

# JURNAL TEKNIK SUMBER DAYA AIR

Jurnal Teknik Sumber Daya Air merupakan jurnal sawala (*peer-review*) yang mempublikasikan hasil penelitian atau kajian dalam pengelolaan sumber daya air yang mencakup aspek konservasi, pendayagunaan sumber daya air dan pengendalian daya rusak air. Ketiga aspek ini secara inovatif dan kreatif disinergikan dengan penerapan teknologi yang berbasis pada interaksi lingkungan dan sosio-ekonomi pada suatu wilayah sungai. Jurnal ini diterbitkan secara berkala setiap bulan Februari, Juni dan Oktober dalam bentuk cetak (*printed*) dan daring (*online*).

- Penanggung Jawab** : Imam Santoso
- Ketua Dewan Penyunting** : Iwan Kridasantausa Hadihardaja
- Anggota Dewan Penyunting** : Djoko Legono  
Doddi Yudianto  
Dwita Sutjiningsih Marsudiantoro  
Eka Nugraha Abdi  
Lily Montarcih Limantara  
Rahmat Suria Lubis  
Suseno Darsono  
Tri Djoko Margianto  
Umboro Lasminto
- Penyunting Pelaksana** : Emir Faridz  
Heri Suprpto  
Reza Chandra  
Sri Wulandari  
Widya Silfianti
- Mitra Bestari** : Djajamurni Wargadalam (Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia)  
Fitri Riandini (Puslitbang Sumber Daya Air)  
Mochammad Amron (Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia)  
Radianta Triatmadja (Universitas Gadjah Mada)  
Rahmat Djayadi (Universitas Gadjah Mada)  
Robertus Wahyudi Triweko (Universitas Katolik Parahyangan)  
Simon Bramana (Puslitbang Sumber Daya Air)  
Suripin (Universitas Diponegoro)  
Suseno Darsono (Universitas Diponegoro)  
Umboro Lasminto (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)  
Waluyo Hatmoko (Puslitbang Sumber Daya Air)  
Widandi Soetopo (Universitas Brawijaya)
- Redaksi** : Asep Harhar Muharam  
Tur Indah Sulistiowati

Alamat Redaksi :



**Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia**

Gedung Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Lt. 8  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jl. Patimura No. 20 Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12100  
Telepon & Fax. +6221-72792263  
<http://www.hathi-pusat.org> | [jtsda@hathi-pusat.org](mailto:jtsda@hathi-pusat.org)

# JURNAL TEKNIK SUMBER DAYA AIR

---

## DAFTAR ISI

Susunan Redaksi .....	i
Daftar Isi .....	ii
Studi Pola Operasi Waduk Karalloe dengan Menggunakan Program Linier .....	1-10
<i>Agustina Pagatiku, Widandi Soetopo, dan Lily Montarcih L.</i>	
Optimasi Desain Rencana Tanggul Lepas Pantai NCICD Di Teluk Jakarta Terhadap Kemungkinan Tsunami Akibat Letusan Gunung Anak Krakatau.....	11-20
<i>H. Badriana, Leo Sembiring, Didit Adytia, Mourice Woran, Andonowati, dan E. van Groesen</i>	
Studi Model SMA dalam Memodelkan Kehilangan Air Akibat Patahan pada DAS Jiangwan, China.....	21-26
<i>Obaja Triputera Wijaya, Doddi Yudianto, dan Steven Reinaldo Rusli</i>	
Studi Penanganan Banjir dan Sedimen di Kawasan Muara Sungai Padolo Kota Bima .....	27-36
<i>R. Handoyo Saputro, Nadjadji Anwar, dan Hitapriya S.</i>	
Studi Pemberian Air Pada D.I. Padi Pomahan dengan Suplesi Dari Sumur Pompa Air Tanah Dangkal .....	37-50
<i>Noverina Kurniasari, Nadjadji Anwar, dan Theresia Sri Sidharti</i>	
Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan DAS Ciujung Bagian Hulu Terhadap Debit Di Sungai Ciujung .....	51-64
<i>Agus Heriyanto, Nadjadji Anwar, dan Theresia Sri Sidharti</i>	

*Agus Heriyanto, Nadjadji Anwar, dan Theresia Sri Sidharti*  
**STUDI PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAS CIUJUNG BAGIAN HULU TERHADAP DEBIT DI SUNGAI CIUJUNG**  
 JTSDA Februari 2017, Vol. 3 No. 1., h 51-64

Di wilayah Provinsi Banten, hampir setiap tahun terjadi banjir dan genangan. Potensi banjir terjadi di bagian hulu yaitu di Kabupaten Lebak, Banjir yang terjadi diakibatkan oleh meluapnya Sungai Ciujung. Berdasarkan kondisi eksisting, salah satu penyebab banjir yang terjadi pada Sungai Ciujung dipengaruhi oleh kondisi tutupan lahan pada DAS bagian hulunya. Dalam penelitian ini diperlukan data sekunder berupa debit, peta DAS, peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, dan topografi serta data primer dengan melakukan survei dan pengamatan di lapangan sebagai data pendukungnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perubahan tata guna lahan DAS Ciujung. Untuk dapat mensimulasikan besarnya debit di Sungai Ciujung melalui program HEC-HMS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisa tata guna lahan eksisting tahun 2015 nilai CN (Curve Number) DAS adalah Sub DAS Ciujung Hulu sebesar 54,89 ; Sub DAS Cisimeut 58,80 ; dan Ciberang 57,83. Dari Hasil Kalibrasi dengan HEC – HMS, Nilai CN pada penggunaan lahan dianggap dapat mewakili penggunaan lahan DAS Ciujung bagian Hulu Tahun 2015 dengan Debit yang terjadi pada AWLR tahun 2015 sebesar 510,50 m3/detik. Dari 10 Skenario Penggunaan Lahan, dipilih Skenario 2 sebagai alternatif penggunaan lahan karena mampu mereduksi debit di sungai Ciujung menjadi 429,83 m3/detik.

Kata Kunci : *manajemen aset infrastruktur, tata guna lahan, debit, DAS, sungai Ciujung*

.....

*Agustina Pagatiku, Widandi Soetopo, dan Lily Montarcih L.*  
**STUDI POLA OPERASI WADUK KARALLOE DENGAN MENGGUNAKAN PROGAM LINIER**  
 JTSDA Februari 2017, Vol. 3 No. 1., h 1-10

Saat ini waduk Karalloe masih dalam proses pelaksanaan pembangunan yang direncanakan selesai pada tahun 2020. Untuk mendukung operasi waduk maka perlu dilakukan kajian ketersediaan tampungan dan kebutuhan air waduk dengan melakukan studi pola operasi untuk mengoptimalkan pemenuhan air pada semua kepentingan agar dapat terlayani dengan baik. Dalam hal ini pola operasi waduk Karalloe dioptimalkan dengan menggunakan program linear. Maksud dari studi ini adalah untuk mengetahui pola operasi pada berbagai kondisi musim melalui pemanfaatan sumber daya air sungai Kelara-Karalloe untuk pemenuhan kebutuhan irigasi seluas 4526,5 Ha, dan peningkatan intensitas tanaman, pemanfaatan air baku dan pemenuhan kebutuhan tenaga listrik, sehingga didapatkan keuntungan yang maksimal. Pada analisa studi ketersediaan air yang digunakan adalah kondisi debit andalan yaitu andalan 97,3% tahun kering, 75% tahun rendah, 51% tahun normal dan andalan 26% tahun cukup dan menggunakan pola tata tanam eksisting (padi – padi, palawija), beberapa alternatif (padi – padi – palawija). Dari analisa tersebut diperoleh berapa besar keuntungan maksimum berdasarkan luas lahan yang ditanami dengan pemanfaatan air yang tersedia. Keuntungan maksimum dari pemanfaatan air setelah optimasi yaitu pada musim kering sebesar Rp. 78.167.922.078, pada musim rendah sebesar Rp. 142.843.007.378, pada musim normal Rp. 139.016.104.272 dan pada musim cukup sebesar Rp.245.647.197.195.

Kata kunci: optimasi, waduk Karalloe, pola operasi, program linier.

.....

*H. Badriana, Leo Sembiring, Didit Adytia, Mourice Woran, Andonowati, dan E. van Groesen*  
**OPTIMASI DESAIN RENCANA TANGGUL LEPAS PANTAI NCICD DI TELUK JAKARTA TERHADAP KEMUNGKINAN TSUNAMI AKIBAT LETUSAN GUNUNG ANAK KRAKATAU**  
 JTSDA Februari 2017, Vol. 3 No. 1., h 11-20

Salah satu rencana pengembangan infrastruktur di Teluk Jakarta adalah dengan membangun tanggul lepas pantai yang akan membentuk kolam retensi. Pembangunan kolam retensi tersebut dilakukan apabila fase perkuatan tanggul yang ada tidak dapat menangani permasalahan banjir Jakarta. Berdasarkan master plan National Capital Integrated Coastal Development (NCICD), tanggul lepas pantai bentuk Garuda diusung sebagai “iconic” negara Indonesia. Namun demikian, bentuk Garuda tersebut belum divestigasi dari segi hydraulic. Paper ini akan membahas optimum layout Bentuk Garuda dari sisi propagasi gelombang. Hasil simulasi dengan ¼ energi gelombang dari tsunami Krakatau 1883 menunjukan tinggi gelombang di kepala garuda dapat mencapai elevasi maksimum 11 m dan elevasi minimum 6 m. Alternatif desain dengan merotasi layout tanggul lepas pantai ke arah timur 15° (layout paralel terhadap arah datang gelombang) merupakan salah satu bentukkan optimum dari desain tanggul lepas pantai stage-B.

Kata Kunci: Tsunami, transmisi gelombang, tanggul lepas pantai, Teluk Jakarta, NCICD

.....

*Noverina Kurniasari, Nadjadji Anwar, dan Theresia Sri Sidharti*  
**STUDI PEMBERIAN AIR PADA D.I. PADI POMAHAN DENGAN SUPLESI DARI SUMUR POMPA AIR TANAH DANGKAL**  
 JTSDA Februari 2017, Vol. 3 No. 1., h 37-50

Kebutuhan air D.I. Padi Pomahan saat ini disuplesi dari sumur pompa air tanah dangkal yang jumlahnya mencapai 861 sumur pompa. Hal ini dikarenakan kecilnya debit Sungai Pikatan, disamping adanya pengambilan ilegal oleh truk tangki air isi ulang pada sumber-sumber di hulu Bendung Padi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kapasitas sumur pompa optimum yang dibutuhkan agar dihasilkan luas tanam maksimal. Penelitian dimulai dengan analisa ketersediaan dan kebutuhan air, kemudian dilakukan optimasi menggunakan program *QM For Windows* dengan alternatif-alternatif awal tanam, kebutuhan air dan suplesi sumur pompa air tanah pada wilayah hulu, tengah dan hilir. Hasil penelitian didapat bahwa sumur pompa air tanah dangkal yang ada dapat memenuhi kebutuhan. Alternatif terpilih yaitu pemberian air dari sumur pompa dialirkan ke saluran tersier dengan awal tanam November 1. Prosentase penggunaan sumur pompa di wilayah tengah pada Bulan November sebesar 100%, Januari periode pertama 11%, dan April periode ketiga s.d. September antara 2%-80%. Sedangkan pada wilayah hilir prosentase penggunaannya hampir sepanjang tahun antara 7%-78%. Pola tanam yang dihasilkan yaitu padi-padi/palawija-tebu dengan intensitas tanam wilayah hulu 292%, tengah 300% dan hilir 300%. Semakin mundur awal tanam, maka luas wilayah hulu yang tidak terairi dan penggunaan sumur pompa di wilayah tengah dan hilir akan semakin besar.

Kata Kunci : *D.I. Padi Pomahan, QM For Windows, pemberian air, suplesi, sumur pompa air tanah dangkal.*

.....

Obaja Triputera Wijaya, Doddi Yudianto, dan Steven Reinaldo Rusli  
**STUDI MODEL SMA DALAM MEMODELKAN KEHILANGAN AIR AKIBAT PATAHAN PADA DAS JIANGWAN, CHINA**

JTSDA Februari 2017, Vol. 3 No. 1., h 21-26

Studi ini difokuskan untuk melanjutkan studi sebelumnya mengenai performa dari metode SUH-SCS CN dalam memodelkan hujan-limpasan berbasis harian pada DAS Jiangwan, China. Pada studi ini metode SUH-SCS dikombinasikan dengan model kehilangan air *Soil Moisture Accounting* (SMA). Model SMA memiliki total 13 parameter ditambah dengan 1 parameter dari metode SUH-SCS. Berdasarkan hasil analisis sensitifitas, terdapat 4 parameter yang sensitive, yaitu SS, TS, SC, dan Inf. Kalirasi parameter dilakukan untuk data tahun 1973 dan menghasilkan nilai NS dan RVE sebesar 0,4618 dan 0,0859. Untuk hasil verifikasi data tahun 1974 nilai fungsi objektif NS dan RVE adalah 0,3563 dan 0,5358. Walaupun ahasil yang dihasilkan jauh lebih baik dari metode sebelumnya namun model SMA masih belum cukup memuaskan dalam menggambarkan peristiwa yang terjadi terutama peristiwa kembalinya air kedalam sistem sungai setelah masuk ke dalam patahan (*recovery*).

Kata Kunci : Model hidrologi, Metode SUH-SCS, Soil Moisture Accounting.

.....

R. Handoyo Saputro, Nadjadji Anwar, dan Hitapriya S.  
**STUDI PENANGANAN BANJIR DAN SEDIMEN DI KAWASAN MUARA SUNGAI PADOLO KOTA BIMA**

JTSDA Februari 2017, Vol. 3 No. 1., h 27-36

Setiap tahun Sungai Padolo di Kota Bima mengalami banjir. Banjir terbesar pada tanggal 21 dan 23 Desember 2016, dengan kerugian sebesar Rp. 1,13 Trilyun. Luas DAS Padolo sebesar 211,8 Km<sup>2</sup> dengan panjang 38,15 Km. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan konsep alternatif penanganan banjir dan sedimentasi di hilir sungai Padolo (Kecamatan Rasanae Barat) dan dianalisa secara ekonomi. Penelitian ini menggunakan metode HEC-HMS untuk menghitung besarnya debit banjir dengan kala ulang 25 tahun dengan menggunakan curah hujan rancangan sebesar 119,723 m<sup>3</sup>, didapat  $Q^{25} = 516.1 \text{ m}^3/\text{det}$ . Debit banjir rancangan tersebut dialirkan ke penampang eksisting dengan menggunakan HEC RAS. Dari hasil HEC RAS, limpasan terjadi dikarenakan luas penampang sungai tidak cukup untuk menampung debit yang ada sehingga terjadi *overtopping*. Alternatif penanganannya adalah menormalisasi sungai, membuat tanggul atau pembentukan penampang ideal. Bentuk penampang sungai yang ideal sesuai hasil perhitungan adalah bentuk trapesium dengan lebar atas 36,35 m dengan tinggi 7.18 m. Dari alternatif yang ada tersebut, kemudian dihitung analisa ekonominya dengan menggunakan *Benefit Cost Analysis* (BCA). Biaya pembangunan dengan alternatif pilihan adalah Rp. 30,997,000,000, biaya pemeliharaan sebesar Rp. 2,489,000,000. biaya pemasukan adalah biaya keuntungan daerah yang terbebas dari banjir yaitu sebesar Rp.244,105,332,632.

Kata Kunci : DAS Padolo, Banjir, Sedimentasi, Benefit Cost Analysis (BCA)

.....

# STUDI MODEL SMA DALAM MEMODELKAN KEHILANGAN AIR AKIBAT PATAHAN PADA DAS JIANGWAN, CHINA

## *STUDY OF SMA MODEL IN MODELLIN WATER LOSSES DUE TO SOIL FRACTURE IN JIANGWAN RIVER BASIN, CHINA*

Obaja Triputera Wijaya, Doddi Yudianto, Steven Reinaldo Rusli

Dosen Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung

obaja.wijaya@unpar.ac.id, doddi\_yd@yahoo.com, steven.reinaldo.rusli@gmail.com

### ABSTRAK

Studi ini difokuskan untuk melanjutkan studi sebelumnya mengenai performa dari metode SUH-SCS CN dalam memodelkan hujan-limpasan berbasis harian pada DAS Jiangwan, China. Pada studi ini metode SUH-SCS dikombinasikan dengan model kehilangan air *Soil Moisture Accounting* (SMA). Model SMA memiliki total 13 parameter ditambah dengan 1 parameter dari metode SUH-SCS. Berdasarkan hasil analisis sensitifitas, terdapat 4 parameter yang sensitive, yaitu SS, TS, SC, dan Inf. Kalibrasi parameter dilakukan untuk data tahun 1973 dan menghasilkan nilai NS dan RVE sebesar 0,4618 dan 0,0859. Untuk hasil verifikasi data tahun 1974 nilai fungsi objektif NS dan RVE adalah 0,3563 dan 0,5358. Walaupun ahasil yang dihasilkan jauh lebih baik dari metode sebelumnya namun model SMA masih belum cukup memuaskan dalam menggambarkan peristiwa yang terjadi terutama peristiwa kembalinya air kedalam sistem sungai setelah masuk ke dalam patahan (*recovery*).

Kata Kunci : Model hidrologi, Metode SUH-SCS, *Soil Moisture Accounting*.

### ABSTRACT

The focus of this study is to continue the previous study related to the performance of SUH-SCS CN method in the rainfall-runoff modelling in Jiangwan River Basin, China. In this study the SUH-SCS method combined with Soil Moisture Accounting (SMA) model. The SMA model has 13 parameters and 1 additional parameter from SUH-SCS method. Based on the sensitivity analysis, there are 4 parameters that sensitive; they are SS, TS, SC, and Inf. Parameters calibration is done by using the data from 1973 and the result of NS and RVE value sequentially is 0.4618 and 0.0859. For verification, it used the data from 1974 and the value of NS and RVE in sequent is 0.3563 and 0.5358. Although the results significantly better than the results from previous study, however the SMA model is still not satisfying especially in describing the phenomenon where the water goes back to the river through the fractures (*recovery*).

Keywords: Hydrologic model, SUH-SCS Method, Soil Moisture Accounting

## LATAR BELAKANG

Dewasa ini kebutuhan akan model hidrologi berbasis *time series* data semakin berkembang. Permasalahan seperti kekeringan, banjir, perubahan iklim, dan perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama model hidrologi terus berkembang (Misra and Singh, 2004; Hafezparst, 2013). Ada banyak model-model hidrologi yang digunakan, mulai dari metode rasional, metode unit hidograf satuan sintetik (SUH), dan metode simulasi konseptual hujan-limpasan atau yang lebih dikenal dengan nama *conceptual rainfall-runoff simulation* (CRRS).

Di Indonesia, metode HSS-SCS merupakan metode yang sering digunakan, dikarenakan kemudahan dan memberikan hasil yang cukup akurat. Model hidrologi ini sering digunakan untuk penanganan banjir ataupun perencanaan sebuah sistem drainase, sehingga metode-metode ini hanya disimulasikan berdasarkan hujan-

hujan ekstrim atau berdasarkan nilai hujan dengan periode ulang tertentu padahal untuk memahami karakteristik sebuah DAS ataupun sebuah kawasan untuk perencanaan, metode hidrologi perlu dilakukan dengan basis runtut waktu (*time-series*).

Studi dilakukan pada sebuah DAS di Jiangwan, Cina. Serangkaian studi mengenai performa dari model-model hidrologi sudah pernah dilakukan sebelumnya, antara lain model HBV96 (Swedia), Xinanjiang (China), dan NAM (Nedbør-Afstrømning, Denmark), dan performa dari model-model CRRS tersebut memberikan hasil yang memuaskan (Rusli, 2015<sup>a</sup>; Rusli, 2015<sup>b</sup>; Liguori, 2016). Studi mengenai metode HSS-SCS sendiri pernah dilakukan dengan menggunakan data hujan dari tahun 1971-1986. Hasil menunjukkan bahwa untuk rentang CN = 36-60 performa dari SUH-SCS kurang memuaskan (Wijaya, 2016). Ada beberapa faktor yang menyebabkan performa dari HSS-SCS kurang memuaskan, pertama di

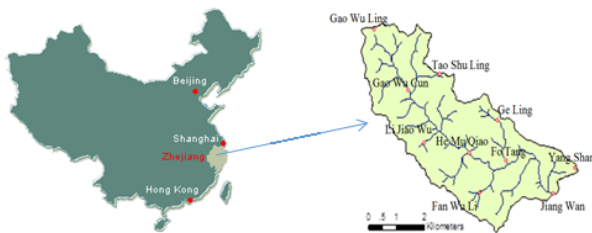
dalam DAS Jiangwan terdapat retakan/patahan yang menyebabkan air dapat hilang (Le, et al., 2012). Faktor kedua adalah parameter CN tidak terdistribusi secara waktu. Walaupun secara keseluruhan HSS-SCS memberikan hasil yang kurang memuaskan, untuk beberapa kejadian hujan ekstrim HSS-SCS memberikan hasil yang cukup akurat.

Oleh sebab itu, studi ini dititikberatkan pada simulasi hujan-limpasan dengan menggunakan metode HSS-SCS yang digabungkan dengan model *Soil Moisture Accounting* (SMA) yang mana model ini dapat memodelkan kehilangan air secara *time series*. Secara lebih tajam, studi ini bermaksud untuk melihat kehandalan model SMA dalam memodelkan kehilangan air akibat patahan.

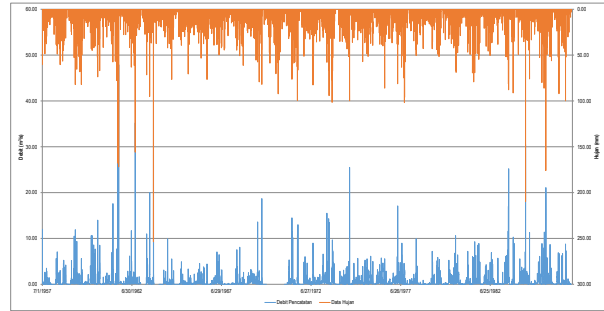
**LOKASI STUDI**

Seperti yang telah disebutkan, studi ini diambil di DAS Jiangwan, Cina. Jiangwan terletak di provinsi Zhejiang (Gambar 1.). DAS Jiangwan dipilih sebagai lokasi studi dikarenakan DAS ini memang diperuntukkan untuk konservasi penelitian, dimana gangguan akibat kegiatan manusia yang dapat merubah siklus hidrologi. Das ini sendiri memiliki luas 20,9 km<sup>2</sup> dan memiliki 10 stasiun pencatatan hujan serta beberapa stasiun pengukuran debit.

Data yang berhasil dikumpulkan adalah data curah hujan harian dari tahun 1971-1986 dan data pencatatan debit dari tahun 1971-1986. Data hujan dan data debit dicatat oleh *Zhejiang Provincial Hydrology Bureau* dan dikoreksi oleh *National Standard of People's Republic of China for Water Resources* (2000).



Gambar 1. Lokasi studi DAS Jiangwan (Liguori, 2015)



Gambar 2. Data pencatatan hujan dan debit 1971-1986

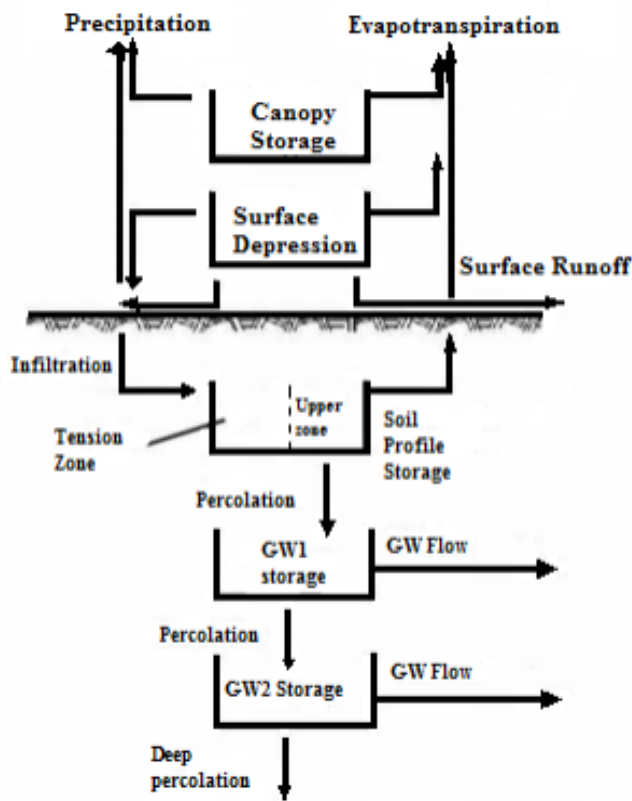
Tabel 1. Data karakteristik DAS Jiangwan

Data DAS		
Luas DAS	20,90	km <sup>2</sup>
Rasio Panjang dan Lebar	2,50	
Panjang DAS	2891,37	m
Elevasi Tertinggi	500	msl
Elevasi Outlet	78	msl
Kemiringan DAS	0,47	
Kemiringan Sungai	0,18	
Lebar Sungai	40,00	m

**SOIL MOISTURE ACCOUNTING**

Model SMA merupakan model yang menggambarkan pergerakan air di dalam dan melalui tampungan pada vegetasi lahan, permukaan lahan, profil tanah, dan air tanah. Dengan data masukan berupa hujan dan potensi evapotranspirasi, model ini dapat menghitung limpasan permukaan, aliran air tanah, kehilangan air akibat potensi evapotranspirasi, dan perkolasi dalam. Model ini juga menghitung keseimbangan kelembapan tanah untuk jangka waktu yang sangat panjang, sehingga model ini sesuai untuk mensimulasikan model harian, bulanan, bahkan musiman. Seperti yang dilihat pada gambar di bawah, model SMA menggambarkan sebuah DAS sebagai 5 lapis tampungan, *canopy interception*, *surface depression*, *soil profile*, dan air tanah (lapis 1 dan 2).





Gambar 3. Skematisasi konseptual algoritma model SMA (HEC, 2000)

Dalam model SMA sendiri terdapat 12 parameter dan 1 parameter tambahan, yaitu *lag time* atau waktu keterlambatan. Maka dalam analisis ini akan dilakukan optimasi terhadap 14 parameter ini. Tahapan dari studi ini akan dilakukan analisis sensitifitas guna menentukan parameter mana yang sensitif. Langkah berikutnya adalah optimasi dan kalibrasi 14 parameter pada satu kejadian banjir. Hasil dari optimasi parameter ini akan digunakan dalam proses verifikasi dengan menggunakan data harian sepanjang 1 tahun.

Tabel 2. Parameter model SMA

Parameter Model	Definisi	Satuan
Soil Content	Jumlah kadar air awal di dalam tanah	%
Soil Storage	Jumlah air maksimum yang dapat ditampung oleh profil tanah	mm
Soil Percolation	Kecepatan rata-rata dari perkolasi air dari tanah menuju lapisan GW1	mm/jam
Maximum Infiltration	Kecepatan maksimum air untuk masuk ke dalam profil tanah	mm/jam
Tension Storage	Jumlah air pada <i>Soil Storage</i> yang hilang akibat evapotranspirasi	mm
Initial GW1	Nilai awal dari kejenuhan tanah lapis 1	%
GW1 Storage	Volume tampungan pada tanah lapis 1	mm
GW1 Percolation	Kecepatan perkolasi dari GW1 menuju GW2	mm/jam
GW1 Coefficient	Waktu tunda pada GW1	jam
Initial GW2	Nilai awal dari kejenuhan tanah lapis 2	%
GW2 Storage	Volume tampungan pada tanah lapis 2	mm
GW2 Percolation	Kecepatan perkolasi dari GW2 menuju perkolasi dalam	mm/jam
GW2 Coefficient	Waktu tunda pada GW2	jam

### HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Pada analisis ini digunakan dua fungsi objectif, yaitu *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NS) dan *Relative Volume Error* (RVE). NS merupakan fungsi objektif yang dapat mengevaluasi hasil simulasi dari perspektif rata-rata debit observasi. Nilai NS memiliki rentang antara 1 sampai dengan 0. Hasil yang semakin kecil menunjukkan bahwa estimasi yang dilakukan terlampaui besar dibandingkan dengan data sesungguhnya (Nash and Sutcliffe, 1970). Dimana persamaan NS dapat dilihat di bawah ini:

$$NS = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obsi} - Q_{simi})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obsi} - RQ_{obs})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

NS : *Nash-Sutcliffe Efficiency*

Qsim : Debit simulasi (m<sup>3</sup>/s)

Qobs : Debit Pencatatan (m<sup>3</sup>/s)

RQobs : Rata-rata debit pencatatan (m<sup>3</sup>/s)

n : Jumlah data

Fungsi objektif kedua yang digunakan adalah *Relative Volume Error* (RVE), yang digunakan untuk menghitung volume simpangan secara kuantitatif. Nilai RVE bervariasi dari -∞ dan ∞, namun simulasi dikatakan berhasil atau memuaskan jika nilai RVE bernilai mendekati 0 yang itu artinya bahwa tidak ada perbedaan antara debit hasil simulasi dengan debit pencatatan. Persamaan RVE dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$RVE = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{simi} - Q_{obsi})}{\sum_{i=1}^n Q_{obsi}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

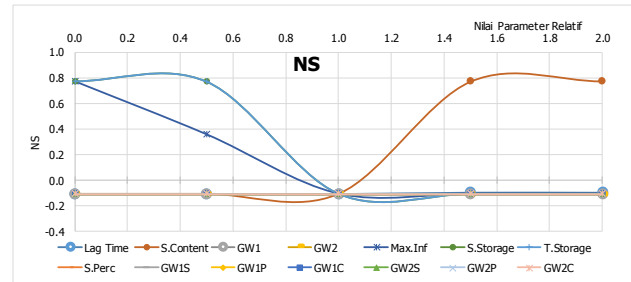
RVE : *Relative Volume Error*

Qsim : Debit simulasi (m<sup>3</sup>/s)

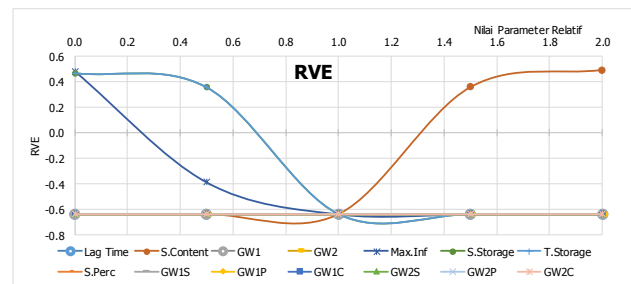
Qobs : Debit Pencatatan (m<sup>3</sup>/s)

n : Jumlah data

Seperti yang disebutkan sebelumnya model SMA terdiri atas 13 parameter dan 1 parameter tambahan dari model HSS-SCS yaitu waktu keterlambatan. Berdasarkan hasil analisis sensitifitas dari 14 parameter didapat hanya 4 parameter yang sensitif terhadap DAS Jiangwan. Ke empat parameter tersebut adalah SC (*Soil Content*), SS (*Soil Storage*), TS (*Tension Storage*), dan Inf (*Maximum Infiltration*).



(a)



(b)

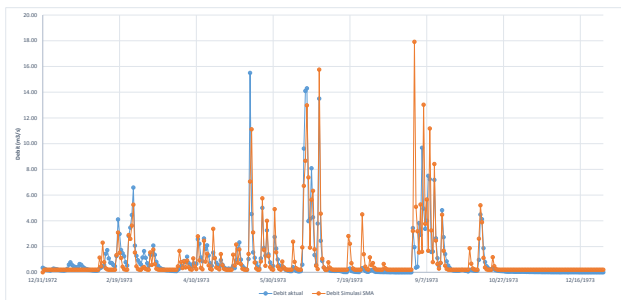
**Gambar 4.** Hasil analisis sensitifitas untuk fungsi objektif: (a) NS; (b) RVE

Data pencatatan pada tahun 1973 digunakan untuk mengkalibrasi parameter model. Pada durasi ini terdapat beberapa kali kejadian hujan yang cukup besar. Berdasarkan nilai dari fungsi objektif yang digunakan, nilai maksimum yang dapat diperoleh untuk fungsi objektif NS adalah sebesar 0,4618 dan nilai RVE yang didapat adalah 0,0859. Dari kedua nilai fungsi objektif ini dapat diambil kesimpulan bahwa secara umum model yang dibuat belum memuaskan walaupun dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode SCS-CN hasilnya jauh lebih baik. Nilai NS yang diperoleh menunjukkan rata-rata debit yang dihasilkan dari analisis jauh lebih besar jika dibandingkan dengan data pengamatan. Dapat dilihat dari gambar di bawah, pada bulan-bulan Juli-Agustus hasil analisis menghasilkan debit yang cukup tinggi, 2 – 4 m<sup>3</sup>/s, sedangkan berdasarkan data pengamatan hampir tidak ada debit yang mengalir walaupun jika dilihat pada data hujan yang ada, pada beberapa hari tersebut



terjadi hujan yang cukup besar yaitu sekitar 58-60 mm. Hal serupa juga terjadi pada tanggal 5 September 1973 dimana terjadi hujan sebesar 77,57 mm namun pada debit pencatatan debit yang terjadi hanya sebesar 4 m<sup>3</sup>/s dan menuju 0,3 m<sup>3</sup>/s pada keesokan harinya.

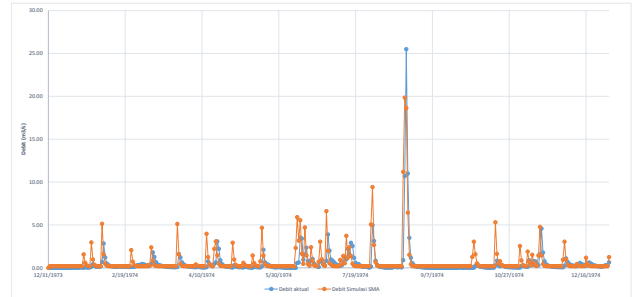
Dengan menggunakan parameter yang telah terkalibrasi, selanjutnya dilakukan proses verifikasi untuk tahun 1974. Didapat nilai NS sebesar 0,3563 dan RVE 0,5358.



Gambar 5. Hasil kalibrasi tahun 1973

Tabel 3. Kalibrasi parameter model SMA

Parameter Model	Nilai	Satuan
Soil Content	85	%
Soil Storage	250	mm
Soil Percolation	10	mm/jam
Maximum Infiltration	8	mm/jam
Tension Storage	240	mm
Initial GW1	25	%
GW1 Storage	100	mm
GW1 Percolation	0.2	mm/jam
GW1 Coefficient	0.01	jam
Initial GW2	25	%
GW2 Storage	100	mm
GW2 Percolation	0.2	mm/jam
GW2 Coefficient	0.01	jam



Gambar 5. Hasil hujan limpasan model SMA tahun 1974

Dari hasil kalibrasi dan verifikasi juga dapat dilihat bahwa kemampuan DAS dalam menyerap air sangat besar. Hal ini tergambar secara baik oleh model SMA namun proses *recovery* kehilangan air akibat patahan tidak dapat tergambar dengan baik. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, air yang hilang akibat patahan tidak hanya sekedar menghilang namun air tersebut akan tetap mengalir dan menjadi debit pada bagian sungai yang lain. Hal ini tergambar pada pencatatan debit dimana tidak ada terjadi hujan namun debit disungai cukup tinggi mengingat bahwa sungai pada DAS Jiangwan tidak memiliki aliran dasar.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan ada beberapa kesimpulan yang dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan analisis sensitifitas didapat ada 4 parameter model SMA yang sensitive pada DAS Jiangwan, yaitu SC, SS, TS, dan Inf. Hal ini membuktikan bahwa benar pada DAS Jiangwan banyak terjadi kehilangan air pada Sungai.
2. Hasil kalibrasi parameter untuk data tahun 1973 didapat nilai fungsi objektif NS dan RVE sebesar 0,4618 dan 0,0859. Untuk hasil verifikasi pada tahun 1974 nilai fungsi objektif NS dan RVE adalah 0,3563 dan 0,5358. Dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perubahan nilai parameter yang signifikan.
3. Dari nilai fungsi objektif dan pengamatan langsung dapat disimpulkan rata-rata debit hasil analisis masih jauh lebih besar dibandingkan dengan debit pengamatan terutama pada debit-debit rendah.
4. Walaupun model SMA sudah cukup baik dalam menggambarkan proses kehilangan air akibat patahan namu model SMA masih belum dapat menggambarkan proses *recovery* atau kembalinya air ke dalam sungai melalui.

## Rekomendasi

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan modifikasi dengan menggunakan model SMA dan harus dilakukan secara terpisah agar dapat menggambarkan proses *recovery* lebih baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pekerjaan ini disponsori oleh *National Science Foundation of China (grants 41271040)* dan *The Special Fund of State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering (No.20145028012)*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hafezparast M., Areghinejad S., Fatemi SE, 2013. A conceptual rainfall-runoff model using the Auto calibrated NAM models in the Sarisoo River. *HydrolCurrent Res* 4:148. doi:10.4172/2157-7587.1000148.
- HEC-HMS v.4.0, *user's manual*. 2013. U.S. Corps of Engineering, Hydrologic Engineering Center, Washington, DC
- Liguori, Christian A., 2016. Evaluation of NAM performance in Jiangwan river basin, *China*, Skripsi Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia.
- Mishra, S.K., and Singh V. P., 2004. Long-term hydrological simulation based on the Soil Conservation Service curve number. *Hydrology Presiding*, Vol. 18 (7): 1291- 1313.
- Nash, J. E., dan Sutcliffe, J. V., 1970. River flow forecasting through conceptual models. *Journal of Hydrology*, 10: 282-290.
- Rusli, S.R., Yudianto, D., Liu, J.L., 2015a. Effects of temporal variability on HBV model calibration. *Water Science and Engineering*, Vol. 8 (4): 291-300.

Rusli, S.R., Yudianto, D., Liu, J.L., 2015b. Significance of conceptual rainfall-runoff model over synthetic unit hydrograph method in simulating highflow; case study in Jiangwan Catchment, China, disajikan pada *International Civil Engineering and Infrastructure (ICCEI 2015)*, 7-8 Oktober 2015, Makassar, Indonesia.

Wijaya, O.T., Yudianto, D., Rusli, S.R., 2016. Studi performa metode SUH-SCS dalam memodelkan hujan-limpasan berbasis runtut waktu pada DAS Jiangwan, Cina. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, Vol 2(1): 17-22 ISSN 2407-1048.