



JILID 1 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 978-602-6289-31-5 (jil.1)



9 786026 289315

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 1
520 halaman, xii
21cm x 30cm

ISBN 978-602-6289-30-8 (no.jil.lengkap)
ISBN 978-602-6289-31-5 (jil.1)

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 Wasati, 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 Ardhiyanti, 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)

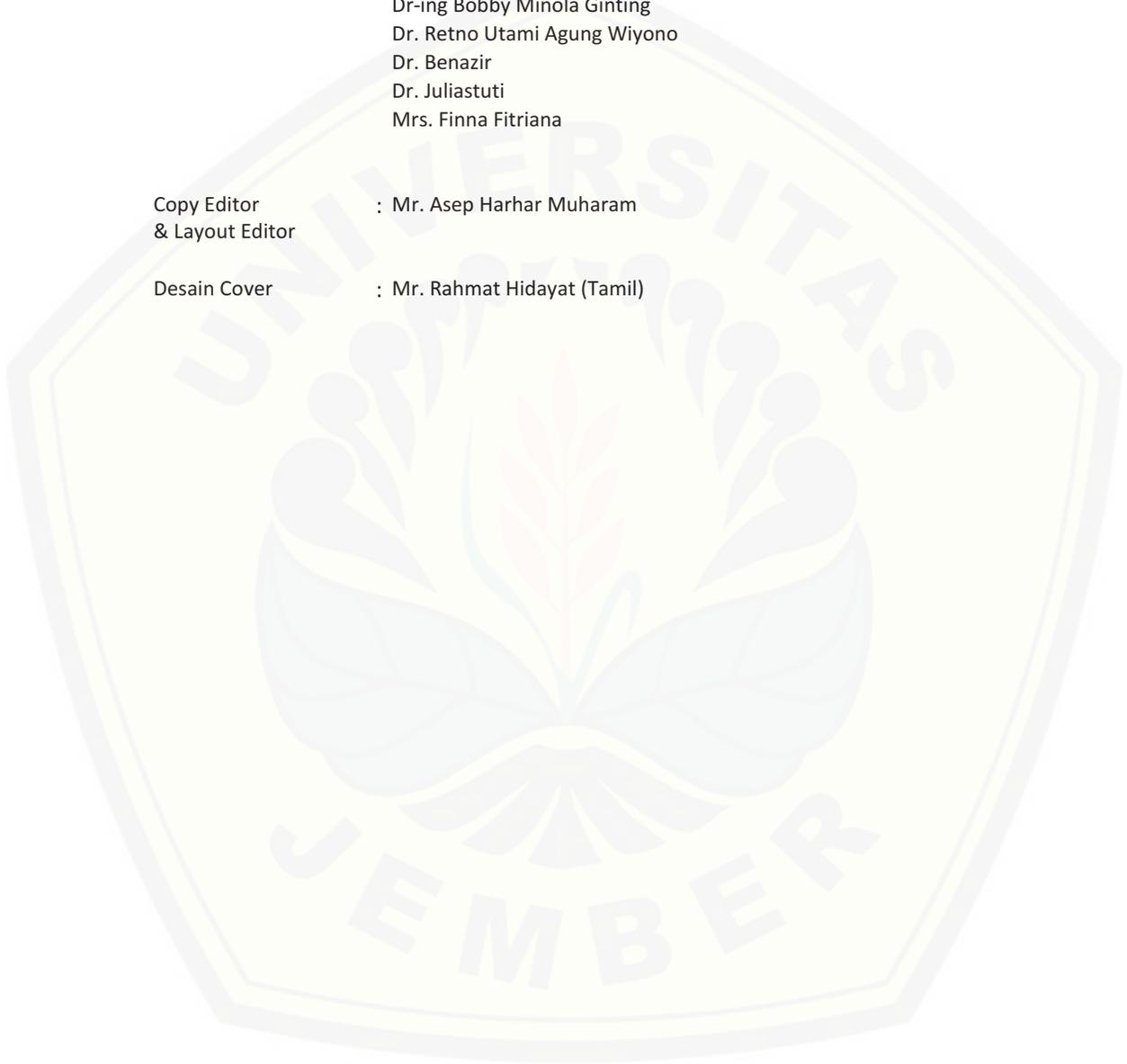
Reviewer

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

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 1

Sub Tema 1

1	Kajian Banjir DAS Batanghari, Jambi.....	1
2	Pengendalian Banjir Kota Gorontalo dengan Pembangunan Bendungan Bulango Ulu.....	11
3	Identifikasi Wilayah Pemasok Debit Banjir di DAS Batanghari.....	21
4	Analisis Kekeringan Menggunakan Metode PDSI (<i>Palmer Drought Severity Index</i>) pada Daerah Irigasi Tanggik Kompleks di Wilayah Sungai Lombok.....	31
5	Monitoring-Prediksi Kekeringan Meteorologi dan Hidrologi di DAS Citarum.....	41
6	Analisis Profil Muka Air Banjir Sungai Daik Menggunakan HEC RAS.....	49
7	Analisis Pengaruh Pembangunan Floodway Terhadap Penurunan Muka Air Banjir di Muara Air Haji, Sumatera Barat.....	57
8	Studi Evaluasi dan Pengendalian Banjir Kota Bula Seram Bagian Timur Provinsi Maluku.....	69
9	Pola Aliran Banjir Sungai Cimadur Bagian Hilir Menggunakan HEC-RAS 2D.....	81
10	Evaluasi Pengaruh Hujan Ekstrim, Kelembapan Tanah dan Kapasitas Pompa Terhadap Genangan Banjir Semarang Barat.....	91
11	Analisis Efektivitas Pembangunan Waduk pada Kali Krukut dalam Menanggulangi Banjir di DKI Jakarta.....	101
12	Pemetaan Kekeringan Lahan Pertanian Menggunakan Metode Normalized Difference Drought Index (NDDI) di Kecamatan Wuluhan dan Rambipuji Jember.....	111
13	Kajian Risiko Banjir Wilayah Sungai Limboto-Bolango-Bone di Provinsi Gorontalo.....	121
14	Pengendali Banjir di Muara Kali Anyar Jembatan Biru di Kota Surakarta..	131
15	Pengembangan Sistem Peringatan Dini Berbasis Peta Bahaya Banjir di Sungai Sagulung Kota Batam.....	139
16	Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Banjir pada DAS Kadia Kota Kendari.....	149
17	Analisis Banjir Sub DAS Kali Lamong untuk Perencanaan Bangunan Air dengan HSS Nakayasu dan HSS ITB-I.....	159
18	Pengembangan Pemetaan Daerah Rawan Banjir untuk Mitigasi Bencana Daerah Aliran Sungai Sesayap di Kabupaten Malinau.....	171

19	Kajian Penanganan Banjir Debris pada Kali Konto Kediri (Kasus Banjir di Kecamatan Bandarkedungmulyo Kabupaten Jombang).....	181
20	Analisis Kebutuhan Pompa Pengendali Banjir pada Outlet Utama Saluran Drainase Induk Daerah Irigasi Wawotobi	191
21	Analisis Debit Banjir Danau Kaskade Mahakam	199
22	Pemilihan Tipe Struktur Dalam Pengelolaan DAS Citanduy.....	209
23	Analisis Kerentanan Intrinsik Airtanah di Wilayah DAS Amprong	217
24	Perhitungan Volume Debris Dalam Perencanaan Bangunan Sabo di Sungai Ore, Desa Bangga Provinsi Sulawesi Tengah	227
25	Evaluasi Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan dan Kepadatan Penduduk Terhadap Ekosistem Akuatik DAS di Indonesia	237
26	Evaluasi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Perubahan Ketersediaan Air Irigasi Waduk Sermo	247
27	Potensi Air Tanah dan Geologi Lingkungan di Area Rencana Pengembangan Bakauheni Harbour City (BHC), Lampung	259
28	Potensi Imbuhan Air Tanah Secara Spasial dan Temporal di Cat Bandung-Soreang untuk Mendukung Pengelolaan Air Tanah Berkelanjutan	267
29	Potensi Air Tanah untuk Lokasi Evakuasi Bencana Gempa Bumi di Mamuju-Majene, Sulawesi Barat	277
30	Potensi Air Tanah untuk Relokasi Penduduk Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Siklon Seroja, Banjir Bandang dan Tanah Longsor di Nusa Tenggara Timur	287
31	Identifikasi Rembesan Menggunakan Survey Geolistik dan Insitu Test di Situ Lembang, Jawa Barat.....	298
32	Bencana Longsor dan Rekomendasi Penanggulangnya di Sumedang, Jawa Barat.....	308
33	Analisis Efektivitas Perangkat Hydrus Dalam Permodelan Peluruhan Pencemar pada Constructed Wetland	320
34	Pengaruh Litologi Batuan pada DAS Raknamo Terhadap Limpasan Permukaan	330
35	Perencanaan Tata Ruang Wilayah untuk Manajemen Risiko Banjir Sistem Sungai Seluna	339
36	Konsep Baru Pengembangan Solo Valley Werken	351
37	Kajian Mata Air Lereng Selatan Gunung Slamet Berdasarkan Karakteristik Bentang Lahan Sebagai Sumber Potensial Air Baku	359
38	Evaluasi dan Validasi Data TRMM 3B43V7 pada DAS Citarum	369
39	Prediksi Iklim Berdasarkan Korelasi Evapotranspirasi Potensial Rata-Rata Tahunan Terhadap Curah Hujan Total Tahunan di DAS Banyuwangi.....	377

40	Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Debit Desain Sungai Palu, Sulawesi Tengah.....	389
41	Proyeksi Jangka Panjang Perubahan Iklim DAS Bangga Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah.....	401
42	Dampak Perubahan Iklim dan Tata Guna Lahan pada Banjir Ruas Jalan Tol Ngawi – Kertosono	409
43	Uji Kesesuaian Data Hujan Menggunakan Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) dan Data Groundstation pada DAS Aesea.....	419
44	Pemodelan Curah Hujan Berbasis Satelit GPM dengan Jaringan Saraf Tiruan di DAS Sampean Baru, Bondowoso.....	429
45	Mitigasi Bencana Akibat Perubahan Iklim.....	441
46	Pengelolaan Sedimen Muara Bojong Salawe Kabupaten Pangandaran	453
47	Analisis Sedimentasi dengan Penerapan Permeable Structure di Pantai Bedono, Kabupaten Demak, Jawa Tengah.....	461
48	Analisis Distribusi Sedimen pada Bendungan Manikin	471
49	Pengelolaan Sedimentasi di Hulu Bendungan pada DAS Berpotensi Terjadi Aliran Debris Dan/Atau Immature Debris.....	481
50	Evaluasi Saluran Penguras Sedimen pada Kantung Lumpur Bendung Manjuto.....	491
51	Parameter Berpengaruh Aliran Lumpur Sedimen untuk Rancangan Sistem Fluidisasi Dua Arah Melalui Pipa Perforasi	501
52	Analisis Potensi Sedimen pada Cekdam Yakobus di Bagian Hulu Sungai Batu Merah Kota Ambon.....	513

PEMODELAN CURAH HUJAN BERBASIS SATELIT GPM DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN DI DAS SAMPEAN BARU, BONDOWOSO

Jasmine Islamy^{1*}, Gusfan Halik¹, dan Retno Utami A.W.¹

¹Departemen Teknik Sipil, Universitas Jember

*jislamy@gmail.com

Intisari

Curah hujan memiliki manfaat yang penting dalam kehidupan. Dengan adanya data hujan dapat mengelola sumber daya air, mempermudah dalam pemodelan hidrologi, dan perencanaan alokasi air untuk berbagai keperluan. Keterbatasan atau kekosongan data curah hujan observasi di lapangan dan jumlah stasiun hujan adalah salah satu kendala dalam pemodelan hidrologi. Berdasarkan Permasalahan tersebut pendugaan data hujan satelit dapat menggantikan data hujan observasi di lapangan. Data hujan satelit memiliki kelebihan yaitu mempunyai resolusi spasial dan temporal yang tinggi dengan mencakup wilayah yang luas. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pendugaan seberapa akurat data hujan satelit GPM (*Global Precipitation Measurement*) dapat menggantikan data hujan yang hilang dengan menggunakan JST (Jaringan Saraf Tiruan). Proses pemodelan JST menggunakan metode *Backpropagation* dengan bantuan program MATLAB R2013a. Kelebihan JST yaitu memberikan hasil terbaik dalam penentuan nilai error pada output yang dihasilkan. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian satelit GPM 3IMERGDF dan data observasi DAS Sampean Baru tahun 2018-2020. Hasil penelitian menunjukkan korelasi antara data hujan satelit dan data hujan observasi setiap tahun menunjukkan hubungan yang kuat. Uji pemodelan Jaringan Saraf Tiruan curah hujan harian diperoleh hasil terbaik pada grid 2 x 2 menggunakan hidden neuron 20. Menghasilkan nilai nilai $R_{training}$ 0,7875, $R_{validation}$ 0.7733, $R_{testing}$ 0.7193 dan nilai MSE yaitu 18,2007. Validasi antara output JST dengan data observasi menunjukkan nilai curah hujan model sudah mengikuti pola curah hujan observasi. Pemodelan data curah hujan satelit dapat digunakan peneliti untuk menggantikan data curah hujan observasi yang hilang atau tidak tercatat dari alat pengukur hujan dan dapat digunakan sebagai pemodelan hidrologi.

Kata Kunci: Pemodelan, Hujan Satelit, GPM IMERGDF, JST

Latar Belakang

Hujan memiliki manfaat yang penting dalam kehidupan, dengan adanya data curah hujan dapat mempermudah pemodelan hidrologi, mengelola dan merencanakan alokasi air. Karakteristik curah hujan merupakan faktor penting dalam perencanaan alokasi air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Data curah hujan dibutuhkan dalam perencanaan bangunan air seperti irigasi, bendungan, drainase perkotaan pelabuhan, dll. Dalam siklus hidrologi, hujan menentukan kapasitas air yang ada di suatu DAS. Data hujan di lapangan didapat dari alat penakar hujan tipe manual yang menghasilkan data hujan harian. Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai

evaluasi data hujan satelit terhadap data observasi yaitu Penentuan Ukuran Grid TRMM 3B42 Terhadap Keandalan prediksi Curah Hujan pada DAS Sampean Baru, mengalami kekosongan dalam data curah hujan lapangan di stasiun hujan karena keterbatasan pengukuran (Nandani, 2017). Ketersediaan data hujan lapangan yang cenderung tidak lengkap menjadi kurang bisa diandalkan dan memerlukan solusi.

Keterbatasan data curah hujan observasi di lapangan dan jumlah stasiun hujan adalah salah satu kendala dalam pemodelan hidrologi. Hal tersebut disebabkan tidak tersedianya atau rusaknya alat penakar hujan, perbedaan spesifikasi alat saat digunakan pada daerah yang sama, kelalaian petugas pencatat, dan sebagainya. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan metode alternatif untuk mengatasi keterbatasan data hujan observasi. Teknologi penginderaan jauh dengan satelit mampu mengatasi permasalahan terhadap keterbatasan data hujan tersebut.

Namun, pendugaan data hujan satelit dapat menggantikan data hujan observasi di lapangan perlu dievaluasi, sehingga perlu mencari nilai akurasi yaitu seberapa dekat hasil dari keakuratan antara data hujan satelit GPM, dan observasi. Satelit GPM adalah salah satu data satelit yang baik digunakan dalam penelitian ini. Hal ini karena produk GPM (IMERG) menggantikan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang memberikan spasial lebih baik yaitu 10 km x 10 km dan resolusi temporal (30 menit), serta memiliki kinerja yang lebih baik (Tan & Duan, 2017). GPM memberikan informasi yang akurat terkait curah hujan ekstrim dibandingkan dengan TRMM (Mazzoglio dkk., 2019). GPM merupakan satelit polar orbiting milik JAXA (*Japan Aerospace and Exploration Agency*) - NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang memiliki kelebihan satelit dalam mengukur intensitas hujan dibandingkan dengan stasiun hujan yang di lapangan yaitu memiliki resolusi spasial dan temporal yang tinggi serta mencakup wilayah yang luas (Mamenun dkk., 2014).

Evaluasi terhadap data satelit dan data hujan observasi dilakukan karena satelit mengukur besarnya hujan yang terjadi di atmosfer dan membutuhkan waktu tertentu untuk jatuh ke bumi, sedangkan data hujan observasi dari masing-masing stasiun hujan adalah data hujan yang terjadi langsung di lapangan atau bumi (Pratiwi dkk., 2017).

Dalam penelitian bertujuan untuk melakukan pendugaan seberapa akurat data hujan satelit GPM dapat menggantikan data hujan yang hilang dengan menggunakan JST (Jaringan Saraf Tiruan). Penelitian ini menggunakan data hujan harian GPM 3IMERGDF dengan menentukan ukuran grid optimal satelit sesuai dengan koordinat pada DAS Sampean Baru. Pemilihan Data Satelit GPM karena data satelit ini diluncurkan pada awal 2014 untuk mengganti satelit TRMM. GPM tipe IMERG memberikan resolusi dan kinerja yang lebih baik.

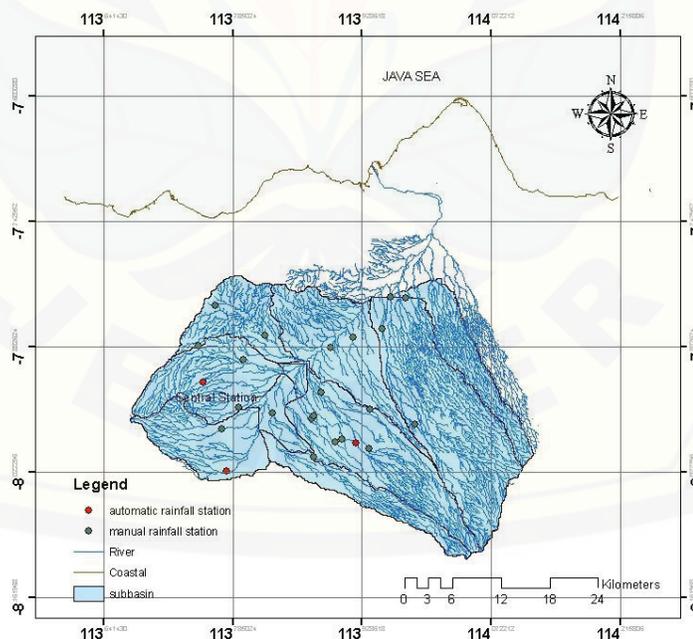
Pemodelan dalam penelitian ini menggunakan JST dengan metode *backpropagation*. JST adalah salah satu alternatif yang banyak diminati oleh para peneliti untuk memecahkan masalah pada saat ini. Hal ini karena keluwesan yang dimiliki oleh JST, baik dalam perancangan maupun penggunaannya. JST juga berkembang pesat pada beberapa tahun terakhir. JST berupa sistem pemrosesan informasi yang mempunyai penampilan karakteristik menyerupai jaringan saraf

biologi dan salah satu bentuk kecerdasan buatan yang telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, yaitu dalam bidang teknik listrik, komputer, sumber daya air, dan lainnya. *Backpropagation* merupakan salah satu dari metode pelatihan pada jaringan saraf, dimana ciri dari metode tersebut adalah meminimalkan nilai error pada output yang dihasilkan oleh jaringan (Amalia, 2018).

Dalam prediksi curah hujan, JST lebih cocok digunakan dibandingkan dengan metode statistik dan numerik tradisional (Nayak dkk., 2013). Kelebihan dari JST yaitu memberikan hasil terbaik dalam penentuan nilai error. Arsitektur jaringan dan pelatihan yang disediakan JST dapat digunakan dan dipilih agar jaringan saraf tiruan dapat mempelajari dan menganalisis pola data masa lalu lebih tepat sehingga diperoleh keluaran yang lebih akurat (Fitri & Taufik, 2020). Hasil analisis dari JST tersebut dibandingkan dengan data hujan observasi sebagai validasi, sehingga dapat diketahui perbandingan kedua data bahwa model apakah dapat dikatakan baik atau tidak untuk pendugaan curah hujan harian. Penelitian diharapkan dapat mengatasi solusi dari data hujan yang hilang di lapangan serta menentukan tingkat akurasi data yang dipakai pada analisis hidrologi.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di DAS Sampean Baru, Kab. Bondowoso, Jawa Timur, dengan luas 1.224,18 km². Secara geografis terletak pada koordinat antara 113°60'10" - 113°12'26" BT dan 7°70'10" - 8°00'41" LS. Secara administrasi Kab. Bondowoso dibatasi oleh Kab. Situbondo (barat-utara-timur), Kab. Banyuwangi (timur), Kab. Jember (selatan), dan Kab. Probolinggo (barat).



Gambar 1. Peta DAS Sampean Baru (Hidayah dkk., 2010)

Metodologi Studi

Tahapan Penelitian meliputi pengumpulan data dan pengolahan data hujan satelit dan observasi, menggunakan pemodelan JST (Jaringan Saraf Tiruan) yang dilakukan training dan validasi

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data penelitian yang digunakan dalam pemodelan JST yaitu data curah hujan harian observasi dan data curah hujan harian satelit GPM 3IMERGDF tahun 2018 sampai tahun 2020 di DAS Sampean Baru. Pengumpulan data berupa data hujan pengamatan dan data hujan satelit pada DAS Sampean Baru. Data hujan pengamatan menggunakan data hujan harian stasiun hujan DAS Sampean Baru di Kabupaten Bondowoso diperoleh dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Bondowoso. Pengolahan data hujan observasi untuk melakukan evaluasi data hujan harus menggunakan data hujan yang sejenis, yaitu data hujan wilayah. Data curah hujan harian satelit GPM 3IMERGDF didapat dari NASA (<https://disc.gsfc.nasa.gov>).

Penentuan ukuran grid Satelit GPM yaitu dengan menentukan letak titik sesuai letak koordinat pada DAS Sampean Baru dari data koordinat yang didapat dari Dinas PU Pengairan, Kabupaten Bondowoso. Proses pengunduhan sesuai dengan data satelit yang dibutuhkan yaitu satelit GPM 3IMERGDF pada Web NASA. Setelah melakukan proses mengunduh data hujan satelit berupa file NetCdf dan dibuka menggunakan aplikasi panoply kemudian dilakukan cropping data sesuai dengan koordinat dari DAS Sampean Baru. Data satelit yang diuji menggunakan grid 5x5 dari tahun 2018 sampai dengan 2020.

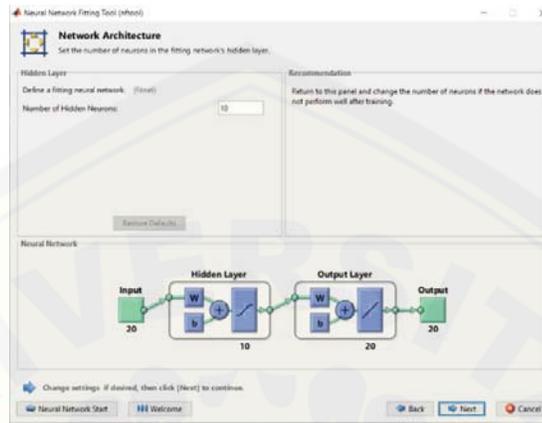
Pemodelan JST

Tahapan Pemodelan JST adalah sebagai berikut:

1. Pembagian Input Data. Terdapat 2 data yang dimasukkan ke dalam pemodelan JST yaitu data hujan harian satelit GPM 3IMERGDF dengan jumlah 365 data dikalikan 20 stasiun hujan dan data curah hujan harian observasi wilayah. Dari jumlah data tersebut dibagi menjadi 3 yaitu data *training*, *validasi*, dan *testing*. Untuk data *training* 70% dari jumlah total data, data *validasi* 15%, dan data *testing* 15% dari jumlah total data.
2. Penyusunan Arsitektur Model. Penentuan arsitektur Jaringan berupa pola jaringan yang terdiri atas beberapa lapisan yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Penentuan *input layer* harus disesuaikan dengan banyaknya data yang akan diproses, *hidden layer* perlu dilakukan uji coba dengan menggunakan 1 lapisan yang nantinya akan dipilih mana jumlah lapisan *hidden layer* yang paling bagus digunakan, sedangkan untuk *output layer* hasil dari proses *running* model. *Hidden layer* dan *hidden* neuron merupakan bagian utama yang saling berhubungan dan parameter yang penting dalam modelan JST, serta tempat terjadinya proses perhitungan dilakukan untuk mendapatkan nilai output. Terdapat jumlah *hidden layer* dan *hidden* neuron yang digunakan bervariasi.

Dalam penelitian ini menggunakan 1 *hidden layer*, dan 5 *hidden* neuron yang dicoba yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 neuron. Tidak ada ketentuan khusus dalam pemilihan jumlah *hidden layer* dan *hidden* neuron, sehingga perlu dilakukan

trial terus menerus dan pada penelitian ini masing-masing hidden neuron dilakukan trial sebanyak 5 kali. Arsitektur model dengan pemodelan JST dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Model

- Proses Pelatihan Model. Proses pelatihan (*training model*) menggunakan algoritma *backpropagation*. Metode tersebut dilakukan dengan algoritma pelatihan *backpropagation* dan algoritma pengujian *backpropagation*, dibantu dengan *software* MATLAB R2013a. Metode tersebut merupakan salah satu pelatihan pada jaringan saraf tiruan dimana ciri dari metode ini meminimalkan nilai error pada output yang dihasilkan, dan mempunyai kemampuan jaringan memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang berbeda dengan pola masukan selama pelatihan. Pada program MATLAB R2013a menyediakan beberapa fungsi pembelajaran, yang digunakan pada penelitian ini yaitu algoritma *training Levenberg-Marquardt (trainlm)*. Algoritma *backpropagation trainlm* merupakan algoritma tercepat untuk training, meskipun membutuhkan waktu yang lebih dan memori yang lebih besar dibandingkan dari algoritma lainnya.
- Uji Keandalan. Pengujian keandalan dilakukan dengan melihat nilai MSE (*Mean Square Error*) dan R (koefisien korelasi). Apabila dari hasil pelatihan model menghasilkan nilai R yang belum sesuai dengan kriteria maka dilakukan pembuatan arsitektur model kembali dengan menggunakan parameter yang akan diubah antara 5 neuron di *hidden layer* dengan neuron yang dicoba 10, 15, 20, 25, dan 30 diambil nilai R sampai mendekati sempurna. Semakin besar nilai R maka nilai MSE akan semakin kecil. Nilai R terbaik yang dipilih dari percobaan 5 neuron dilihat dari nilai R *training* dan R *testing* yang paling besar dengan nilainya yang setara antara keduanya. Nilai R merupakan korelasi antara data hujan observasi terhadap prediksi seperti dalam persamaan (1).

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum(Y - Y_1)^2}{\sum(Y - Y_2)^2}} \quad (1)$$

dengan :

- R = koefisien korelasi
- Y = data curah hujan observasi

- Y1 = data curah hujan prediksi
- Y2 = rata-rata curah hujan observasi

Tabel 1. Kriteria dan Batasan Koefisien Korelasi (Sarwono, 2006)

Rentang	Kriteria
0	Tidak ada korelasi antara dua variabel
> 0 - 0.25	Korelasi sangat lemah
> 0.25 - 0.5	Korelasi cukup
> 0.5 - 0.75	Korelasi kuat
> 0.75 - 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

Sedangkan nilai MSE merupakan penjumlahan antara output hasil prediksi terhadap output aktual pada persamaan (2).

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

dimana $y_j(t)$: penjumlahan output hasil prediksi, dan $d_j(t)$: *output actual*

5. Validasi. Dilakukan pengujian output dari pemodelan JST dengan data hujan observasi. Dalam penelitian ini yaitu dilakukan validasi antara hasil output JST dengan data observasi sebagai data uji. Hasil yang didapat dari validasi tersebut berupa grafik dimana menggambarkan pola kesesuaian antara kedua data tersebut.

Hasil Studi dan Pembahasan

Penelitian menggunakan data sekunder berupa data curah hujan observasi dan data curah hujan satelit GPM 3IMERGDF tahun 2016 sampai tahun 2020. Data hujan observasi merupakan data hujan harian stasiun hujan DAS Sampean Baru. Data curah hujan harian observasi di DAS Sampean Baru digunakan sebagai data target. Data curah hujan harian satelit GPM 3IMERGDF pada penelitian digunakan sebagai data input untuk pendugaan curah hujan DAS Sampean Baru. Korelasi Data Hujan Satelit pada berbagai grid ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Grid dan Nilai Korelasi

No.	Domain	Nilai Korelasi
1	1x1	0.525
2	2x2	0.526
3	3x3	0.523
4	4x4	0.506
5	5x5	0.502

Hasil uji korelasi (Tabel 2) dari data hujan satelit GPM 3IMERGDF pada grid 1x1, 2x2, 3x3, 4x4 dan 5x5 dengan data hujan observasi antara tahun 2016 sampai 2020 diperoleh nilai korelasi paling optimal pada grid 2x2. Korelasi tersebut menunjukkan signifikan kuat dengan nilai sebesar 0,526. Ukuran grid memengaruhi hasil korelasi antara data curah hujan satelit GPM dengan data hujan observasi.

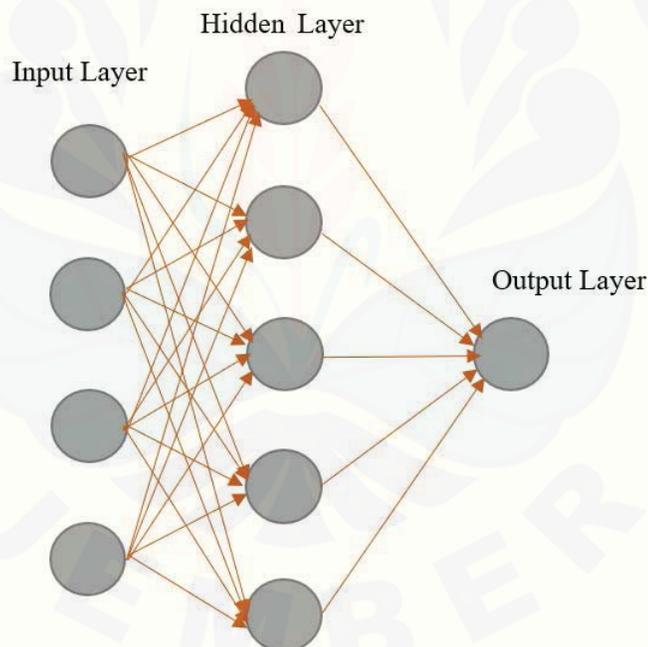
Analisis Curah Hujan dengan Pemodelan JST

Pemodelan Curah Hujan dengan JST dilakukan pada berbagai Arsitektur Model. Arsitektur Model JST dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Arsitektur Model JST Optimal

No.	Model	Arsitektur JST
1	JST 1	(4,10,1)
2	JST 2	(4,15,1)
3	JST 3	(4,20,1)
4	JST 4	(4,25,1)
5	JST 5	(4,30,1)

Penentuan arsitektur Jaringan berupa pola jaringan yang terdiri atas beberapa lapisan yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Penentuan *input layer* disesuaikan dengan banyaknya data yang akan diproses, *hidden layer* perlu dilakukan uji coba yang nantinya akan dipilih mana jumlah lapisan hidden layer yang paling bagus digunakan, sedangkan untuk *output layer* hasil dari proses *running* model. Arsitektur Model JST menggunakan 5 model.

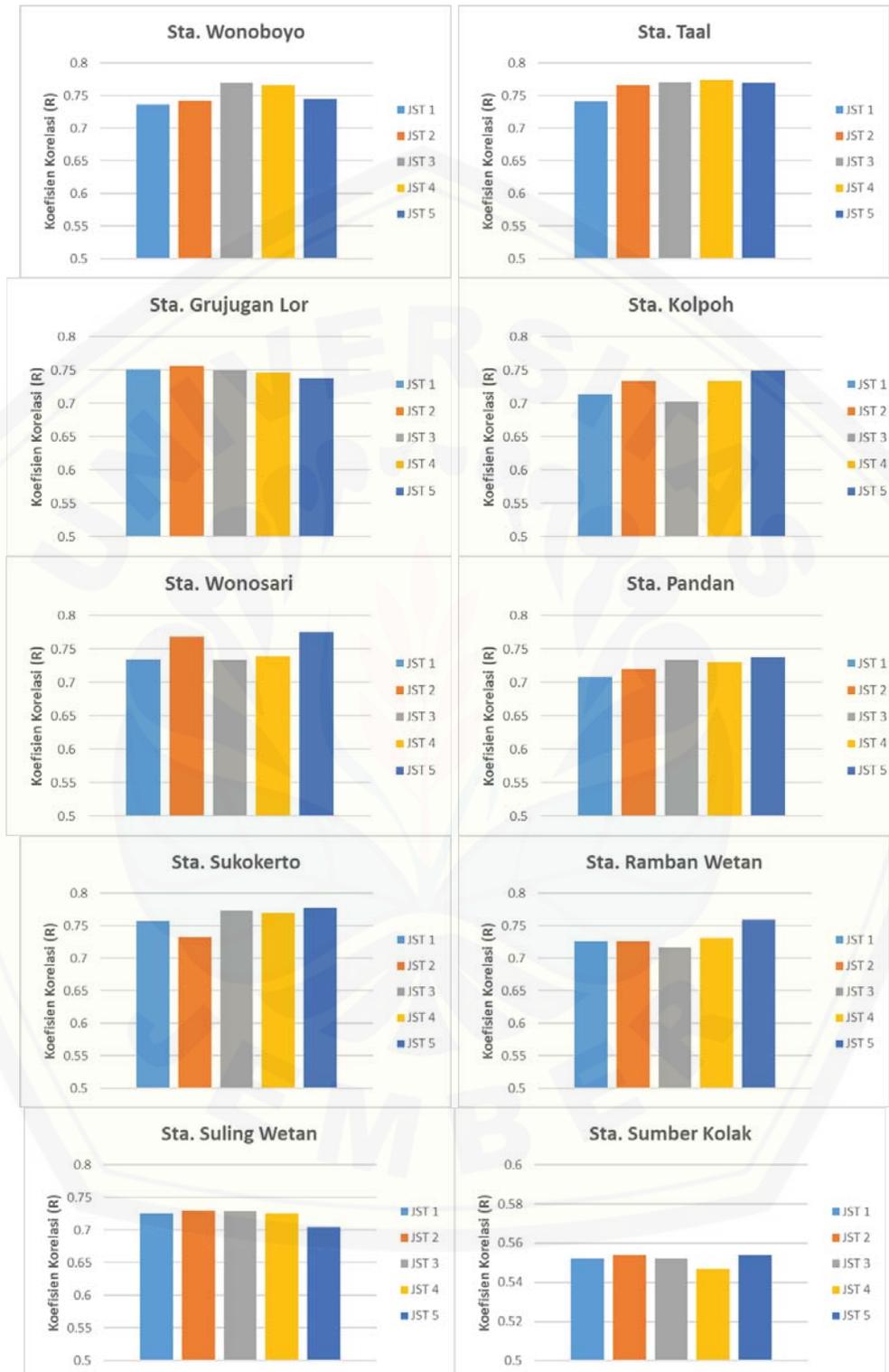


Gambar 3. Grafik Arsitektur JST

Input Layer berupa data satelit GPM IMERGDF pada grid 2x2 sehingga diperoleh 4 data input (4 neuron). Pada *hidden layer* dengan 5 neuron yang dilakukan secara coba-banding yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 neuron. Output Pemodelan berupa data curah hujan hasil Model JST. Hasil pemodelan curah hujan pada berbagai stasiun hujan selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 4-5.

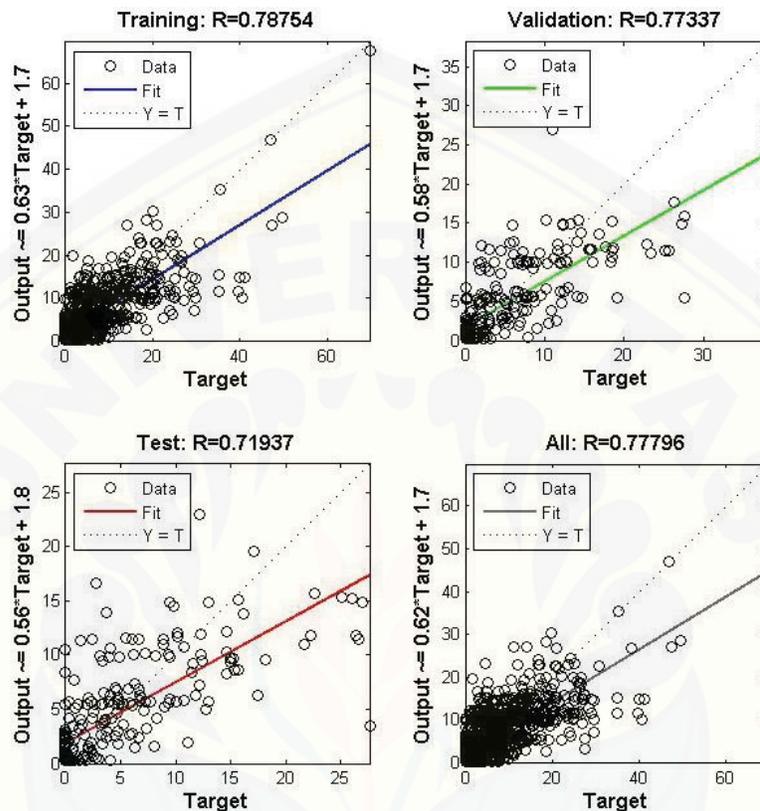


Gambar 4. Hasil Pemodelan Hujan pada berbagai Stasiun Hujan



Gambar 5. Hasil Pemodelan Hujan pada berbagai Stasiun Hujan

Grafik pada gambar 4 merupakan hasil dari nilai korelasi total setiap stasiun hujan menggunakan 5 model yaitu JST dengan *hidden* neuron 10,15,20,25 dan 30. Nilai R pada setiap stasiun hujan menunjukkan korelasi dengan kriteria yang kuat.



Gambar 6. Plot model JST pada Stasiun Hujan Jeru

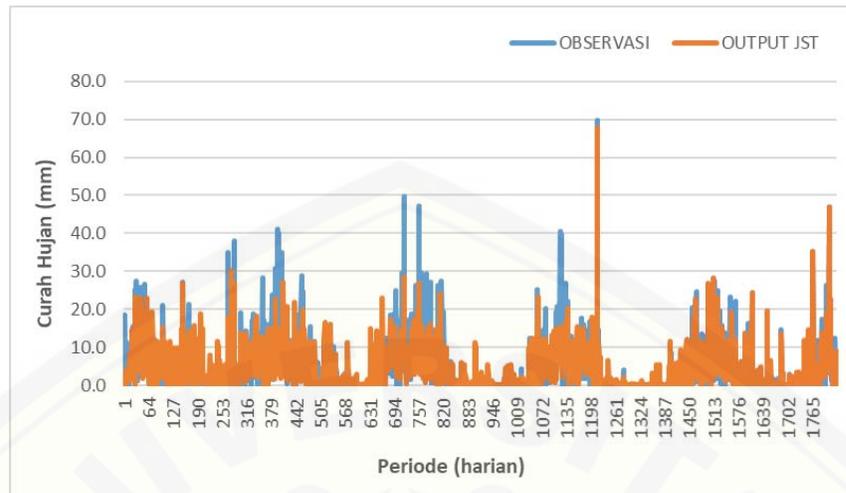
Pemodelan prediksi hujan pada Stasiun Hujan Jeru (Gambar 5) memiliki nilai R terbaik dibandingkan dengan stasiun hujan lainnya, yaitu sebesar 0,77796.

Tabel 4. Nilai R dan MSE Model JST Terbaik pada Stasiun Hujan Jeru

Model	MSE	R		
		Training	Validasi	Testing
JST 1	20.4287	0.7586	0.7382	0.7078
JST 2	19.8226	0.7849	0.7294	0.7038
JST 3	19.9634	0.7532	0.7882	0.7375
JST 4	19.1317	0.7753	0.7037	0.7753
JST 5	18.2007	0.7875	0.7733	0.7193

Dari hasil Tabel 4. menunjukkan nilai terbaik di pemodelan menggunakan hidden neuron 30 dengan nilai R *training* 0,7875, R *validation* 0.7733, R *testing* 0.7193 dan nilai MSE terkecil yaitu 18,2007

Hasil validasi terbaik pada tahun 2016 sampai tahun 2020 menunjukkan bahwa perbandingan *output* JST memiliki pola yang sama dengan data hujan observasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa model baik untuk pendugaan curah hujan harian. Hasil grafik validasi dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 7. Grafik Plotting Ouput JST dan Observasi (2016-2020)

Dari Grafik pada Gambar 6, menunjukkan bahwa prediksi hujan hasil output JST memiliki pola yang sama dengan data hujan observasi. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa pemodelan curah hujan menggunakan data hujan satelit GPM dapat memberikan tingkat keakurasian yang baik.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan proses pemodelan diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil korelasi antara data hujan satelit GPM 3IMERGDF dan data hujan observasi menunjukkan hubungan yang kuat. diperoleh nilai korelasi terbaik di setiap tahun antara tahun 2016 sampai tahun 2020 yaitu 0,526 termasuk dalam kriteria kuat. Hal tersebut menunjukkan bahwa data curah hujan GPM 3IMERGDF mempunyai potensi yang baik digunakan sebagai pendugaan curah hujan observasi.
2. Hasil uji keandalan pemodelan JST antara data hujan satelit GPM 3IMERGDF dengan data hujan observasi pada DAS Mayang cukup baik yang diukur dengan nilai rerata antara tahun 2016 sampai tahun 2020 untuk nilai $R_{training}$ 0,7875, $R_{validation}$ 0.7733, $R_{testing}$ 0.7193 dan nilai MSE yaitu 18,2007. Untuk hasil validasi terbaik pada tahun 2016 sampai tahun 2020 menunjukkan bahwa perbandingan output JST memiliki pola yang sama dengan data hujan observasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa model cukup baik untuk pendugaan curah hujan harian. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat keakurasian data tersebut baik, sehingga pemodelan data curah hujan satelit dapat digunakan peneliti untuk menggantikan data curah hujan observasi yang hilang atau tidak tercatat dari alat pengukur hujan dan dapat digunakan sebagai pemodelan hidrologi.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian sejenis perlu di uji coba pada DAS lain.
2. Perlu dikaji pengaruh periode panjang data terhadap akurasi model

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas PU Bina Marga dan Sumber Daya Air yang telah membantu dalam penyediaan data hujan observasi untuk penelitian ini.

Daftar Referensi

- Amalia, N. (2018). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Korban Jiwa pada Kejadian Tornado di Amerika Serikat.
- Fitri, N. A., & Taufik, I. (2020). Perbandingan JST Metode Backpropagation dan Metode Radial Basis dalam Memprediksi Curah Hujan Harian Bandara Int'ernasional Minangkabau. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 9(2), 217–223.
- Hidayah, E., Anwar, N., Iriawan, N., & Model, A. D. R. (2010). Evaluating Error of Temporal Disaggregation from Daily into Hourly Rainfall using Heytos Model at Sampean Catchments Area. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 21(1). <https://doi.org/10.12962/j20882033.v21i1.25>
- Mamenun, M., Pawitan, H., & Sopaheluwakan, A. (2014). Validasi Dan Koreksi Data Satelit Trmm Pada Tiga Pola Hujan Di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 15(1), 13–23. <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i1.169>
- Mazzoglio, P., Laio, F., Balbo, S., Boccardo, P., & Disabato, F. (2019). Improving an extreme rainfall detection system with GPM imerg data. *Remote Sensing*, 11(6), 1–24. <https://doi.org/10.3390/rs11060677>
- Nandani, S. O. (2017). Penentuan Ukuran Grid TRMM 3B42 terhadap Keandalan Prediksi Curah Hujan pada DAS Sampean Baru. 123.
- Nayak, D. R., Mahapatra, A., & Mishra, P. (2013). A Survey on Rainfall Prediction using Artificial Neural Network. *Int. J. Comput. Appl*, 72(16), 32–40.
- Pratiwi, D. W., Sujono, J., & Rahardjo, A. P. (2017). Evaluasi Data Hujan Satelit Untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan Menggunakan Cross Correlation. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, November, 1–2.
- Tan, M. L., & Duan, Z. (2017). Assessment of GPM and TRMM precipitation products over Singapore. *Remote Sensing*, 9(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/rs9070720>