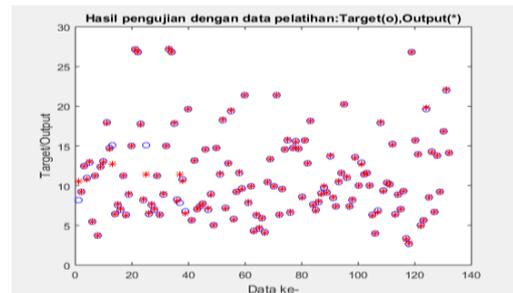
2. Pelatihan Backpropagation

Setelah didapatkan arsitektur jaringan terbaik, selanjutnya arsitektur tersebut digunakan untuk

melakukan *training* dan *testing*. Pada penelitian ini menggunakan arsitektur jaringan 12-10-5-1, yaitu 12 buah *input*, dua *hidden layer* dengan 10 dan 5 neuron dan satu buah *output*. Target *error* yang digunakan atau yang ingin dicapai sebesar 0.01 dan iterasi maksimal 15000.

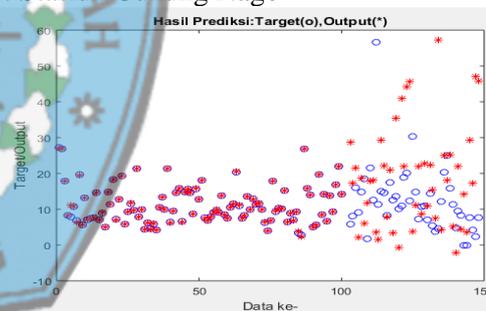
Berikut ini adalah grafik antara target dan hasil prediksi JST berdasarkan data pengujian.

1. Stasiun Batu Busuk



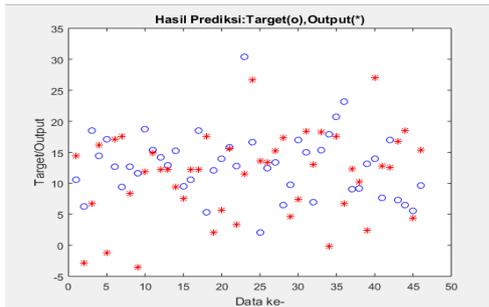
keluaran jaringan (o) dan target (*) sebagian besar sudah berdekatan (hampir menempati posisi yang sama). Hasil terbaik terjadi apabila posisi keluaran(o) dan target(*) betul-betul berada pada posisi yang sama.

2. Stasiun Gunung Nago



titik berwarna merah merupakan data *output* yang dihasilkan oleh jaringan atau data prediksi dan lingkaran biru merupakan data asli. Dari gambar tersebut dapat diketahui hasil prediksi lebih dari setengah data target sudah mendekati data asli meskipun masih ada beberapa data yang hasil prediksinya cukup jauh. Keluaran jaringan (o) dan target (*) sebagian besar sudah berdekatan (hampir menempati posisi yang sama).

3. Stasiun Ladang Padi



Titik berwarna merah merupakan data *output* yang dihasilkan oleh jaringan atau data prediksi dan lingkaran biru merupakan data asli. Dari gambar tersebut dapat diketahui hasil prediksi sebagian besar sudah berdekatan tetapi tidak tepat sama. Hasil terbaik terjadi apabila posisi keluaran(o) dan target(*) betul-betul berada pada posisi yang sama, namun model ini tetap masih bisa digunakan karena jarak titik nya tidak terlalu jauh. Walaupun dari hasil keluaran jaringan tidak sama persis, tetapi masih bisa digunakan untuk meramalkan curah hujan karena hasil prediksi tidak jauh melenceng dari data aslinya.

3. Pemodelan *Adaline*

Sebelum dilakukan pemodelan dengan *Adaline*, dilakukan normalisasi terlebih dahulu terhadap data. Normalisasi merupakan proses menentukan nilai maksimum dan minimum data.

4. Inisialisasi Bobot dan Bias

Proses inisialisasi data merupakan proses memasukkan data yang akan digunakan. Dalam hal ini data yang akan digunakan adalah data curah hujan dengan 5 jaringan (*neuron*) dan 1 bias dengan nilai random dan *learning rate* sebesar 0,2.

Inisialisasi bobot dan bias dengan mengisi sembarang angka. Dengan membuat 5 jaringan. Disini dalam inisialisasi bobot dan bias Bobot dan bias awal diisi dengan bilangan acak kecil acak dalam interval [-0.5, 0.5].

5. Perhitungan *Error*

Kuadrat selisih antara target (t) dan keluaran jaringan f(net) merupakan error yang terjadi. Dalam aturan delta, bobot dimodifikasi sedemikian hingga error-nya minimum. Nilai *error* yang dihasilkan jaringan terhadap nilai target dapat dilihat pada Lampiran 3.

6. Perbandingan Keakuratan Hasil Prediksi *Backpropagation* dan *Adaline*

Perbandingan keakuratan metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu hasil keluaran jaringan terhadap target yang diinginkan, seberapa besar selisih nilai nya juga bisa dilihat dari jauh atau tidak nya jarak titik prediksi dengan keluaran jaringan. Pada penelitian ini juga digunakan perbandingan nilai MSE untuk melihat mana metode yang lebih akurat.

<i>MSE</i>	Batu Busuk	Gunung Nago	Ladang Padi
<i>Backpropagation</i>	0.02599	0.04128	0.15077
<i>Adaline</i>	0.45819	0.40455	0.8765

Berdasarkan di atas dapat terlihat bahwa model terbaik yang selanjutnya akan digunakan untuk memprediksi curah hujan di Kota Padang kedepannya adalah menggunakan metode *Backpropagation* karena memiliki nilai MSE yang lebih kecil dibanding metode *Adaline*.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai bahwa metode *Backpropagation* lebih akurat digunakan untuk prediksi atau meramalkan suatu nilai daripada metode *Adaline*. Hal ini berdasarkan perbandingan nilai MSE keduanya, cara lain untuk melihat perbedaan keakuratan dari kedua nya yaitu melalui plot nilai keluaran jaringan dan output yang diinginkan. Sebuah jaringan dikatakan mampu dan akurat untuk bisa dipakai dalam prediksi apabila nilai target dengan keluaran jaringan nilai nya tidak terpaut jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W. (2010). “*Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman di Sub DAS Keduang*”. Surakarta: Skripsi Universitas Sebelas Maret.
- Aldrian, E. (2003). “*Dissertation: Simulation of Indonesian Rainfall With a Hierarchy of Climate Models*”. Jerman: Max-Planck-Institut für Meteorologie.

- Arif Jumarwanto, Rudy Hartanto dan Dhidik Prastiyanto. (2009). “Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk memprediksi penyakit THT di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus”. Jurnal Teknik Elektro Vol.1 No.1.
- Ba, M. (2008). “An Overview of Satellite-Based Rainfall Techniques”. Presented at Sixth NOAA-CREST Symposium, Mayaguez, Puerto Rico.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Sumatera Barat. <https://bpbd.sumbarprov.go.id/details/news/280>. [diakses 28 Mei 2020]
- Dinas Pengelola Sumber Daya Air. Sumatera Barat. <https://psda.sumbarprov.go.id/details/hujan/330>. [diakses 28 Mei 2020]
- Fausett, L.. (1994). “Fundamentals of Neural Networks”. New Jersey: Prentice Hall.
- Girsang, F. (2008). “Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Rasional pada DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang”. Sumatera Utara: Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- <https://www.liputan6.com/regional/read/4181587/banjir-dan-longsor-menerjang-solok-1-orang-tewas>. [diakses 28 Mei 2020]
- Iskandar, F. (2012). “Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas”. Depok: Skripsi Universitas Indonesia.
- Kusumadewi, S.. 2003. “Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)”. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A., Paulhus, J. L., & Hermawan, Y. (1996). “Hidrologi untuk Insinyur (Edisi Ketiga)”. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Makridakis, S. dan Steven C.W.. (1999). “Metode dan Aplikasi Peramalan”. Jakarta: Erlangga.
- Puspitaningrum, D.. (2006). “Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan”. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ridya, Andri Putra. (2007). “Penerapan Algoritma Adaline untuk Menentukan Jenis Penyakit dan Ramuan Obat Cina (Produk Tianshi) yang Digunakan untuk Mengobatinya”. Yogyakarta: Skripsi Universitas Sanata Dharma.
- Ripley, B.D.. (1996). “Pattern Recognition and Neural Network”. Cambridge: University Press.
- Saw, B. L. (2005). “Thesis: Infrared And Passive Microwave Satellite Rainfall Estimate Over Tropics”. Columbia: Faculty of the Graduate School University of Missouri.
- Seyhan, E. (1990). “Dasar-Dasar Hidrologi”. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Siang, Jong Jek. (2005). “Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramannya Menggunakan Matlab”. Yogyakarta: Andi Offset, 2005.
- Stern, H.S.. (1996). “Neural Network in Applied Statistics. Technometrics”. Vol. 38 No.3.
- Suprayogi, S., Purnama, I. L., & Darmanto, D. (2014). “Pengelolaan Daerah Aliran Sungai”. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Tjasyono, B. (2004). *“Klimatologi”*. Bandung: Penerbit ITB.

Triatmodjo, B. (2013). *“Hidrologi Terapan”*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.

Wulandari, P. (2008). *“Analisa Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Rasional pada DAS Wampu Kabupaten Langkat”*. Sumatera Utara: Skripsi Universitas Sumatera Utara.

