



JILID 2 Prosiding

Pertemuan Ilmiah Tahunan PIT XXXVIII **HATHI**

Surabaya, 30 Oktober 2021

Tema :

**“DIRGAHAYU 60 TAHUN PENGELOLAAN
WILAYAH SUNGAI DI INDONESIA:
Pengelolaan Infrastruktur
untuk Ketahanan Air Berkelanjutan”**

Bekerjasama dengan



KEMENTERIAN
PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA



PEMERINTAH
PROPINSI
JAWA TIMUR



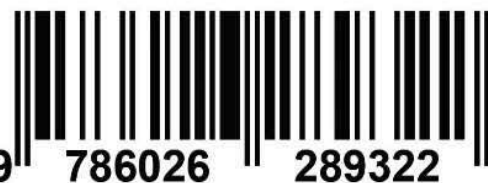
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

ISBN 978-602-6289-30-8 (no.jil.lengkap)



9 786026 289308

ISBN 978-602-6289-32-2 (jil.2)



9 786026 289322

Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) HATHI ke-38 Surabaya, 30 Oktober 2021

Tema ““DIRGAHAYU 60 TAHUN PENGELOLAAN WILAYAH SUNGAI DI INDONESIA: Pengelolaan Infrastruktur untuk Ketahanan Air Berkelanjutan”

Jilid 2
550 halaman, xii
21cm x 30cm

ISBN 978-602-6289-30-8 (no.jil.lengkap)
ISBN 978-602-6289-32-2 (jil.2)

Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI),
Sekretariat HATHI, Gedung Direktorat Jenderal SDA Lantai 8
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Jl. Pattimura 20, Kebayoran Baru, Jakarta 12110 - Indonesia
Telepon/Fax. +62-21 7279 2263
<http://www.hathi-pusat.org> | email: hathi.pusat@gmail.com

Penasehat : Ketua Umum HATHI

Pengarah : Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc. PU – SDA, ACPE
Ir. Moh. Sulaiman, M.Eng
Prof. Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., IPU
Ir. Eko Subekti, Dipl.HE., PU-SDA
Ir. Fauzi Idris, ME
Pengurus Pusat HATHI

Pelaksana :
Ketua Panitia : Dr. Ir. Muhammad Rizal, M.Sc. PU-SDA
Wakil Ketua I : Dr. techn. Umboro Lasminto, ST., MSc., PMA-SDA
Wakil Ketua II : Dr. Gusfan Halik, ST. MT., PU-SDA

Sekretaris : Dedi Yudha Lesmana, ST. MT
Wakil Sekretaris I : Ima Solikhati, ST. MT
Wakil Sekretaris II : Novi Andriany Teguh, ST. M.Sc
Wakil Sekretaris III : Dr. Ir. Entin Hidayah, MUM, PU-SDA

Bendahara : Indah Kusuma Hidayati, ST. MT
Wakil Bendahara I : Ir. Edy Tambeng Wijaya, MM
Wakil Bendahara II : Nastasia Festy Margini, ST. MT
Wakil Bendahara III : Sri Wahyuni, ST. M.Eng., Ph.D

SEKSI - SEKSI :
Seksi Sekretariat dan Dokumentasi : Ir. Rudi Novyanto Ridwan, CES, PMA-SDA
Dr. Ir. Edijatno, CES. DEA
Ir. Karwito, Sp.1., PU-SDA
Anton Dharma PM, ST. MT.
Hesti Nurina Paramita, ST. M.Sc
Muhammad Yunus, ST. M.PSDA
Joko Santoso, SE
Mochamad Hasan Wijaya, ST, M.PSDA

- Seksi Publikasi dan Humas : Ir. Bambang Sarwono, M.Sc, PMA-SDA
Fauzi Nasruddin, ST, M.Sc
Ir. Endang Wasianti, ME., PMA-SDA
Ir. Amos Sangka, Sp.1
Wiel Mushawiry Suryana, ST. MT
Mohamad Muchlisin Mahzum, ST. MT
Suwandi, SE. MM
Deny Bayu Prawesto, SH. M.PSDM
Johanes Kristoni, SE
- Seksi Materi : Ir. Djoko Sukalisno Kadiro, Dipl.HE.,PU-SDA. ACPE
Ir. Novia Rosalita, Sp.1
Mohamad Bagus Ansori, ST. M.Sc
Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT.
Novita Andrianie, ST. MT
Harri Pranowo, ST. MT
Mustofa Mukti Hidayati, ST. M.Eng
Tami Adiningtyas, ST. MT
Henty Diorina Maharastri, ST. MT
Arochma Leliyana, ST
- Seksi Persidangan : Ir. Sri Purwaningsih, MT
Wahyu Setianto, ST. MT
Dr. Mahendra Andiek Maulana, ST. MT
Retno Utami Agung Wiyono, ST. M.Eng., Ph.D
Annas Wibowo, ST. MT
Ir. Bahmid Tohari, M.Eng., PU-SDA
Evy Harmani, ST. M.Eng
Rizal Ariffudin Kurniawan, ST. MT
Agung Purnayudha, ST. M.PSDA
Rosita Ardila, ST. MT
Eny Setyoningrum, ST. MT
Kholivia Desi Ekasari, ST. MT
Bambang Risharnanda, ST
Indriani, ST. MT
- Seksi Acara : Ir. Sri Hardini Suprapti, MT
Wiwik Yunarni, ST. MT
Ir. Theresia Sri Sidharti, MT., PU-SDA
Danayanti Azmi Dewi Nusantara, ST. MT
Titin Suhartini, ST. MT
Kadek Widyaswaari, ST. MWM
Lucky Dyah Ekorini, ST. MT
Abdul Somat Bukori, S.ST. MT
Arianto, ST. MT
Eddy Hari Poerwanto, ST. MT
- Seksi Teknologi Informasi (TI) : Kalpin Nur, ST. MM
Dr. A.A. Ngr. Satria Damar Negara, ST. MT
Saifurridzal, ST. M.Eng
Achmad Ainur Rofiq Irawan, ST. MT
Ir. Soenoko, CES., PU-SDA

Hendri, ST. MT
Arif Rahmad Darmawan, ST. MT
Achmad Hariyadi, ST. MT
Endro Prasetyo Utomo

Seksi Akomodasi,
Transportasi,
dan Konsumsi : Ir. Kuntjoro, PMA-SDA
Cahyo Handono, ST. M.PSDA
Yogi Pandhu Satriyawan, ST. MT
Yudha Tantra Ahmadi, MT
Vina Citrasari, ST. MT
Budiyono, ST
Febby Ardhiantanti, S.IP
Rojikan, SE. MM
Drs. Anang Wahyudi, MM
Priambada, AM.d

Komite Ilmiah /
Scientific Committee : Prof. Nadjadji Anwar (ITS, Indonesia)
Prof. Djoko Legono (UGM, Indonesia)
Prof. Robertus Wahyudi Triweko (Unpar, Indonesia)
Prof. Indratmo Soekarno (ITB, Indonesia)
Prof. Suripin (Undip, Indonesia)
Prof. Pitojo Tri Juwono (UB, Indonesia)
Prof. Fatihah Suja' (UKM, Malaysia)
Prof. Zulkifli Yusop (UTM, Malaysia)
Prof. Daizo Tsutsumi (Mie University, Japan)
Prof. Riuji Kakimoto (Kumamoto University, Japan)
Dr. Yu-Shiu Chen (NCKU, Taiwan)
Prof. Dosun-Kang (Kyung Hee University, Korea)
: Prof. Seoktae-Kang (KAIST, Korea)
Prof. Xie Yuebo (Hohai University, China)
Prof. Liong She Yui (NUS, Singapore)
Dr. FX. Suryadi (IHE Delft, the Netherlands)
Prof. Mukand Babel (AIT, Thailand)
Prof. D.S. Arya (IIT Roorkee, India)

Reviewer : Prof. Nadjadji Anwar
Dr. Moch. Amron
Prof. Indratmo Soekarno
Prof. Djoko Legono
Prof. Suripin
Prof. Budi S. Wignyosukarto
Prof. Radiana Triatmadja
Prof. Sriyana
Prof. Lily Montarcih Limantara
Dr. Doddi Yudianto
Dr.techn Umboro Lasminto

Digital Repository Universitas Jember

Editor : Dr. Doddi Yudianto
Dr. Heri Suprpto
Dr. Roby Hambali
Dr. Muhammad Ramdhan Olih
Dr. Ani Hairani
Dr. Evi Anggraheni
Dr. Albert Wicaksono
Dr. Mahendra Andiek Maulana
Dr-ing Bobby Minola Ginting
Dr. Retno Utami Agung Wiyono
Dr. Benazir
Dr. Juliastuti
Mrs. Finna Fitriana

Copy Editor & Layout Editor : Mr. Asep Harhar Muharam

Desain Cover : Mr. Rahmat Hidayat (Tamil)



Daftar Isi

Jilid 2

53	Kelayakan Ekonomi Kolam Retensi Sungai Selayur Kecamatan Kalidoni Palembang.....	521
54	Analisis Struktur Dinding Penahan Tanah di Tukad Unda Kab. Klugkung Provinsi. Bali	531
55	Perubahan Karakter Aliran Akibat Pengaruh Shortcut Muara Batang Lumpe Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat.....	543
56	Pemanfaatan Potensi Embung Darek Sebagai Suplesi Sistem Irigasi Tajum	555
57	Analisis Profil Aliran Berubah Lambat Laun Saluran Tidak Prismatic di Muara Sungai	563
58	Pengaruh Kemiringan Struktur Peredam Energi Untuk Mereduksi Kecepatan Gesek Dasar pada Aliran Seragam di Saluran Terbuka	571
59	Alokasi Air Untuk Berbagai Pengguna Air dengan Tingkat Keandalan Pemenuhan Kebutuhan Air Yang Berbeda	583
60	Identifikasi Skala Prioritas Pemeliharaan Komponen Sungai Berdasarkan AHP.....	595
61	Pemanfaatan Model Kendali Mutu dalam Upaya Peningkatkan Kualitas Data Hidrologi.....	607
62	Model Waktu Dasar Hidrograf Satuan Sintetis untuk Daerah Aliran Sungai Berbentuk Radial.....	617
63	Perbandingan Berbagai Metode Pembuatan Hidrograf Satuan pada Daerah Aliran Sungai Way Kuala Garuntang	629
64	Perhitungan PMF di Bendungan Kuwil Kawangkoan Memperhitungkan Kinerja Sistem Danau Tondano	639
65	Studi Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Lumbung Ikan Nasional Menggunakan Aplikasi Watercad V8I.....	651
66	Analisis Debit Aliran Sungai Menggunakan Rating Curve pada Daerah Aliran Sungai Jeneberang Kab. Gowa	661
67	Analisis Frekuensi Data Hujan Durasi Pendek di Kota Bekasi	671
68	Pengukuran Debit Pintu Sorong Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan	680
69	Studi Skenario Stasiun Hujan Terhadap Transformasi Hujan-Debit Pada DAS Kali Lamong.....	689
70	Pemodelan Debit Inflow Waduk Sampean Baru dengan Artificial Neural Network (ANN)	699
71	Koreksi Bias Data Curah Hujan Satelit dengan Pendekatan <i>Quantile Mapping</i>	709

72	Pengembangan dan Analisis Model Pemantauan Keairan Paska Pembangunan Waduk (Kasus Waduk Sei Gong, Pulau Batam)	719
73	Optimasi Pemanfaatan Tampungan Bendungan Ameroro Terhadap Peningkatan Layanan D.I. Ameroro	729
74	Analisis Potensi Keruntuhan Embung Wolo Akibat Rembesan.....	741
75	Pengaruh Tinggi Mercu Terhadap Panjang Ruang Olakan pada Type Vlughter	749
76	Analisis Longsoran Galian Tanah Clayshale pada Pekerjaan Pembangunan Bendungan Pamakkulu	759
77	Penentuan Status Mutu Air Waduk Sempor dengan Metode Indeks Kualitas Air	769
78	Evaluasi Pola Operasi Waduk Way Rarem untuk Melayani Daerah Irigasi Way Raren Menggunakan Metode Simulasi	779
79	Pemilihan Type Bendung Gerak Obermeyer pada Pembangunan Intake Sungai Sepaku Kabupaten Penajam Paser Utara Kalimantan Timur	789
80	Investigasi Saluran Pelimpah Bendungan Narogong dengan Rekayasa <i>Baffle Blocks</i>	797
81	Aspek Geologi Pondasi dengan Survey Geolistrik 2 Dimensi pada Bendungan Sadawarna, Subang.....	807
82	Optimasi Long Storage pada Bendung Karet Tipe Crest Gate di Tirtonadi Kali Pepe, Surakarta	817
83	Operasi dan Pemeliharaan Tailing Dam Kabupaten Konawe	827
84	Kajian Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipunagara Untuk Ketersediaan Air di Bendungan Sadawarna	835
85	Pengaruh Penanggulan dan <i>Outflow</i> Danau Tondano Terhadap Debit Banjir Bendungan Kuwil	845
86	Pemodelan Fisik Hidraulik Pelimpah Waduk Jaro, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan.....	855
87	Perencanaan Metode Plugging Terowongan Pengelak pada Pengisian Awal Bendungan Ladongi.....	865
88	Analisis Pemanfaatan Bendungan Untuk Pencegahan Banjir dan Pengembangan Energi Terbarukan Plts.....	875

Sub Tema 2

89	Pemanenan Air Hujan Sebagai Upaya Pengurangan Limpasan Permukaan pada Kawasan Perkotaan	893
90	Studi Pemenuhan Air Bersih Bagi Penduduk Perkotaan di Kota Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur.....	903
91	Kombinasi Pah dan Absah untuk Pengelolaan Air Berkelanjutan	915

92	Kajian Kebutuhan Air Menggunakan Data Spasial Populasi pada Sub DAS Citarum Hulu	925
93	Analisa Kebutuhan Air RKI (Rumah Tangga, Perkotaan, dan Industri) pada DAS Tallo Menggunakan Pemodelan Spasial.....	933
94	Analisis Reduksi Debit Limpasan dengan Penerapan Pemanenan Air Hujan (Studi Kasus: Kampus Tegal Boto Universitas Jember).....	942
95	Strategi Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dalam Rangka Mendukung Ketahanan Air Berkelanjutan di Provinsi Gorontalo	952
96	Optimasi Layanan Air Baku dan Air Bersih di Bbws Brantas Berbasis Website dengan Metode AHP	963
97	Analisis Kebutuhan Air Penduduk dengan Metode Thornwaite Mather di DAS Cisadane Kabupaten Tangerang.....	971
98	Studi Sistem Jaringan dan Kapasitas Saluran Drainase Bangkala dalam 5 Makassar.....	979
99	Penerapan Zero Run-Off Berwawasan Lingkungan Melalui Sistem Drainase Terintegrasi pada Perumahan Dian Regency Surabaya	989
100	Pengeringan Genangan/Banjir di Perkotaan Melalui Pengelolaan Drainase Berkelanjutan	1001
101	Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Genangan Air di Ruas Jalan Kota Langsa	1009
102	Bangunan Air Berbasis Mikrokontroler.....	1019
103	Permodelan Kinerja Pintu Klep Otomatis Menggunakan Aplikasi Hecras di DIR Mantangai, Kalimantan Tengah	1029
104	Desain Perencanaan Unit Pengolahan Biologis Air Limbah Tekstil Menggunakan Sistem Rotating Biological Contractor Multi Tahap.....	1039
105	Pengolahan Limbah Hewan Ternak dengan Metode Fitoremediasi di Pasar Hewan Ternak Toraja Utara.....	1049
106	Optimalisasi Pengelolaan Air di Perkotaan dengan Konsep Water Smart City.....	1057
107	Eco-Smart Village: Digitalisasi Pengembangan Kebijakan Sumber Daya Air Melalui Program Water Front Development.....	1069

PEMODELAN DEBIT INFLOW WADUK SAMPEAN BARU DENGAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN)

Madira Alfin Rahma Donna^{1*}, Gusfan Halik¹, dan Retno Utami A.W¹

¹Departemen Teknik Sipil, Universitas Jember

*madiraalvin@gmail.com

Intisari

Waduk Sampean Baru terletak di Desa Tapan, Kecamatan Tapan, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur. Waduk Sampean Baru berfungsi untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan sebagai sarana untuk pembangkit listrik mikrohidro. Adapun permasalahan dalam pengoperasian waduk yang sering dihadapi dari tahun ke tahun, salah satunya adalah fluktuasi debit inflow waduk yang berubah-ubah. Dalam merencanakan pola operasi waduk untuk kebutuhan air irigasi, perlu diketahui besarnya debit aliran yang masuk ke waduk atau debit inflow waduk. Dalam pedoman teknis, karakteristik inflow waduk dikelompokkan menjadi tiga kondisi hidrometeorologi, yaitu tahun basah, tahun normal, dan tahun kering. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan time series debit inflow waduk dengan *Artificial Neural Network* (ANN). Pemodelan ANN merupakan suatu sistem yang cara kerjanya menirukan sel syaraf pada otak biologis manusia. Pemodelan ANN menggunakan perangkat lunak Matlab. Kalibrasi dan validasi model ANN pada periode 2009-2019 menunjukkan bahwa hasil luaran model tersebut mendekati debit inflow waduk observasi. Pemodelan ANN dapat digunakan untuk memprediksi besarnya debit inflow waduk Sampean Baru secara akurat. Hasil validasi pemodelan inflow waduk dengan ANN diperoleh nilai R sebesar 0,79591 dan nilai MSE sebesar 0,00572. Dari penelitian ini dapat dinyatakan bahwa pemodelan time series inflow waduk dengan ANN memberikan hasil yang cukup memuaskan sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dalam merancang pola operasi waduk Sampean Baru yang optimal.

Kata kunci : model *time series*, Waduk Sampean Baru, debit inflow, ANN

Latar Belakang

Waduk di Indonesia banyak digunakan sebagai penyedia air untuk : irigasi, pembangkit tenaga listrik, pemenuhan air minum dan pemenuhan kebutuhan air lainnya. Banyak sekali permasalahan dalam pengoperasian waduk yang dihadapi dari tahun ke tahun, salah satunya adalah fluktuasi debit inflow waduk yang berubah-ubah.

Waduk Sampean Baru terletak di Desa Tapan, Kecamatan Tapan, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur. Waduk Sampean baru mempunyai kapasitas tampungan 1.500.000 m³. Pembangunan Waduk Sampean baru dimulai pada tahun 1979 dan selesai dibangun pada tahun 1984. Waduk Sampean Baru berfungsi untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan sebagai sarana untuk pembangkit listrik mikro. Dalam merencanakan pola operasi waduk untuk kebutuhan air irigasi, perlu

diketahui besarnya debit aliran yang masuk ke waduk (debit inflow). Dalam pedoman teknis, karakteristik inflow waduk dikelompokkan menjadi tiga kondisi hidrometeorologi, yaitu tahun basah, tahun normal, dan tahun kemarau. Prediksi aliran masuk waduk dianalisis berdasarkan data historis aliran masuk waduk dengan mempertimbangkan ketiga kondisi hidrometeorologi tersebut (Halik dkk, 2015). Dalam penelitian ini digunakan data tahunan debit inflow dan outflow waduk Sampean Baru periode 2009-2019

Dalam merencanakan pola operasi waduk, prediksi atau peramalan debit inflow waduk sangat diperlukan. Ada beberapa metode peramalan debit inflow, diantaranya: *Artificial Neural Network* (ANN). Metode ANN merupakan representasi tiruan dari otak manusia yang selalu mencoba guna mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan suatu sistem dengan meniru jaringan saraf biologis pada manusia dan dapat memproses informasi yang memiliki karakteristik kinerja tertentu. *Artificial Neural Network* (ANN) sudah dikembangkan sebagai generalisasi model matematika berdasarkan kejadian sebelumnya. (Hafsari dan Sari, 2017; Suhardi, Sulaksono dan Halik, 2017).

Keberhasilan pola operasi waduk dalam memenuhi kebutuhan air sangat ditentukan oleh ketepatan dalam memprediksi besarnya debit inflow. Oleh karena itu, peramalan debit inflow waduk sangat penting dilakukan dalam mendukung rencana pola operasi waduk. Dalam penelitian ini, akan dilakukan model prediksi inflow waduk menggunakan ANN.

Artificial Neural Network (ANN) memberikan pendekatan cepat dan fleksibel untuk integrasi data dan pengembangan model. Kemampuan prediksi model *Artificial Neural Network* (ANN) sangat terlatih dibandingkan dengan model regresi orde pertama dan regresi orde kedua, dengan mengevaluasi koefisien determinasi (R^2) dan *Mean Square Error* (MSE). (Suhardi, Sulaksono dan Halik, 2017)

Artificial Neural Network (ANN) didefinisikan sebagai sistem elemen pemrosesan sederhana, yang disebut *neuron*, yang terhubung ke jaringan dengan seperangkat bobot. Jaringan ditentukan oleh arsitektur, besarnya bobot dan mode operasi elemen pemrosesan (Yesilnacar dkk., 2008). *Neuron* adalah elemen pemrosesan yang mengambil sejumlah input, menimbang mereka, merangkumnya, menambahkan bias dan menggunakan hasilnya sebagai argument untuk fungsi bernilai tunggal, fungsi transfer, yang menghasilkan *output neuron* (Yesilnacar dkk., 2008)

Metode *Artificial Neural Network* merupakan representasi tiruan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Metode *learning* yang paling banyak digunakan saat ini adalah model *Backpropagation* (BP) yang mampu menghasilkan prediksi dengan hasil yang memuaskan karena kemampuannya dalam mengenali pola yaitu dengan menambahkan satu/beberapa layer tersembunyi diantara layer masukan dan keluaran dibandingkan dengan layer tunggal yang memiliki keterbatasan dalam pengenalan pola. (Hafsari dan Sari, 2017)

Salah satu keberhasilan suatu jaringan apabila dapat menentukan algoritma pelatihan yang tepat dan efisien sehingga dapat mencapai target yang diinginkan. Salah satu algoritma yang bekerja lebih cepat dibandingkan dengan algoritma pembelajaran *Resilient Backpropagation* (Trainrp/Rprop) adalah *Conjugate Gradient Algorithm* (CGA), dimana yang menjadikan algoritma ini berbeda dari algoritma yang lain adalah pencarian nilai negatif dari gradien dalam jaringan sejak iterasi pertama. (Hafsari dan Sari, 2017)

Saat ini, prediksi inflow waduk sangat sulit dilakukan akibat adanya perubahan tata guna lahan dan dampak perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi debit *inflow* waduk dengan pendekatan model *time series* menggunakan ANN. Pemodelan Inflow Waduk dilakukan di bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso sebagai studi kasus.

Metodologi

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan bertempat di Waduk Sampean Baru yang berada pada Desa Tapan, Kecamatan Tapan, Kabupaten Bondowoso, Provinsi Jawa Timur Kode Pos 68283. Waduk ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}49'33.75''S$ dan pada garis bujur $113^{\circ}56'14.53''T$ dengan elevasi 114 m.



(Sumber: *Google Earth* 2019)

Gambar 1. **Peta Lokasi Waduk Sampean Baru**

Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian berupa pengumpulan data debit inflow Waduk Sampean Baru selama 10 tahun terakhir (2009-2019) periode 10 harian (dekade). Pengambilan periode dekade didasarkan pada pola operasi Waduk Sampean Baru di lapangan. Tahapan selanjutnya adalah pemodelan *time series* debit inflow waduk menggunakan model berbasis kecerdasan buatan (Artificial Neural Networks – ANN)

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan adalah data debit inflow Waduk Sampean Baru dalam kurun waktu 10 tahun terakhir yaitu tahun 2009-2019. Data ini diperoleh dari UPT

Balai Pengelolaan Wilayah Sungai Sampean di Kabupaten Bondowoso. Selanjutnya, tahapan pengolahan data secara statistic untuk menentukan variable data input. Pemilihan data input time series dilakukan berdasarkan analisis *Autocorelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorelation Function* (PACF).

Setelah pemilihan data input didapatkan, tahap selanjutnya adalah pengolahan data input dan normalisasi data input. Normalisasi data input menggunakan Normalisasi Min-Max, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$X_{new} = \frac{X_{old} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Keterangan :

X_{new} : nilai baru variabel X

X_{old} : nilai lama untuk variabel X

X_{min} : nilai minimum dalam data

X_{max} : nilai maksimum dalam data

Pemodelan ANN

Setelah tahapan -tahapan dalam pengolahan dan pemilihan data input diperoleh. Maka dilakukan pemodelan inflow waduk dengan metode *Artificial Neural Network* (ANN) meliputi :

1. Korelasi Data. Dalam melakukan uji korelasi data digunakan data debit inflow harian Waduk Sampean baru dengan data debit inflow tahunan Waduk Sampean Baru. Korelasi data bertujuan untuk mengetahui keterkaitan hubungan antar kedua data dan mendapatkan hasil pemodelan yang baik.
2. Pemilihan Variabel Input. Pemilihan variabel input berdasarkan *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelations Function* (PACF) dan dipilih hasil terbaik untuk digunakan dalam pemodelan ANN
3. Pembagian Data Input. Input data pada permodelan *Artificial Neural Network* (ANN) dibagi 2 bagian yaitu 70% dari data sebagai data kalibrasi, 15% sebagai validasi dan 15% sebagai verifikasi model. *Software* yang digunakan yakni Matlab.
4. Pembuatan Arsitektur Model ANN. Model arsitektur dalam penelitian ini adalah penentuan pola jaringan yang terdiri atas 3 *layer* yakni *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Dalam menentukan *input layer* didasarkan pada hasil analisis ACF dan PACF, penentuan *hidden layer* dapat dilakukan dengan cara uji coba-banding, dan *output layer* merupakan hasil dari proses running.
5. Pembelajaran Model. Proses pembelajaran model ANN atau pelatihan model menggunakan Algoritma *Backpropagation* agar mendapatkan hasil yang optimal.
6. Uji Keandalan / Validasi. Uji keandalan bertujuan untuk mengetahui nilai eror model dengan kriteria R dan MSE. Apabila dalam pengujian menghasilkan nilai yang belum sesuai, maka jumlah *neuron* pada *hidden layer* dengan percobaan 10, 15, 20, 25 dan 30 *neuron* yang dicoba kemudian diambil nilai R yang hampir

atau mendekati sempurna. Nilai R dan MSE berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai R yang diperoleh maka nilai MSE yang diperoleh semakin baik atau kecil.

Dalam melakukan uji validasi dilakukan dengan beberapa indikator pengujian, antara lain:

- 1) *Mean Squared Error* (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X-Y)^2}{n} \tag{1}$$

Keterangan:

X= Nilai pengamatan atau observasi (m³/dt)

Y = Nilai permodelan (m³/dt)

n = Jumlah data

- 2) Koefisien Korelasi. Korelasi merupakan hubungan antar kedua variabel (hasil pengamatan dan hasil pemodelan (output model). Korelasi dinyatakan dalam persamaan (2), sedangkan kriteria hubungan antar variabel ditunjukkan pada Tabel 1

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n XY - \sum_{i=1}^n X \sum_{i=1}^n Y}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X^2 - (\sum_{i=1}^n X)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y^2 - (\sum_{i=1}^n Y)^2}} \tag{2}$$

Keterangan:

R = Nilai korelasi antara variabel x dan y

X = Nilai pengamatan atau observasi (m³/dt)

Y = Nilai permodelan (m³/dt)

n = Jumlah data

Tabel 1. Kriteria Nilai Koefisien Korelasi

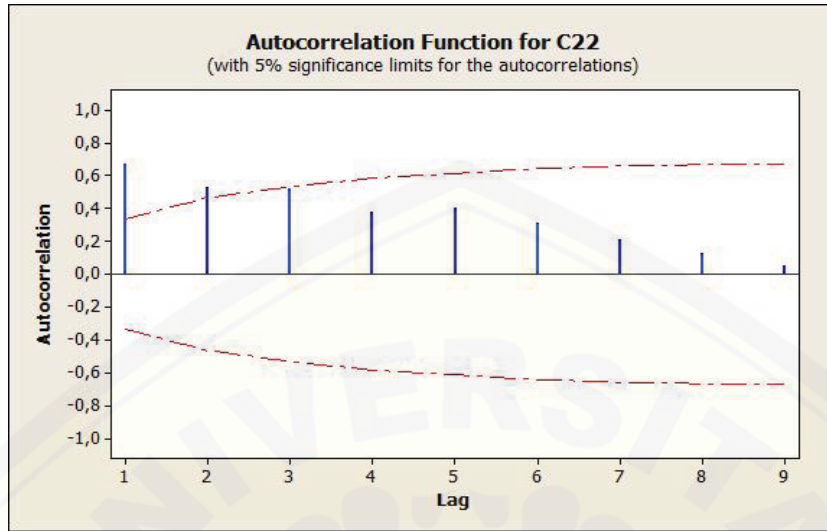
Nilai R	Interpretasi
0-0,19	Sangat Rendah
0,20-0,39	Rendah
0,40-0,59	Sedang
0,60-0,79	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Sumber : (Suhartanto, Cahya dan Maknun, 2019)

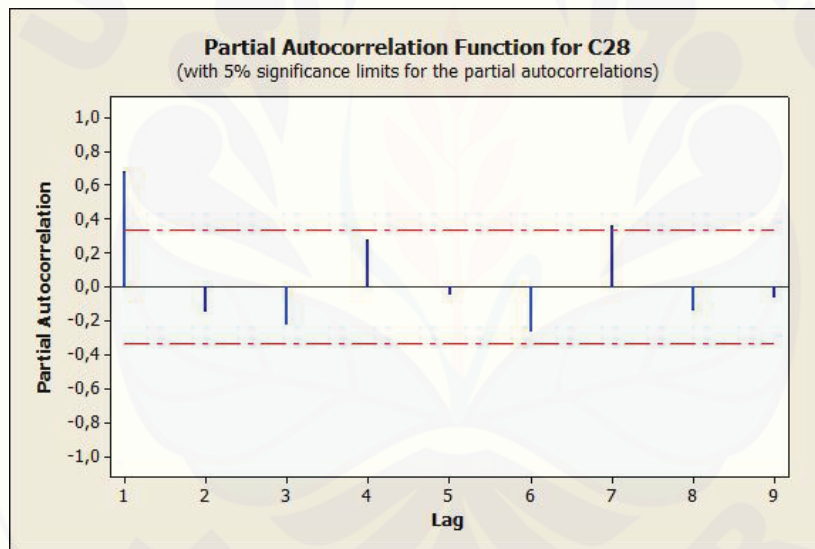
Hasil Dan Pembahasan

Pemilihan Variabel Input didasarkan pada nilai *Auto Corelations Function* (ACF) dan *Partial Auto Corelations Function* (PACF). Nilai ACF dan PACF ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Berdasarkan kedua gambar grafik diatas untuk menentukan variabel input dipilih hasil analisis ACF dengan memilih lag yang berkorelasi diatas 0,4 sehingga diperoleh hasil 3 lag variabel input, yaitu t-1; t-2 ; t-3



Gambar 2. Grafik Hasil ACF



Gambar 3. Grafik Hasil PACF

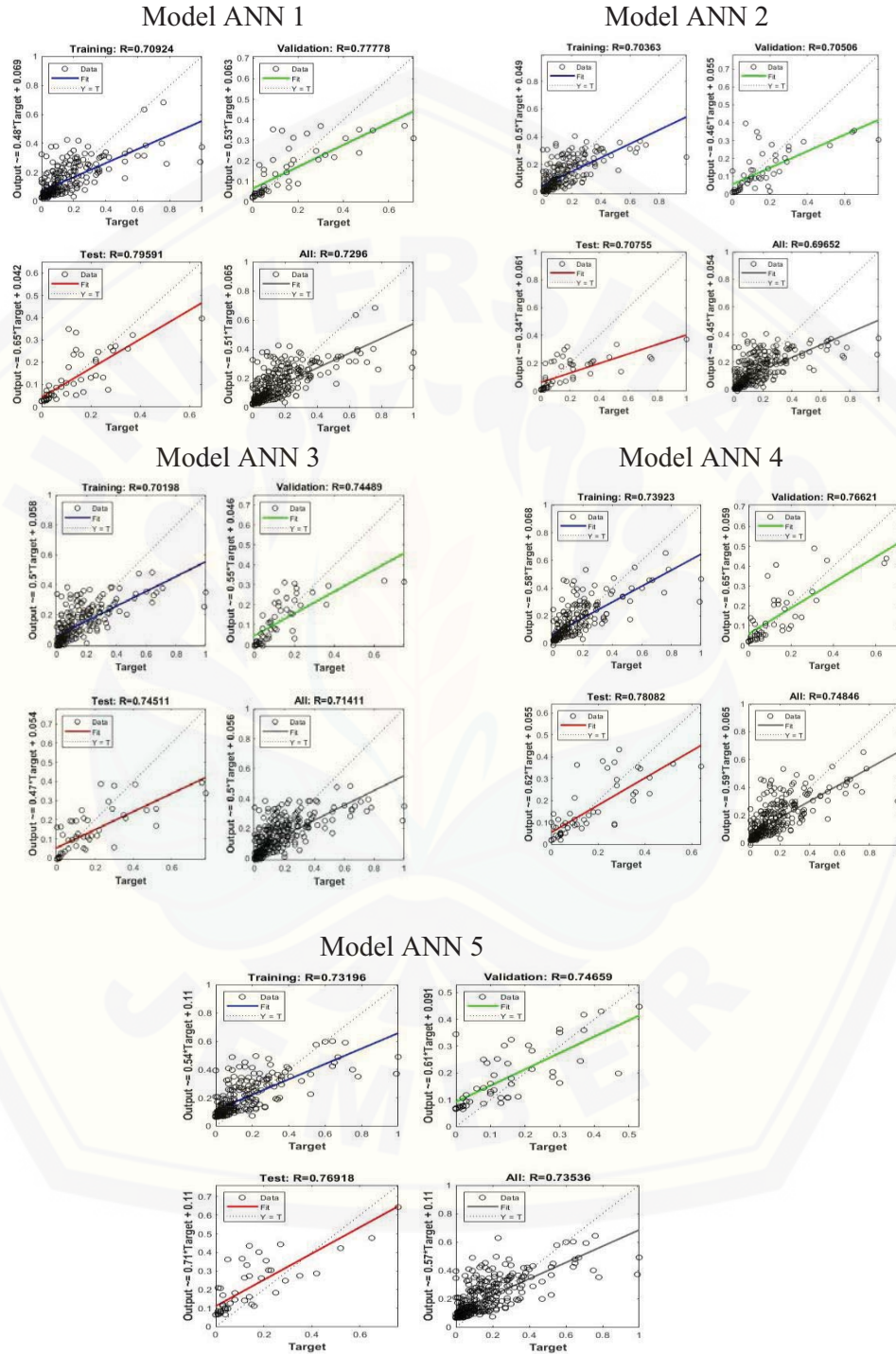
Pemodelan Inflow dengan ANN

Dalam pemodelan inflow dengan ANN diperoleh 5 arsitektur dan dipilih model ANN 1 dengan arsitektur 3-5-1 seperti pada Tabel 2.

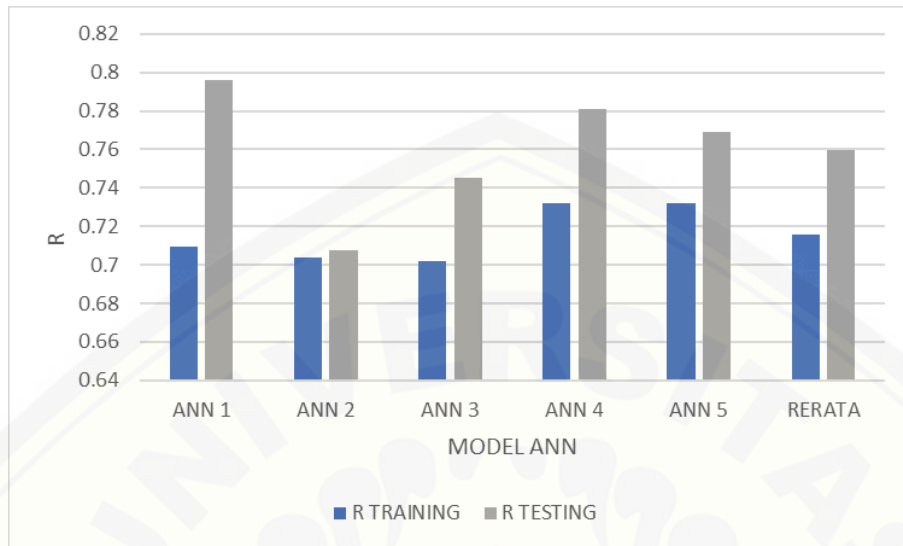
Tabel 2. Model Arsitektur ANN

No.	Model ANN	Arsitektur
1	ANN 1	3-5-1
2	ANN 2	3-10-1
3	ANN 3	3-15-1
4	ANN 4	3-20-1
5	ANN 5	3-25-1

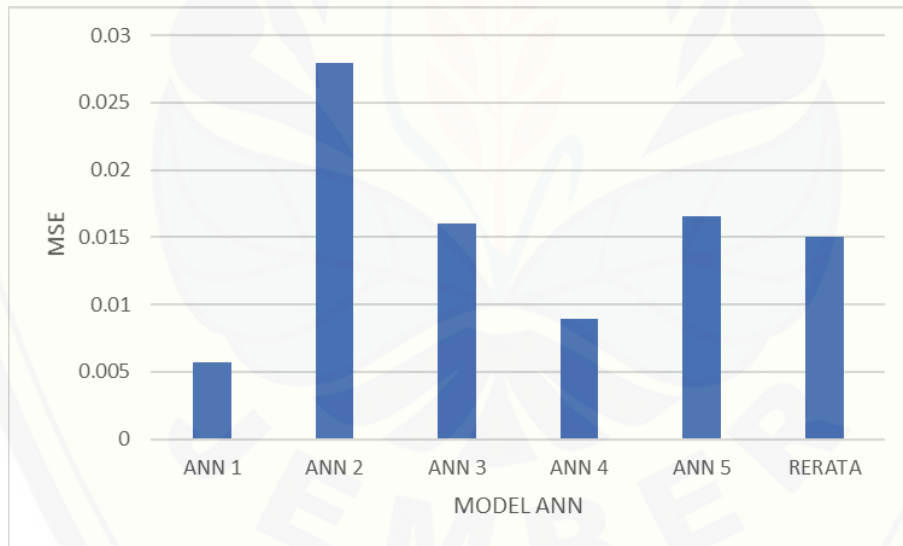
Dari model ANN1 diperoleh hasil pemodelan yakni nilai R sebesar 0,79591 dan nilai MSE sebesar 0,00572 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Gambar Plotting Model ANN



Gambar 5. Grafik Nilai R pada berbagai Model ANN



Gambar 6. Grafik MSE untuk berbagai model ANN

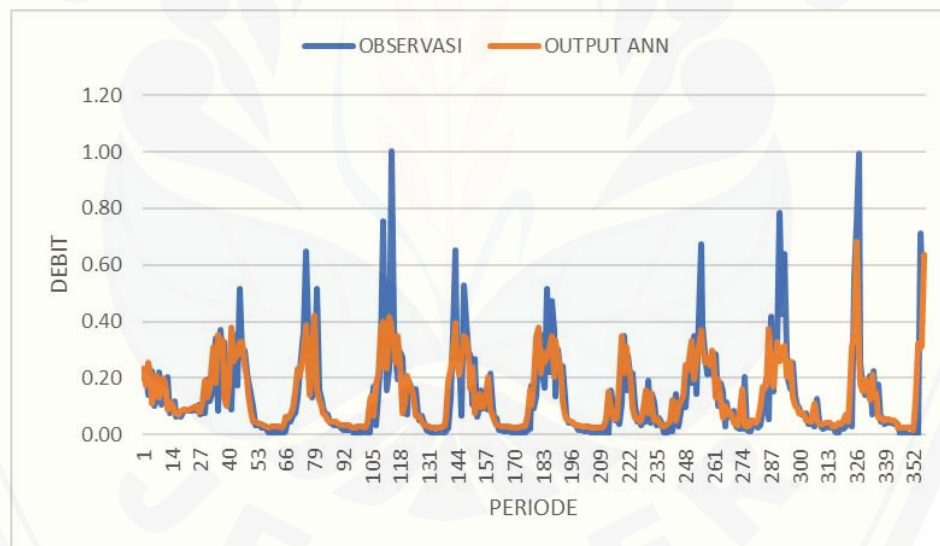
Berdasarkan hasil pengujian *trial and error* didapatkan hasil R validasi terbaik sebesar 0,79591 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Nilai MSE diperoleh sebesar 0,00572 yang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6

Rekapitulasi R dan MSE dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rerata Nilai R dan MSE Terbaik

NO.	Model ANN	R		MSE
		Training	Testing	
1	ANN 1	0.70923	0.79591	0.00572
2	ANN 2	0.70362	0.70755	0.02795
3	ANN 3	0.70198	0.7451	0.01600
4	ANN 4	0.73195	0.78082	0.00889
5	ANN 5	0.73195	0.76917	0.01658
6	RERATA	0.715746	0.75971	0.015028

Pemilihan model terbaik diambil berdasarkan nilai R terbesar dan nilai MSE terkecil. Dari hasil pemodelan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3., maka diperoleh nilai R terbesar yakni 0,79591 dan nilai MSE terkecil sebesar 0.00572 pada model ANN 1. Model ANN 1 ini merupakan model terbaik dalam memprediksi debit inflow Waduk Sampen Baru. Plot hasil pemodelan inflow waduk (ANN1) dan debit inflow waduk observasi selengkapannya ditunjukkan di Gambar 7.



Gambar 7. Plot model ANN 1 dan observasi

Hasil pemodelan ANN 1 menunjukkan bahwa prediksi inflow waduk mengikuti pola yang bersesuaian dengan debit inflow waduk observasi. Namun demikian, model ini belum bisa memprediksi debit inflow waduk untuk aliran tinggi atau aliran banjir. Oleh karena itu, hasil pemodelan ini sesuai untuk memodelkan debit andalan waduk untuk operasional di lapangan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Arsitektur ANN terbaik dalam memodelkan inflow Waduk Sampean Baru adalah ANN 1 dengan arsitektur model 3-5-1
2. Hasil pemodelan ANN 2 memberikan hasil prediksi inflow yang baik. Hal ini ditunjukkan dari nilai R sebesar 0,79591 dan MSE sebesar 0,00572
3. Pemodelan debit inflow waduk ini sesuai untuk diterapkan dalam merancang debit operasional atau debit andalan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya yakni perlunya dilakukan pemodelan time series debit inflow dengan pendekatan lainnya seperti ANFIS, Fuzzi Logic dan lainnya untuk bisa memodelkan inflow waduk pada aliran tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada UPT Balai Pengelolaan Wilayah Sungai Sampean di Kabupaten Bondowoso

Daftar Referensi

- Hafsari, A. A., & Sari, V. (2017). Penerapan Metode Artificial Neural Network untuk Meramalkan Inflow Debit Air Waduk Gajah Mungkur di Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6, 55–60.
- Halik, G., Anwar, N., Santosa, B., & Edijatno. (2015). Reservoir inflow prediction under GCM scenario downscaled by wavelet transform and support vector machine hybrid models. *Advances in Civil Engineering*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/515376>
- Suhardi, Sulaksono, H. B., & Halik, G. (2017). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Untuk Analisis Debit Das Bedadung Di Kabupaten Jember. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Infrastruktur – I*, 35–43.
- Suhartanto, E., Cahya, E. N., & Maknun, L. (2019). Analisa Limpasan Berdasarkan Curah Hujan Menggunakan Model Artifical Neural Network (Ann) Di Sub Das Brantas Hulu. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(2), 134–144. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2019.010.02.07>
- Yesilnacar, M. I., Sahinkaya, E., Naz, M., & Ozkaya, B. (2008). Neural network prediction of nitrate in groundwater of Harran Plain, Turkey. *Environmental Geology*, 56(1), 19–25. <https://doi.org/10.1007/s00254-007-1136-5>