

## PERBANDINGAN MODEL CURAH HUJAN LIMPASAN ANTARA METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN METODE SACRAMENTO

DENNY YATMADI<sup>1</sup>, NUZUL BARKAH PRIHUTOMO<sup>2</sup>

*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta (PNJ)*

*Kampus Baru UI Depok 16425*

### ABSTRACT

*The rainfall-runoff modeling is needed to fill in the data or make the data longer. Some method can be used for forecast rainfall processing or runoff like sacramento or artificial neural network (ann). The ann is one of artificial intelligent that is an artificial representation of human's brain which always try to simulation learning process of its. This model is a black box model, so implementation did not need complete science between many aspects in rainfall-runoff happened process.*

*The case study on the upstream of citarum river basin (saguling dam). The data used are a rainfall data (11 rain station), inflow and sediment rate of month during 19 years from 1986 up to 2004. Rainfall data is input and inflow rate is target output. This research use sacramento and reduced gradient method.*

*The result for training step sacramento's method the correlation is 81 % and reduced gradient's method the correlation is 99 %. For testing sacramento's method the correlation is 83.22 % and reduced gradient's method alternative 2 with four hidden node gives the correlation is 65.57 %.*

*For the next step especially the artificial neural network method still need improvement so that the artificial neural network can be used for modeling of rainfall runoff process.*

*Keywords : rainfall runoff, sacramento, artificial neural network, hidden node, reduced gradient.*

### PENDAHULUAN

Untuk keperluan analisa hidrologi diperlukan data hidrologi yang panjang, tetapi sering dijumpai data yang tersedia tidak lengkap atau bahkan tidak ada sama sekali. Sesuai dengan karakteristik fenomena hidrologi suatu daerah pengaliran sungai, aliran sungai berubah-ubah tidak beraturan, oleh karena itu sukar untuk meramalkan besarnya debit yang melintasi penampang sungai secara pasti pada suatu saat tertentu dan jumlah sediment yang terbentuk. Fenomena yang penting untuk dianalisa adalah aliran permukaan yang sangat berhubungan erat dengan curah hujan yang turun pada daerah aliran sungai (DAS).

Untuk mendekati fenomena tersebut, maka perlu dikembangkan suatu analisa system hidrologi dengan menggunakan model yang merupakan penyederhanaan kenyataan alam yang sebenarnya. Analisa sistem yang nama lainnya adalah sistem rekayasa (*engineering system*) adalah suatu metode untuk mempelajari dan menganalisa

berbagai aspek dari suatu sistem. Untuk itu dengan menggunakan model, baik model matematik maupun model fisik, menurut Yacob Y. Haimes dapat ditemukan strategi yang terbaik berbagai alternative yang ada dengan memperhatikan keterbatasan-keterbatasan dari sistem tersebut.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah salah satu alternative model yang dapat digunakan untuk pemodelan hidrologi. Teknik pemodelan jaringan syaraf tiruan Jaringan Syaraf Tiruan disingkat JST, merupakan jaringan yang dibuat dengan diilhami oleh struktur dan cara kerja otak dan sel syaraf manusia. Sejak awal tahun 1990-an JST telah dengan sukses digunakan dalam bidang-bidang yang berhubungan dengan sumber daya air, seperti pemodelan hujan-limpasan, peramalan debit sungai, pemodelan air tanah, kualitas air, kebijakan manajemen air.

Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) ini akan diterapkan pada peramalan besarnya aliran air dan laju sedimen sekaligus dengan memasukkan inputnya

adalah curah hujan yang turun dalam Daerah Aliran Sungai sehingga diharapkan akan didapatkan data peramalan yang akurat. Data yang akurat ini diharapkan dapat membantu dalam perencanaan dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai, khususnya waduk.

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan data

Pengumpulan data meliputi proses pengumpulan data yang terkait dengan data penelitian yaitu data hidrologi, aliran permukaan. Data hidrologi meliputi data curah hujan, data aliran permukaan merupakan data hasil pengukuran debit sungai Citarum beserta lokal inflow yang masuk. Data dikumpulkan pada instansi yang terkait (dalam hal ini UBP. Saguling) dengan jumlah data minimal 10 tahun terakhir. Waktu yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini dari tahap pengumpulan data sampai penyelesaian penelitian adalah enam bulan dimulai dari bulan Mei 2009 sampai dengan bulan Oktober 2009

### Persiapan dan Pengolahan data

Persiapan dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Depok. Tahap pertama dalam proses pembelajaran adalah menyiapkan data. Data dikelompokkan menjadi dua bagian data yang akan digunakan sebagai data pembelajaran (training) dan data pengujian (testing). Data training terdiri dari data input training dan data target training. Data testing terdiri dari data input testing dan target testing.

Dalam penelitian ini disiapkan data curah hujan dan data debit sungai periode bulanan selama 19 tahun (228 data bulanan) yaitu dari tahun 1986 sampai tahun 2004. Untuk panjang data 19 tahun (228 data bulanan), dibagi menjadi 12 tahun (144 data bulanan) digunakan sebagai data pembelajaran/*training* yaitu data tahun 1986 sampai 1997, 7 tahun (84 data

bulanan) untuk data pengujian/*testing* yaitu data tahun 1998 sampai 2004. Dalam penelitian ini data input menggunakan data hujan pada masing-masing pos stasiun penakar hujan, sedangkan data target output menggunakan data debit aliran sungai.

### Kalibrasi Model Sacramento Dengan Solver

Sebelum pemodelan rainfall-runoff digunakan untuk menghasilkan debit dari data hujan yang tersedia, maka terlebih dahulu hasil dari Model Sacramento ini dilakukan kalibrasi untuk mengetahui bagaimana perbandingan antara hasil keluaran (output) model ini dengan data hasil pengamatan yaitu dari stasiun pengamatan debit yang ada, dalam hal ini adalah pos pengamatan debit di Saguling. Kalibrasi menggunakan perangkat lunak *Solver* yang merupakan *Add-Ins* dalam perangkat lunak *Microsoft Excel*.

Selanjutnya kolom perhitungannya mengalami penambahan sebagai berikut:

Tabel .1. Output Model Sacramento

Output Model	Avg
Mean Abs. Error	
Correlation Coeff.	
Std. Square Error	
	Q comp. Q obs.
Q avg (mm)	
Q max (mm)	
Q min (mm)	
Std. Dev.	
Rainfall-Runoff Coeff.	

### Pembelajaran Metode Reduced Gradient

Pembelajaran atau kalibrasi dalam reduced gradient berfungsi untuk menentukan nilai atau bobot hubungan antar syaraf dan dilaksanakan dengan menggunakan data-data masukan dan keluaran yang sudah disiapkan sebelumnya. Proses pembelajaran yang diterapkan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode reduced gradient. Fungsi aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi aktivasi

sigmoid atau fungsi logistik (logistic function) sebagai berikut :

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}}$$

Metode ini merupakan pengembangan program non linier iterasi dimana program tersebut mencoba mempertahankan kelayakan pada setiap iterasi. Pendekatan tersebut mempunyai banyak keuntungan, jika setiap estimasi adalah layak, algoritma dapat dihentikan sebelum konvergen dan solusi pendekatannya tetap dapat digunakan. Proses konvergensinya dapat dilihat pada setiap iterasi yang diukur langsung dengan menggunakan nilai dari fungsi obyektifnya (Nash, 1996).

### Penentuan Model Pilihan

Dari hasil pengujian setiap pola arsitektur dipilih satu pola untuk metode back propagation dan satu pola metode reduce gradient yang menghasilkan data bangkitan paling optimal sebagai model pilihan dalam pemodelan JST. Untuk menentukan salah satu model pilihan (baik metode Sacramento atau reduce gradient) dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu: secara grafis dan analisa statistik. Secara grafis adalah:

- Hidrograf debit berdasarkan hasil model dan data pengamatan
- Simpangan data hasil model terhadap data pengamatan
- Scatter diagram hasil model dan data pengamatan
- Flow duration curve hasil pemodelan dan data pengamatan
- Grafik mean square error (MSE)

Dan untuk analisa secara statistik, parameter-parameternya antara lain adalah:

- Mean square error (MSE)
- Simpangan baku (standard deviasi)
- Nilai rata-rata
- Koefisien korelasi (correlation coefficient)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter statistika pembelajaran inflow metode reduce gradient dan Sacramento

Parameter	Alternatif				Data pengamatan
	Sacramento	1	2	3	
Maksimum	343.20903	260.89548	260.89548	260.89548	260.895698
Minimum	0.00000	5.1776667	5.1776667	5.1776667	5.1777
Rata-rata	95.21399	95.28343	95.230062	95.223636	95.21399167
Standar deviasi	70.05279	63.431207	63.384521	63.389843	63.39629419
Korelasi	0.80330	0.9999974	0.9999999	1	0.999999994
MSE	890.01393	0.0135589	0.0007237	1.44E-04	3.76E-01

Parameter statistika pengujian untuk inflow metode reduce gradient dan Sacramento

Parameter	Alternatif				Data pengamatan
	Sacramento	1	2	3	
Maksimum	312.41519	253.6986	252.8193	246.8612	244.0825
Minimum	0.00000	52.2621	45.4035	48.0575	51.1748
Rata-rata	100.95250	87.59303	86.85082	87.2402	86.84785476
Standar deviasi	66.44600	33.39075	36.70106	34.29921	33.24653265
Korelasi	0.83225	0.627117	0.655752	0.60428	0.572580785
MSE	790.04248	1114.885	1041.472	1157.724	1223.676759

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan ,maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hidrograf hasil pembelajaran (*training*) yang diperoleh dengan menggunakan *Sacramento* maupun pemodelan *Jaringan Syaraf Tiruan* memberikan hasil yang cukup baik untuk inflow. Untuk metode Sacramento sebesar 80 % sedangkan metode Reduce Gradient berkisar antara 98 -99 % untuk alternatif satu sampai alternatif empat.
2. Untuk proses pembelajaran metode Reduce Gradient memberikan hasil yang paling optimal dibuktikan dari nilai MSE dan korelasi pada masing-masing alternatif.
3. Dari keseluruhan hasil pengujian berdasarkan parameter statistika ditetapkan bahwa untuk pemodelan Sacramento memberikan hasil MSE 709.042 dengan korelasi sebesar 83.22 % sedangkan untuk metode Jaringan Syaraf Tiruan dipilih alternatif dua (4 *hidden node*) dengan memberikan hasil nilai MSE 1041.472 dan korelasi sebesar 65.57 %.
4. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa metode Sacramento yang memberikan hasil yang paling optimal

pada penelitian ini dan dapat digunakan untuk mensimulasikan perhitungan hujan-limpasan pada suatu daerah aliran sungai. Dengan masukan berupa data hujan, data klimatologi, serta parameter-parameter lainnya yang dikalibrasikan dengan bantuan perangkat lunak *Solver* dalam *Microsoft Excel*, maka dapat diperoleh debit aliran permukaan pada daerah aliran sungai tersebut

5. Dari pemodelan *Jaringan Syaraf Tiruan* telah dipilih pola arsitektur yang mendekati data pengamatan yaitu pemodelan alternative dua dengan jumlah syaraf pada lapisan tersembunyi (*hidden node*) berjumlah empat untuk metode *Reduce Gradient*.

#### Saran

Penerapan pemodelan dalam penelitian ini masih terdapat penyimpangan antara hasil pemodelan dengan data pengamatan, sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut agar pemodelan tersebut dapat dijadikan acuan untuk pengembangan selanjutnya.

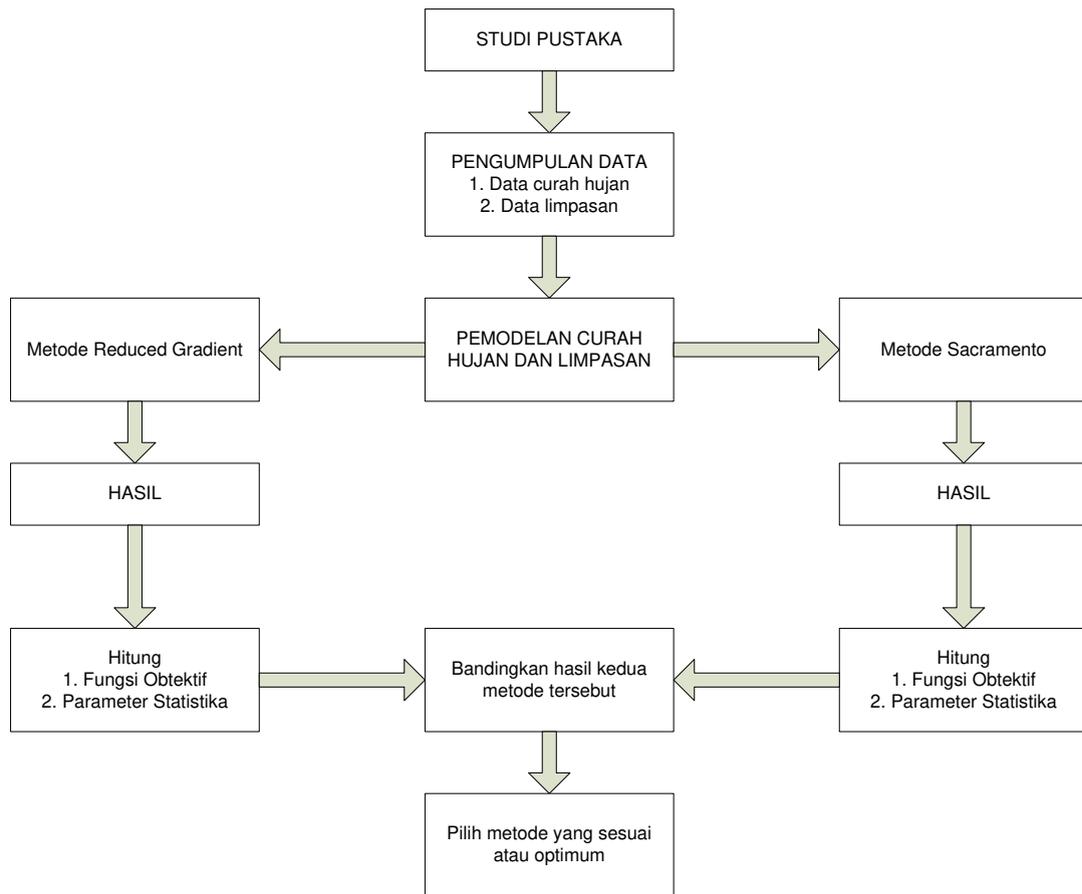
Pengujian terhadap beberapa variasi hasil bobot hubungan masing-masing pola arsitektur pada JST.

Baik metode Sacramento atau Jaringan Syaraf Tiruan perlu diperhatikan kualitas data pengamatan baik untuk curah hujan, inflow serta data-data lapangan yang lainnya karena kualitas data sangat berpengaruh terhadap hasil keluaran (output) pemodelan.

Perlu dicoba pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode pembelajaran yang lain seperti Hebb Rule atau Radial Basis Function.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadihardaja I.K, Stream Flow Discharge and Relation Using Artificial Neural Network, *Media Komunikasi Teknik Sipil*, volume 10, No. 1, Februari 2002,1 – 15.
- [2] Babovik Vladan and Gopakumar, Seabed Recognition Using Neural Networks, *D2K Technical Report*, D2K TR 0399-1, Marc 1999.
- [3] Babovic Vladan and Hristov Bojkov, Ventzi, Runoff Modelling with Genetic Programming and Artificial Neural Networks, *D2K Technical Report*, D2K TR 0401-1, April 2001.
- [4] Fausett Laurence, *Fundamental of Neural Networks*, Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey, 1994.
- [5] Kusumadewi Sri, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, (2003).
- [6] Linsley, K. Ray dan Joseph B. Fransini, *Teknik Sumber Daya Air*, Erlangga, 1987
- [7] *Journal of Hidrologic Engineering*, April 2000
- [8] Seyhan, Ersin, *Dasar-Dasar Hidrologi*, Gadjah Mada University Press, 1977.
- [9] Soemarto. CD, B.I.E, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, 1993.
- [10] Sosrodarsono Suyono, *Takeda Kensaku, Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, 1976.
- [11] Wangsadipura Mulyana, *Catatan Kuliah Hidrologi*, Departemen Teknik sipil, ITB



Gambar 1. Diagram alir penelitian

