

# Prediksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Debit Andalan di DAS Kweng Aceh

*by Ichwana Turnitin*

---

**Submission date:** 27-Mar-2023 10:53AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2047601898

**File name:** 4b\_2016\_Prediksi\_Dampak\_Perubahan\_Iklim.docx (683.58K)

**Word count:** 2208

**Character count:** 13451



12

## Prediksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Debit Andalan di DAS Krueng Aceh

[Prediction of Climate Change Impact on Dependable Discharge in Krueng Aceh Watershed]

T. Ferijal, Dewi Sri Jayanti, Mustafri

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Darussalam, Banda Aceh, 23111

E-mail: [I.ferijal@unsyiah.ac.id](mailto:I.ferijal@unsyiah.ac.id)

Abstract: Previous studies have shown that the dependence of agriculture water resources will be the higher of the effects of climate change. However, data limitations make it difficult to predict the impact of climate change on water resources. This study aims to predict changes in dependable discharge as the impact of climate change. Discharge relationship with climate parameters modeled using Artificial Neural Network (ANN), while the relationship of climate parameters change with changes in discharge obtained using Geostatistical Analysis module of ArcGIS 10.1. The ANN model performed well in predicting monthly discharge of Krueng Aceh River. The climate condition for period 2046-2065 under scenario AIB is obtained from Climate Analysis Tool Website. Future climate condition shows that average monthly temperature of the study area is predicted to increase between 1.2-1.9°C while the monthly rainfall will increase during June to November. The analysis shows that the impact of rising temperatures and changing rainfall distribution will impact dependable discharge. The highest reduction of dependable discharge will occur in February which is reduced by 61 m<sup>3</sup>/sec, while the highest increase is in July for 1.39 m<sup>3</sup>/sec.

Keywords—Dependable discharge, climate change, artificial neural network, Krueng Aceh Watershed.

### I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim membawa dampak yang sangat signifikan terhadap air permukaan yang merupakan air irigasi. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa perubahan iklim meningkatkan suhu udara dan sehingga secara langsung akan berpengaruh pada karakteristik curah hujan dan dampak perubahan iklim maupun terdapat kita rasakan secara langsung peningkatan suhu udara dan hari hujan yang terasa dan ketersediaan air

Secara umum perubahan iklim sangat mempengaruhi siklus hidrologi. Gosain dkk (2005) menyatakan bahwa dampak perubahan iklim akan sangat mempengaruhi siklus hidrologi terutama terhadap air tanah dan air permukaan. Debit sungai sebagai sumber utama air permukaan sangat sensitif terhadap perubahan iklim terutama variasi curah hujan dan suhu udara (Yang et al, 2012). Perubahan-perubahan pada debit sungai akan mempengaruhi ketersediaan air bagi irigasi dan kebutuhan lainnya yang mengandalkan air permukaan.

Hasil penelitian terdahulu di DAS Krueng Aceh menunjukkan bahwa sejak tahun 2000, telah terjadi perubahan yang nyata pada beberapa

parameter iklim seperti: temperatur rata-rata, temperatur maksimum, kelembaban, lama penyinaran dan radiasi matahari (Ferijal dkk, 2016). Sementara itu Daerah Irigasi (DI) Krueng Aceh dengan luas kiirang lebih 7,500 Ha sangat bergantung pada debit Sungai Krueng Aceh. Pada saat ini pada beberapa bagian DI ini sering mengalami kekekingan akibat kekurangan suplai debit. Kondisi ini tentunya akan semakin parah untuk masa depan dimana akibat perubahan iklim maka akan terjadi perubahan terhadap debit yang tersedia untuk irigasi.

Telaah tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap lingkungan dan mmusia pada dasarnya sangat penting. Hal tersebut disebabkan bukan hanya karena dampak tersebut sangat bervariasi dari suatu lokasi ke lokasi yang lain, tetapi juga merupakan dasar yang sangat penting dalam upaya untuk meminimalisir atau setidaknya mengantisipasi dampak yang mungkin timbul. Namun demikian, studi tentang perubahan iklim dan adaptasinya masih sangat jarang dilakukan terutama di negara-negara sedang berkembang yang umumnya disebabkan oleh ketersediaan data dan informasi yang digunakan dalam mensimulasikan perubahan iklim dan dampaknya.

Secara umum perubahan yang terjadi pada debit dapat disimulasikan dengan menggunakan model hidrologi dengan menggunakan berbagai skenario perubahan iklim masa depan sebagai input. Curah hujan, suhu udara dan laju penguapan merupakan parameter-parameter iklim yang biasa digunakan dalam pemodelan hidrologi (Lenderink *et al*, 2007). Model hidrologi yang digunakan juga sangat bervariasi, mulai dari yang sangat sederhana dengan parameter input yang relative lebih sedikit sampai dengan model yang sangat kompleks dengan parameter input yang jauh lebih banyak. Namun pada saat ini telah berkembang suatu metode yang sangat bernianfaat dalam memecahkan persoalan-per<sup>2</sup>alan hidrologi terkait dengan sumber daya air, yaitu metode artificial neural network (ANN, jaringan syaraf buatan).

Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan dampak perubahan iklim terhadap debit andalan.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di DAS Krueng Aceh yang secara administratif terletak di Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar. DAS ini memiliki luas 1,081.2 km<sup>2</sup> yang terbagi menjadi 9

Sub DAS. Sungai utamanya adalah Sungai Aceh yang memiliki panjang 113km. Beberapa stasiun pencatatan tinggi muka air otomatis terdapat di DAS ini namun sebagian besar sudah tidak berfungsi dengan baik, sedangkan yang masih berfungsi pada umumnya adalah alat baru yang periode pencatatannya masih kurang dari 3 tahun.

DAS Krueng Aceh memiliki beberapa Daerah Irigasi dengan total luasannya 11,755 Ha yang terdiri dari DI Krueng Aceh (7,450 Ha), DI Krueng Jreu (2,350 Ha), DI Keuliling (1,440 Ha) dan DI Leubok (515 Ha). DI Krueng Aceh mendapatkan suplai air irigasi dari Sungai Seulimum melalui bendungan yang dibangun pada tahun 1992 dengan luas daerah tangkapan air 2,650 Ha. Pada hulu bendungan terdapat alat pencatat tinggi muka air otomatis yang dioperasikan mulai tahun 1982.

8

### A. Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data debit dan klimatologi. Data debit merupakan data hasil pencatatan pada alat ukur yang terdapat di bagian hulu Bendung Krueng Aceh. Data-data klimatologi seperti curah hujan, suhu rata-rata, kelembaban, lama penyinaran, dan kecepatan angin, diperoleh dari BMKG Blang Bintang dan Indrapuri yang keduanya terletak dalam DAS Krueng Aceh Kondisi iklim DAS periode 2046-2065 diperoleh dari tautan *Climate Analysis Tool* (<http://climatewizard.ciat.cgiar.org>) untuk skenario perubahan iklim AIB.

### B. Prosedur Penelitian

Penelitian terdiri dari 2 tahapan utama yaitu pemodelan hidrologi menggunakan ANN dan analisa perubahan debit akibat perubahan iklim.

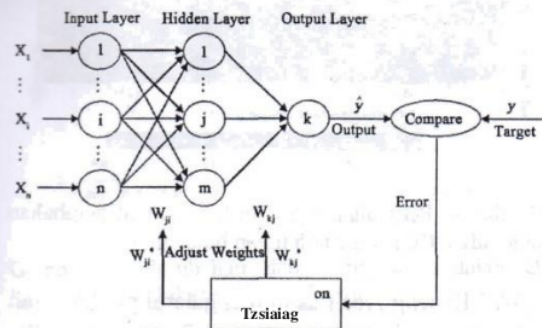
ANN pada dasarnya terinspirasi pada sistem kerja jaringan syaraf biologis yang disederhanakan. ANN merupakan suatu struktur matematika yang sangat fleksible yang mampu mengidentifikasi suatu hubungan input dan output yang kompleks dan non-linier (Lee and Kanga, 2016)

Perkembangan aplikasi ANN dalam bidang sumber daya air berkembang sangat pesat dalam dua dekade terakhir (Amirhossien *et al*, 2015; Dawson and Wilby, 2001; Singh *et al*, 2015). Hasil studi juga menunjukkan bahwasannya model ANN multi-layer preceptrom (MLP) merupakan



yang paling sering digunakan dalam pemodelan proses-proses hidrologi (Amirhossien *et al*, 2015; Dawson and Wilby, 2001; Lee and Kanga, 2016)

Penelitian ini menggunakan ANN MLP dengan algoritma *backpropagation* yang memiliki struktur seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Model ANN dengan tiga layar dan algoritma *backpropagation* (Amirhossien *et al*, 2015).

Menurut Jajarmizadeh *et al.* (2015), hal utama yang harus diperhatikan adalah pemilihan kombinasi input terbaik. Dalam penelitian ini pemilihan variabel input dilakukan berdasarkan koefisiennya dengan output, dalam hal ini adalah

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

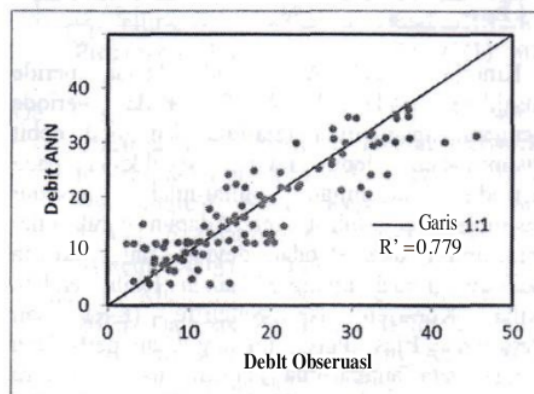
Periode 1982-1993 dipilih sebagai periode analisa berdasarkan ketersediaan data debit dan klimatologi. Berdasarkan korelasi antara debit observasi dengan variabel-variabel iklim (Tabel 1) terlihat bahwasannya debit ( $Q$ ) memiliki korelasi yang kuat dan positif dengan curah hujan ( $R$ ) dan kelembaban relatif ( $RH$ ), dan berkorelasi negatif dengan suhu rata-rata ( $T$ ). Sementara itu korelasi debit dengan kecepatan angin ( $W$ ) dan lama penyinaran ( $LP$ ) sangat rendah sehingga kedua variabel tersebut tidak dimasukkan sebagai input bagi ANN model.

TABEL 1  
KOEFSIEN KORELASI VARIABEL IKLIM DENGAN DEBIT OBSERVASI

	R	T	RH	W	LP	Q
R	1					
T	-0.24	1				
RH	0.53	-0.54	1			
W	0.07	-0.14	0.16	1		
LP	-0.31	0.08	-0.21	-0.41	1	
Q	0.47	-0.35	0.53	0.10	-0.05	1

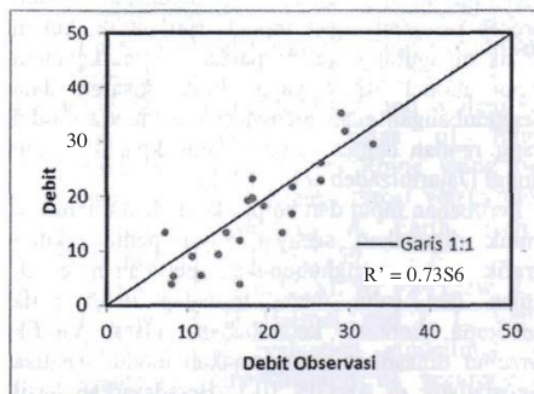
### A. Pemodelan Debit dengan ANN

Data yang digunakan untuk analisa adalah data bulanan selama 12 tahun yang kemudian dibagi menjadi 10 tahun untuk pengembangan model {*training*} ANN dan 2 tahun (1983 dan 1989) digunakan untuk menguji model yang dihasilkan {*testing*}. Perbandingan debit hasil prediksi ANN dengan debit observasi untuk periode pengembangan dan periode pengujian model disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Perbandingan debit observasi dengan debit simulasi ANN periode pengembangan model.

Berdasarkan hasil yang diperoleh terlihat bahwasannya model ANN memiliki konsistensi yang sangat bagus untuk kedua periode dengan nilai koefisien determinasi yang relatif sama. Koefisien determinasi periode pengujian sedikit lebih rendah dibandingkan dengan yang diperoleh pada periode pengembangan.



Gambar 3. Perbandingan debit observasi dengan debit simulasi ANN periode pengujian model.

**TABEL II**  
KINERJA MODEL ANN DALAM MEMPREDIKSI DEBIT  
KRUENG SEULIMUM

Parameter Statistik	Perubahan		Perubahan	
	Obs	Sim	Obs	Sim
Rerata	18.1	17.4	16.9	18.6
Maks	45.5	36.7	35.3	33.0
Min	2.4	3.8	3.8	7.1
SD	10.4	9.2	9.0	7.3
<b>Total</b>	<b>1,938.3</b>	<b>1,866.2</b>	<b>372.3</b>	<b>409.0</b>
R <sup>2</sup>	0.78		0.74	
ETs	0.77		0.59	
Paws	3.98		1.98	

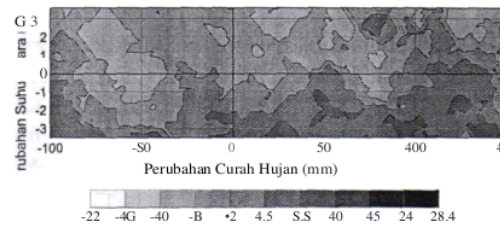
Kinerja model ANN pada kedua periode disajikan pada Tabel 2. Pada periode pengembangan, nilai rata-rata dan total debit disimulasikan lebih rendah sebaliknya pada periode pengujian nilai-nilai tersebut disimulasikan lebih tinggi. Adapun untuk nilai maksimum dan standar deviasi untuk kedua periode, model memprediksikan lebih rendah. Nilai Koefisien Nash-Sutcliffe (G<sub>ns</sub>) dan Persentase Bias (PBX) menunjukkan perbedaan yang nyata antara dua periode, namun secara keseluruhan model ANN dapat dikategorikan ke dalam model dengan kinerja cukup baik berdasarkan klasifikasi kinerja model menurut Moriasi *et al.* (2007).

#### B. Prediksi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Debit Andalan

**Prediksi potensi dampak perubahan iklim terhadap debit andalan** dilakukan dengan merubah-ubah nilai parameter input model. Kisaran nilai untuk setiap parameter tidak melebihi kisaran data yang digunakan dalam proses pengembangan model. Hal ini dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian karena kejadian input model ANN yang diluar kisaran data pengembangan akan menghasilkan kinerja model yang rendah dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi (Jajarmizadeh *et al.*, 2015).

**Perubahan input dan output** kemudian ditabulasi untuk digunakan sebagai dasar pembangkitan grafik yang menghubungkan perubahan curah hujan dan suhu udara terhadap debit pada beberapa kondisi kelembaban udara. Grafik tersebut dihasilkan menggunakan modul Analisa Geostatistik di ArcGIS 10.1. Berdasarkan hasil yang diperoleh (Gambar 4) terlihat bahwasannya peningkatan curah hujan dan suhu udara

cenderung menghasilkan perubahan yang bervariasi pada debit. Namun penurunan curah hujan dan peningkatan suhu berdampak pada penurunan debit.



Gambar 4. Perubahan debit (m³/dtk) akibat perubahan suhu udara (°C) dan curah hujan bulanan (mm).

DAS Krueng Aceh akan mengalami peningkatan suhu udara bulanan antara 1.2 sampai 1.1°

periode 2046-2065 untuk skenario perubahan iklim AIB. Sementara itu curah hujan bulk mengalami peningkatan pada terutama periode Juni-Nopember dan penurunan pada Desember, Februari serta April-Mei. Perubahan-perubahan setelah diplotkan pada grafik perubahan debit (Gambar 3) menghasilkan nilai deviasi untuk debit bulanan seperti disajikan pada Tabel 3.

**TABEL III**  
KINERJA MODEL ANN DALAM MEMPREDIKSI PERUBAHAN DEBIT KRUENG SEULIMUM

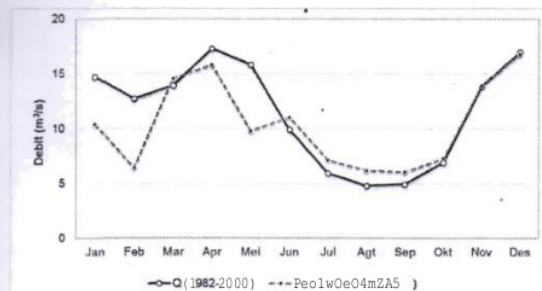
Bulan	Perubahan		
	Suhu	CH	Debit
Jan	1.3	-29.6	-4.30
Feb	1.3	-60.7	-6.31
Mar	1.4	7.0	0.64
Apr	1.4	-16.9	-1.47
Mei	1.8	-38.0	-6.03
Jun	1.7	20.0	1.10
Jul	1.8	35.8	1.18
Ag	1.9	91.9	1.39
Se	1.5	128.5	1.09
Okt	1.3	68.4	0.35
Nov	1.2	41.2	0.05
Des	1.4	-9.5	-0.18

Secara umum dapat dikatakan peningkatan curah hujan akan meningkatkan debit dan sebaliknya. Namun dengan adanya peningkatan suhu udara akibat pemanasan global meningkatkan laju

penguapan sehingga peningkatan debit yang terjadi tidak signifikan. Sebaliknya penurunan curah hujan memberikan dampak yang lebih



signifikan dimana terdapat hubungan yang positif antara penurunan curah hujan dengan penurunan debit. Kecenderungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perubahan debit ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ ) andalan DI Krueng Aceh akibat perubahan iklim

Penurunan debit terbesar terjadi pada Bulan Februari yaitu sebesar  $6.31 \text{ m}^3/\text{dtk}$  yang merupakan dampak penurunan curah hujan bulanan. Periode Juni-September, debit andalan bulanan mengalami peningkatan rata-rata  $1 \text{ m}^3/\text{dtk}$  dengan peningkatan tertinggi terjadi pada bulan Juli yaitu  $1.39 \text{ m}^3/\text{dtk}$ . Peningkatan debit pada periode tersebut merupakan akibat peningkatan rata-rata  $69 \text{ mm}$  curah hujan bulanan. Sementara itu meskipun terjadi perubahan curah hujan dan suhu udara, debit andalan periode Oktober-Desember relatif tidak berubah.

#### IV. MSIMPULAN

Aplikasi model ANN untuk memprediksi debit Sungai Krueng Aceh menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang cukup baik. Sementara suhu udara wilayah studi diprediksikan akan mengalami peningkatan sepanjang tahun, curah hujan akan meningkat pada periode Juni-November dan menurun periode Desember-Februari dan April-Mei. Dampak dari perubahan-perubahan tersebut menyebabkan terjadi peningkatan debit periode Juni-September sebesar rata-rata  $1 \text{ m}^3/\text{dtk}$ . Bulan Februari akan mengalami penurunan debit yang paling besar sedangkan debit periode Oktober-Desember relatif tidak berubah.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana berkat dukungan dana dari Lembaga Penelitian Universitas Syiah Kuala

melalui skema Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2016.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amirhossien Farzbod, Faridhossieni Alireza, Javan Kazem, Sharifi Mohammadbagher. 2015. A Comparison of ANN and HSPF Models for Runoff Simulation in Balkhichai River Watershed, Iran. American Journal of Climate Change 4: 203-216.
- Dawson C.W., and R.L. Wilby. 2001. Hydrological modelling using artificial neural networks. Progress in Physical Geography 25(1): 80—108.
- De Vos, N.J. and Rientjes, T.H.M. 2005. for Rainfall-Runoff Modeling: Trade-Offs in Hydrological State Representation and Model Evaluation. Hydrology and Earth System Sciences 9: 111-126.
- Ferijal T., Mustafiril M., dan Dewi Sri Jayanti. 2016. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Debit Andalan Sungai Krueng Aceh. Rona Teknik Pertanian 9(1): 50-61.
- Gosain, A.K., S. Rao, R. Srinivasan and N.G. Reddy. 2005. Return-flow assessment for irrigation command in the Palleru river basin using SWAT model. Hydrol. Process. 19: 19.
- Jajarmizadeh, M., Lafdani, E.K., Harun, S., and Ahmadi, A., 2015. Application of SVM and SWAT models for monthly streamflow prediction, a case study in south of Iran. KSCE J. Civil Eng. 19 (1): 345—357.
- Lee Do-Hun, and Doo-Sun Kanga. 2016. The Application of the Artificial Neural Network Ensemble Model for Simulating Streamflow. Procedia Engineering 154: 1217 — 1224.
- Lenderink Geert, Adri Buishand, and Willem van Deursen. 2007. Estimates of future discharges of the river Rhine using two scenario methodologies: direct versus delta approach. Hydrology & Earth System
- Moriasi D.N., J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel, and T. L. Veith, 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulation. Transactions of the ASABE 50(3): 885-900.

Singh Gurjeet, Rabindra K. Panda and Marc  
mers. 2015. Modeling of daily runoff  
from a small agricultural watershed using  
artificial neural network with resampling  
techniques . Journal of Hydroinformatics  
17(1).

Yang Z.F., Y. Yan, and Q. Liu. 2012. The  
relationship of Streamflow-Precipitation-

10

Temperature in the Yellow River Basin  
China during 1961-2000. Procedia  
Environmental Sciences 13: 2336—2345.

# Prediksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Debit Andalan di DAS Kweng Aceh

## ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[www.jurnal.unsyiah.ac.id](http://www.jurnal.unsyiah.ac.id)

Internet Source

3%

2

[core.ac.uk](http://core.ac.uk)

Internet Source

1%

3

[repository.ub.ac.id](http://repository.ub.ac.id)

Internet Source

1%

4

Chiyuan Miao, Haiyan Zheng, Juying Jiao, Xiaoming Feng, Qingyun Duan, Ephraim Mpofu. "The changing relationship between rainfall and surface runoff on the Loess Plateau, China", Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2020

Publication

1%

5

[faperta.ulm.ac.id](http://faperta.ulm.ac.id)

Internet Source

1%

6

M P Hatta, S S Yuni. "Changes in rainfall and discharge in Saddang Watershed, South Sulawesi, Indonesia", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019

Publication

<1%



7	<a href="http://d-nb.info">d-nb.info</a> Internet Source	<1 %
8	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	<1 %
9	Kiyoumars Roushangar, Farhad Alizadeh. "Scenario-based prediction of short-term river stage–discharge process using wavelet-EEMD-based relevance vector machine", Journal of Hydroinformatics, 2018 Publication	<1 %
10	Riya Dutta, Rajib Maity. "Temporal networks based approach for non - stationary hydroclimatic modelling and its demonstration with streamflow prediction", Water Resources Research, 2020 Publication	<1 %
11	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="http://repository.wima.ac.id">repository.wima.ac.id</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://ccaafs.cgiar.org">ccaafs.cgiar.org</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://link.springer.com">link.springer.com</a> Internet Source	<1 %

16

Y Sudriani, I Ridwansyah, H A Rustini. "Long short term memory (LSTM) recurrent neural network (RNN) for discharge level prediction and forecast in Cimandiri river, Indonesia", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019

Publication

&lt;1 %

17

Prem B. Parajuli. "Assessing sensitivity of hydrologic responses to climate change from forested watershed in Mississippi", Hydrological Processes, 2010

Publication

&lt;1 %

18

Singh, Gurjeet, Rabindra K. Panda, and Marc Lamers. "Modeling of daily runoff from a small agricultural watershed using artificial neural network with resampling techniques", Journal of Hydroinformatics, 2015.

Publication

&lt;1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off