

## ANALISIS PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR SUB-SUB DAS KEYANG-SLAHUNG-TEMPURAN (KST)

M. Khuzaimy Rurroziq Basthoni<sup>1)</sup>, Gusfan Halik<sup>2)</sup>, Entin Hidayah<sup>3)</sup>  
Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Jember University,  
Jl. Kalimantan No 37, Kampus Tegalboto, Jember 68111, Indonesia  
email: [khuzaimybasthoni@gmail.com](mailto:khuzaimybasthoni@gmail.com)<sup>1)</sup>, [gusfan.teknik@unej.ac.id](mailto:gusfan.teknik@unej.ac.id)<sup>2)</sup>,  
[entin.teknik@unej.ac.id](mailto:entin.teknik@unej.ac.id)<sup>3)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v10i2.309>

(Received: June 2020 / Revised: August 2020 / Accepted: August 2020)

### Abstrak

Perubahan tata guna lahan mempengaruhi puncak debit banjir pada suatu DAS. Setiap tahunnya, Kota Ponorogo dilanda bencana banjir pada saat musim penghujan tiba. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap puncak debit banjir di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran dengan menggunakan program bantu SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan berdampak pada peningkatan puncak debit banjir. Puncak debit banjir tertinggi terjadi pada tanggal 12 Maret 2018, dengan luas hutan 29,55% (tata guna lahan tahun 2015) menghasilkan puncak debit banjir 573,70 m<sup>3</sup>/s. Pada waktu dan penggunaan data curah hujan yang sama, puncak debit banjir terendah terjadi saat luas hutan 31,07% (tata guna lahan tahun 1990) yaitu 572,50 m<sup>3</sup>/s. Berdasarkan kondisi existing tata guna lahan saat ini, masih terjadi banjir sehingga diperlukan skenario pola tata guna lahan. Skenario tiga merupakan pola tata guna lahan yang optimal, dengan luasan hutan 45,37% menghasilkan puncak debit banjir 563,50 m<sup>3</sup>/s (siaga normal).

Kata kunci: *puncak debit banjir, skenario, sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran, SWAT, tata guna lahan*

### Abstract

Land-use change impacts the peak of flood discharge on a watershed. Every year, Ponorogo was hit by a flood during the rainy season. This research aims to analyze the impact of land-use change to the peak of flood discharge in sub-sub watersheds Keyang-Slahung-Tempuran using SWAT (Soil and Water Assessment Tool). The result shows that land-use change has an impact on increasing the peak of flood discharge. The highest peak of flood discharge occurred on March 12, 2018, with a forest cover 29.55 % (land-use in 2015) has a peak of flood discharge 573.70 m<sup>3</sup>/s. At the same time and use of the same rainfall data, the lowest peak of flood discharge occurred when 31.07 % of forest cover (land-use in 1990) was 572.50 m<sup>3</sup>/s. Based on the existing condition of land-use, floods are still occurring so a land-use scenario is needed. Scenario three is the optimal land-use, with a forest cover 45.37 % obtained a peak of flood discharge 563.50 m<sup>3</sup>/s (normal alert).

Keywords: *peak of flood, scenario, sub-sub watersheds of Keyang-Slahung-Tempuran, SWAT, land-use*

## 1. Latar Belakang

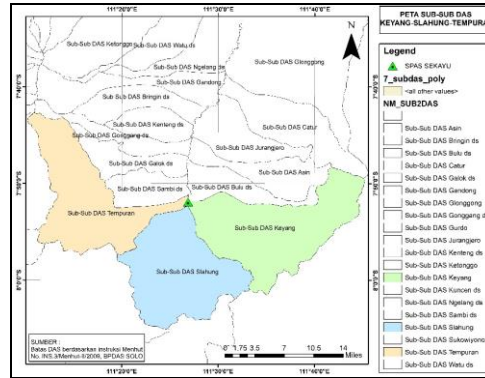
DAS merupakan suatu megasistem kompleks yang dibangun atas sistem fisik (*physical systems*), sistem biologis (*biological systems*) dan sistem manusia (*human systems*). Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila kondisi hubungan timbal balik antar komponen berjalan dengan baik dan optimal (Kartodihardjo, 2008). Vegetasi mempunyai pengaruh penting dalam besarnya retensi, baik dari segi intersepsi maupun transpirasi (Thakur, Khanal, & Poudyal, 2017). Merencanakan, mempelajari, membangun dan mengelola daerah resapan air dilakukan untuk pelestarian air limpasan (Armon & Hanninen, 2016).

Tata guna lahan dan penutupan lahan memiliki peran penting dalam keseimbangan ekosistem DAS (WWF, 2012; Thakur, 2015). Penggunaan lahan dan perubahan iklim mempunyai pengaruh penting dalam siklus hidrologi (Lyu, Wang, Sun, Ren, & Zheng, 2019). Perubahan tata guna lahan karena peningkatan populasi mempengaruhi karakteristik hidrologi DAS (Mubarok *et al.*, 2015). Analisa yang paling mudah untuk menggambarkan kondisi DAS yang kompleks adalah dengan memodelkannya (Harifa, Sholichin, & Prayogo, 2017).

Banjir sering terjadi di Kota Ponorogo setiap tahunnya, dan menyebabkan kerugian yang besar di berbagai bidang. Penggunaan lahan yang kurang bijaksana akan menyebabkan kerusakan DAS, berupa terganggunya fungsi hidrologi yang mengakibatkan terjadinya banjir (Chu *et al.*, 2013; Mahmoud & Alazba, 2015). Dengan memperhatikan kondisi sosial, diharapkan mampu mengurangi permasalahan penggunaan lahan pada DAS (Abbas *et al.*, 2015). Penelitian ini membahas pengaruh perubahan tata guna serta pola tata guna lahan yang optimal terhadap puncak debit banjir. Pemodelan debit banjir dilakukan dengan menggunakan program bantu SWAT (Soil and Water Assessment Tool) berupa model hidrologi skala DAS berbasis fisik, deterministik, dan kontinyu, yang dikembangkan oleh USDA *Agricultural Research Service* (Arnold dkk., 1998). SWAT merupakan model *semi-distributed* permukaan air yang digunakan di berbagai wilayah dunia (Zomorodian & Dowlatabadi, 2019). Beberapa makalah terbaru pemodelan hidrologi SWAT menunjukkan efisiensi penerapannya di wilayah hutan hujan Brazil (Cecilo, Pimentel, & Zanetti, 2019).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan bulan Juli hingga Desember 2019 di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran yang dibatasi oleh *outlet* Stasiun Pengamat Arus Sungai (SPAS) Sekayu (Gambar 1). Sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran berada pada  $7^{\circ} 48' 14,1''$ – $8^{\circ} 05' 04,3''$  LS dan  $111^{\circ} 10' 12,6''$ – $111^{\circ} 45' 11,3''$  BT. Beberapa kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang menjadi bagian dari sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran ini, yaitu Kabupaten Ponorogo, Madiun, Magetan, Trenggalek, dan Pacitan serta satu Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Wonogiri. Bahan penelitian adalah data sekunder yang didapatkan dari beberapa instansi pemerintah meliputi: 1) Peta DEM dengan skala 1:25000; 2) Peta Tata Guna Lahan tahun 1990, 2000, 2006, dan 2015; 3) Peta Jenis Tanah; 4) Peta kemiringan Lereng; 5) Data curah hujan tahun 2009-2018; 6) Data AWLR; 7) Data iklim tahun 2009-2018. Pengolahan data *spasial* dan *non-spasial* menggunakan perangkat lunak dan *software interface* yaitu *ArcGIS 10.3.1*, *ArcSWAT 2012.10.3.19*, dan *Microsoft Office 2018*.



Gambar 1 Lokasi DAS Keyang-Slahung-Tempuran

Penelitian dilakukan dalam empat tahapan, tahapan pertama adalah pengumpulan data sekunder. Data ini digunakan sebagai pembuatan *database* untuk *input* ke dalam *Arc-SWAT*. Tahapan kedua yaitu pengolahan data hidrologi. Tahapan ketiga adalah menjalankan simulasi model menggunakan *Arc-SWAT* dengan beberapa tahapan pengolahan, yaitu: 1) Deliniasi DAS; 2) Pembentukan HRU (*Hydrology Respones Unit*); 3) Input data hidrologi dan iklim; 4) *Running* model *SWAT*; 5) Kalibrasi dan Validasi; 6) Simulasi parameter hidrologi *SWAT*. Tahapan keempat yaitu analisis data yang dihasilkan oleh *SWAT*.

Metode statistik yang digunakan untuk melakukan kalibrasi dan validasi adalah *NashSutcliffe Efficiency (NSE)*. Nilai *NSE* dirumuskan sebagai berikut :

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_m^t - Q_o^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - \bar{Q}_o)^2} \tag{1}$$

Dengan  $Q_m^t$  adalah data observasi,  $Q_o^t$  adalah data observasi rata-rata, dan  $\bar{Q}_o$  adalah data observasi rata-rata. Nilai  $NSE \geq 0.5$  model *SWAT* bisa digunakan (Silva *et al.*, 2015). Sedangkan indikator keandalan model diukur menggunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Indikator keandalan model

No	Nilai <i>NSE</i>	Kategori
1	$0.75 \leq NSE \leq 1.00$	Sangat Baik
2	$0.65 \leq NSE \leq 0.75$	Baik
3	$0.50 \leq NSE \leq 0.65$	Memuaskan
4	$NSE \leq 0.50$	Tidak Memuaskan

Data debit observasi yang digunakan sebagai kalibrasi adalah data debit harian tahun 2016, sedangkan validasi menggunakan data debit harian tahun 2009, 2010, 2015, 2016, 2017, dan 2018 dari titik *outlet* SPAS Sungai Sekayu. Jika kalibrasi sudah dilakukan, maka selanjutnya melakukan tahap validasi. Setelah validasi dapat diterima, kemudian mensimulasikan menggunakan tata guna lahan tahun 1990, 2000, 2006, dan 2015 dengan curah hujan, iklim, dan parameter-parameter yang sama pada tahap simulasi kalibrasi dan validasi. Apabila hasil simulasi tata guna lahan *existing* masih belum optimal terhadap puncak debit banjir, maka dilakukan simulasi skenario pola tata guna lahan yang optimal.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengolahan Data Hidrologi

Data hidrologi, dalam hal ini adalah data curah hujan, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dimasukkan kedalam *Arc-SWAT*. Pengolahan data hidrologi (curah hujan) dilakukan dengan dua tahapan, yaitu : 1) Perbaikan data curah hujan yang hilang, 2) Pengujian kualitas/konsistensi data curah hujan.

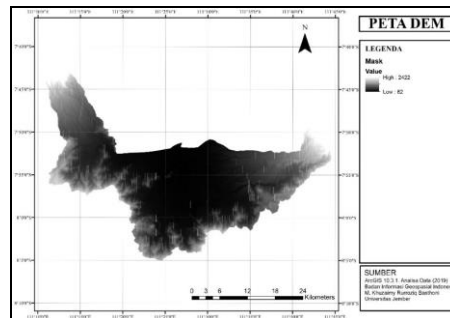
Terdapat delapan belas stasiun hujan yang tersebar di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran. Pada penelitian ini, semua stasiun hujan tidak dilakukan perbaikan data curah hujan yang hilang karena data curah hujan dari tahun 2009 - 2018 masih lengkap. Oleh karena itu pengolahan data hidrologi dilanjutkan dengan pengujian kualitas/konsistensi data curah hujan. Pengujian kualitas/konsistensi data curah hujan perlu dilakukan agar ketelitian data yang dipakai sesuai dengan kondisi di lapangan, sehingga kesalahan data dapat ditekan. Pengujian ini menggunakan metode *double mass curve* dan dikatakan konsisten jika nilai  $R^2$  mendekati nilai 1. Berdasarkan hasil pengujian kualitas/konsistensi data curah hujan didapatkan hasil konsisten pada semua stasiun hujan. Hasil pengujian kualitas/konsistensi data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian kualitas/konsistensi data curah hujan

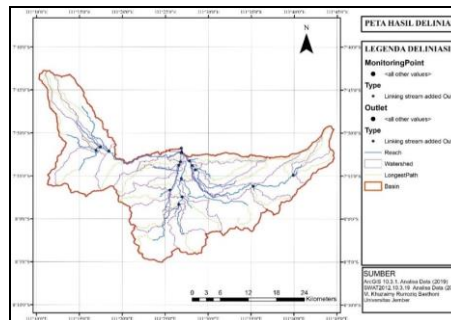
No	Nama Stasiun Hujan	$R^2$	Keterangan
1	Ngrayun	0.9985	Konsisten
2	Pudak	0.9990	Konsisten
3	Sungkur	0.9991	Konsisten
4	Purwantoro	0.9975	Konsisten
5	Babadan	0.9974	Konsisten
6	Bollu	0.9990	Konsisten
7	Talun	0.9968	Konsisten
8	Pulung	0.9993	Konsisten
9	Ponorogo	0.9997	Konsisten
10	Sumorobangun	0.9998	Konsisten
11	Slahung	0.9991	Konsisten
12	Wilangan	0.9991	Konsisten
13	Sooko	0.9985	Konsisten
14	Sawoo	0.9978	Konsisten
15	Ngilo-Ilo	0.9985	Konsisten
16	Balong	0.9971	Konsisten
17	Sumoroto	0.9975	Konsisten
18	Pohijo	0.9984	Konsisten

#### 3.2 Deliniasi DAS

Deliniasi batas DAS pada program *Arc-SWAT* dilakukan secara otomatis dengan cara memasukan peta DEM (Gambar 2) yang diproyeksikan terlebih dahulu kedalam koordinat UTM Indonesia 49S Datum WGS 1984 dan menentukan titik *outlet* pada DAS sebagai acuan deliniasi. Hasil pengolahan deliniasi DAS Keyang-Slahung-Tempuran dapat dilihat pada Gambar 3.



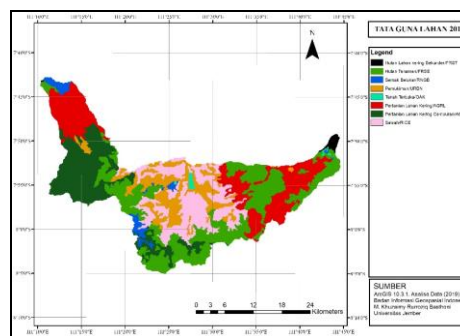
Gambar 2 Peta DEM



Gambar 3 Peta deliniasi

### 3.3 Pembentukan HRU

Pembentukan *HRU* (*Hidrologic Response Unit*) dilakukan setelah terbentuknya deliniasi batas DAS dengan cara memasukkan tiga jenis data dan melakukan *threshold* yaitu peta jenis tanah 20% (Gambar 5), peta tata guna lahan 10% (Gambar 4), dan kemiringan lereng 20% (Gambar 6).



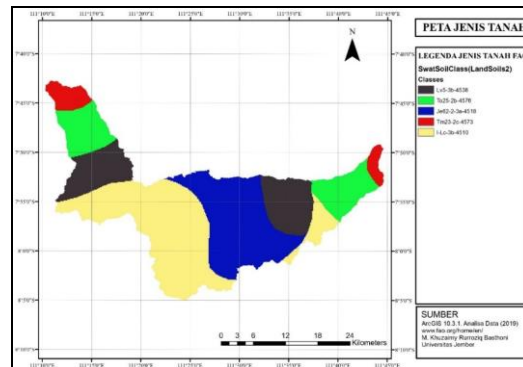
Gambar 4 Tata guna lahan

Peta jenis tanah dan peta tata guna lahan dapat dimasukkan kedalam *Arc-SWAT* apabila sudah berbentuk data raster. Pengisian kemiringan lereng, disesuaikan dengan jumlah klasifikasi kemiringan lereng sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran. Pembentukan *HRU* menghasilkan 33 Sub-basin. Hasil pengolahan *HRU* DAS Keyang-Slahung-Tempuran dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan hasil pengolahan data peta jenis tanah dari *FAO*, terdapat lima klasifikasi jenis tanah yang berada di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran dan dominan dari jenis tanah I-Lc-3b-4510 dengan presentase sebanyak 36.89%. Klasifikasi jenis tanah sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 3.

Tabel 3 Jenis tanah sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran

No	Soilclass	Luas	
		ha	%
1	Tm23-2c-4573	4701.04	4.93391
2	Lv5-3b-4538	17212.5	18.0651
3	To25-2b-4576	13934.3	14.6245
4	I-Lc-3b-4510	35145.8	36.8867
5	Je62-2-3a-4518	24286.7	25.4897
Total		95280.3	100

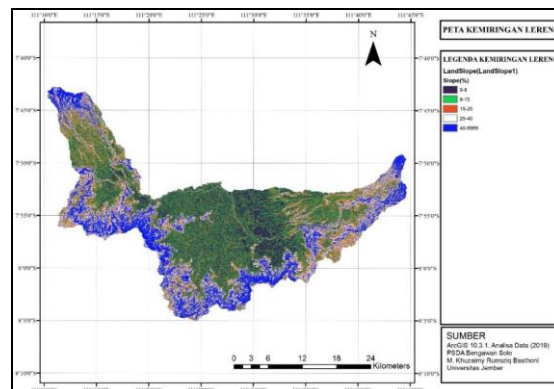


Gambar 5 Peta Jenis Tanah FAO

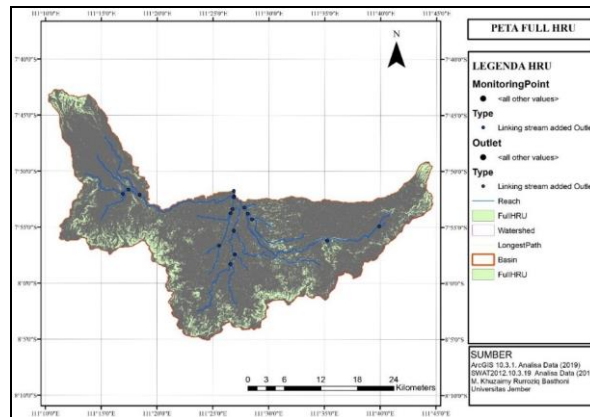
Peta kemiringan lereng (Gambar 6) pada penelitian ini di dapat dari PSDA Bengawan Solo dan mengklasifikasikan peta sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran menjadi lima tingkat kemiringan lereng. Tingkat kemiringan lereng dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 4.

Tabel 4 Kemiringan lereng sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran

No	Slope %	Luas	
		ha	%
1	0-8	24260.98	25.4628
2	8-15	16655.40	17.4804
3	15-25	15137.72	15.8876
4	25-40	21240.52	22.2927
5	40>	17985.66	18.8766
Total		95280.27	100



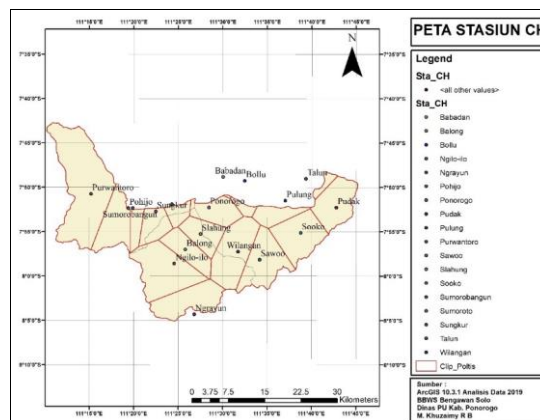
Gambar 6 Peta kemiringan lereng



Gambar 7 Full Hidrologic Response Unit (HRU)

### 3.4 Input Data Hidrologi dan Iklim

Untuk memproses sebuah data di dalam Arc-SWAT membutuhkan pengisian data iklim dan hidrologi agar pemodelan bisa dijalankan pada tahap selanjutnya. Di dalam penelitian ini, data iklim di isi dengan pilihan “WGEN USER”. Tahap selanjutnya memasukan data curah hujan yang telah diolah menggunakan metode *polygon thiessen* (Gambar 8) dan dijadikan ke dalam format \*.txt, serta memasukan data iklim yang telah di jadikan kedalam format \*.txt.



Gambar 8 Peta *polygon thiessen* stasiun hujan

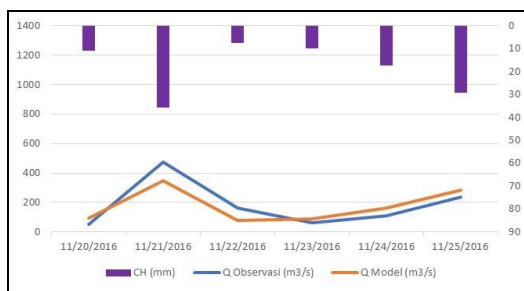
### 3.5 Kalibrasi dan Validasi

Tahap Kalibrasi dilakukan untuk menguji keandalan model, sehingga keluaran model dapat mendekati kondisi sebenarnya pada daerah penelitian yang sedang diuji. Validasi merupakan tahapan yang dilakukan setelah kalibrasi memenuhi. Validasi bertujuan untuk mengevaluasi model, guna menilai tingkat keakuratan dan konsistensi yang dimiliki suatu model untuk melakukan simulasi.

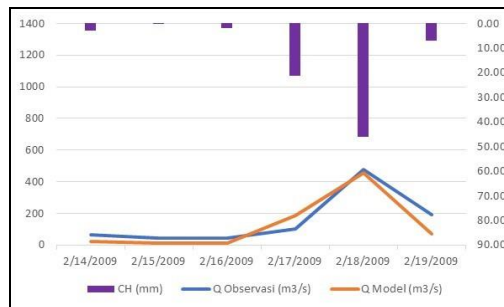
Kalibrasi dilakukan secara manual (*trial and error*) untuk menentukan parameter yang sesuai, dan membandingkan debit harian data model dengan debit harian data observasi yang ada pada SPAS Sekayu. Parameter pada tahap kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 5. Penentuan parameter berdasar pada Arnold *et al.*, (2012).

Tabel 5 Parameter model tahap kalibrasi

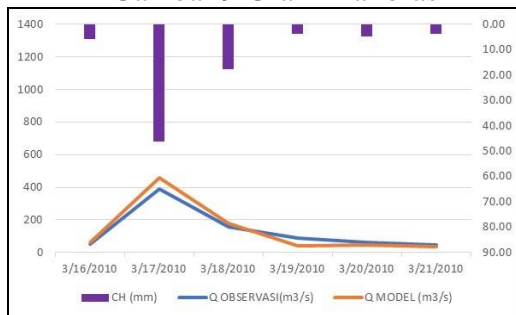
No	Parameter	Keterangan	Range	Fitted Value
1	CN2.mgt_R	Bilangan Kurva Aliran Permukaan	25-98	97.2
2	ESCO.hru_V	Faktor Evaporasi Tanah	0-1	1
3	SOLAWC.sol_V	Kapasitas Menahan Air	0.5-1	-0.04
4	GWQMN.gw_V	Batas Kedalaman Air Minimum Pada Aquifer Dangkal yang Dibutuhkan Untuk Kembali Terjadinya Aliran	0-5000	750
5	GW_REVP.gw_V	Koefisien Penguapan Air Tanah	0-0.2	0
6	REVAPPM.gw_V	Perkolasi Ke Aquifer	0-1000	1000



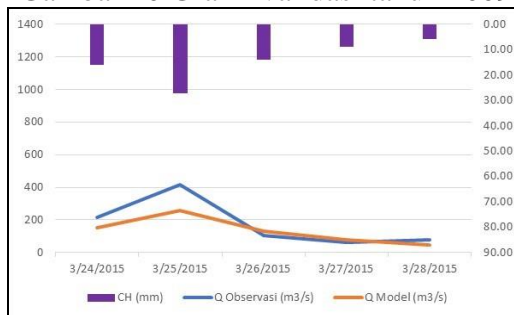
Gambar 9 Grafik kalibrasi



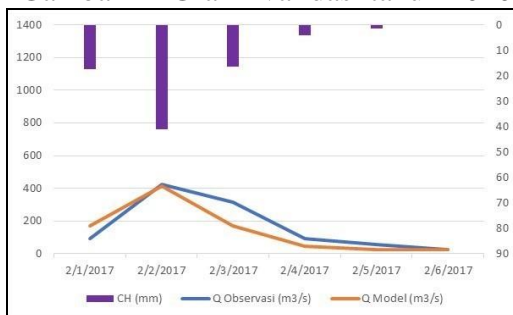
Gambar 10 Grafik validasi tahun 2009



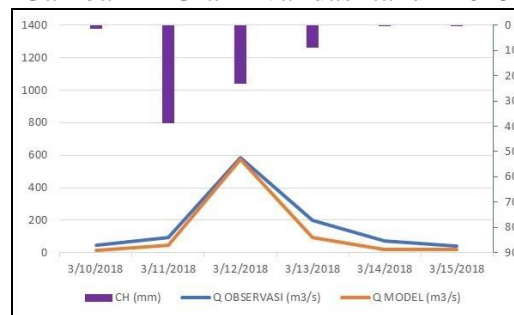
Gambar 11 Grafik validasi tahun 2010



Gambar 12 Grafik validasi tahun 2015



Gambar 13 Grafik validasi tahun 2017



Gambar 14 Grafik validasi tahun 2018

Pada grafik Gambar 9 – 14 menunjukkan puncak debit banjir tertinggi terjadi dalam waktu yang bersamaan dengan curah hujan tinggi. Dari hasil grafik kalibrasi (Gambar 9) menunjukkan puncak debit banjir harian model masih dibawah dari puncak debit banjir harian observasi namun berdasarkan nilai keandalan model (*NSE*) menghasilkan nilai 0.751 sehingga model kalibrasi dapat diterima. Dari hasil validasi menunjukkan sebagian besar puncak debit banjir harian model berada di bawah puncak debit banjir harian observasi dengan selisih



nilai yang kecil (Gambar 10, 12,13, dan 14). Sedangkan pada tahun 2010 (Gambar 11) puncak debit banjir harian model berada di atas puncak debit banjir harian observasi. Hasil nilai kalibrasi dan validasi dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil nilai kalibrasi dan validasi

No	Keterangan	Tahun	NSE	Kategori
1	Kalibrasi	2016	0.751	Sangat Baik
2	Validasi	2009	0.812	Sangat Baik
3	Validasi	2010	0.916	Sangat Baik
4	Validasi	2015	0.666	Baik
5	Validasi	2017	0.765	Sangat Baik
6	Validasi	2018	0.922	Sangat Baik

### 3.6 Analisis Model Tata Guna Lahan Terhadap Puncak Debit Banjir

Analisis model tata guna lahan bertujuan untuk mengetahui respon perubahan puncak debit banjir harian (mengalami kenaikan atau penurunan) terhadap perubahan tata guna lahan (terutama pada tata guna lahan hutan *FRSE* dan hutan *FRST*) di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran. Proses simulasi model tata guna lahan dilakukan pada tata guna lahan di tahun-tahun tertentu yaitu tata guna lahan tahun 1990 (Gambar 15), 2000 (Gambar 16), 2006 (Gambar 17), dan 2015 (Gambar 18). Simulasi model dilakukan dengan kondisi curah hujan dan iklim yang sama yaitu data curah hujan dan iklim dengan rentang tahun 2009-2018. Antara tahun 2009-2018 curah hujan paling lebat terjadi pada tanggal 12 Maret 2018.

Tabel 7 Perubahan tata guna lahan

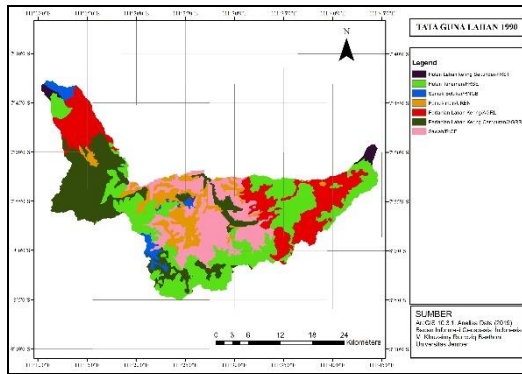
Klasifikasi Tata Guna Lahan	Tata Guna Lahan %			
	Tahun 1990	Tahun 2000	Tahun 2006	Tahun 2015
Semak Belukar/RNGB	2.61	2.61	2.64	2.69
Tanah Terbuka/OAK	0.00	0.45	0.37	0.52
Pertanian Lahan Kering/AGRL	19.25	20.52	20.49	20.52
Hutan Tanaman/FRSE	29.90	29.05	28.99	28.82
Pertanian Lahan Kering Campuran/AGRR	20.21	20.21	17.65	17.64
Hutan Lahan kering Sekunder/FRST	1.17	0.73	0.72	0.73
Pemukiman/URBN	8.92	8.92	12.20	12.16
Sawah/RICE	17.94	17.52	16.95	16.91
Jumlah	100	100	100	100

Dari tahun 1990 hingga tahun 2015, telah terjadi banyak perubahan tata guna lahan (Tabel 7) (Gambar 15-18). Berdasarkan hasil simulasi model tata guna lahan, nilai puncak debit banjir harian mengalami peningkatan di setiap penurunan luasan hutan (*FRST* dan *FRSE*) yang terjadi (Tabel 7). Nilai puncak debit banjir harian terendah yaitu  $572.50 \text{ m}^3/\text{s}$  saat luas hutan 31.07 % dari total luas DAS (tata guna lahan tahun 1990). Sedangkan nilai puncak debit banjir harian tertinggi yaitu  $573.70 \text{ m}^3/\text{s}$  saat luas hutan 29.55 % dari total luas DAS

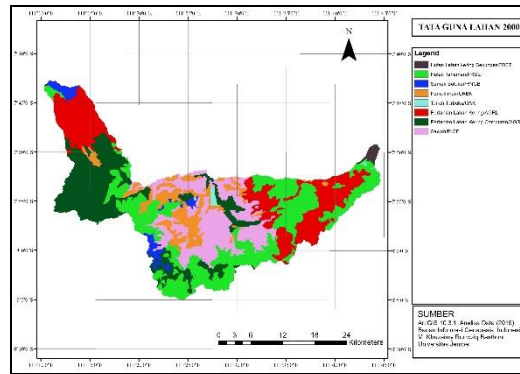
(tata guna lahan tahun 2015). Hasil puncak debit banjir harian simulasi model dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 8. Grafik puncak debit banjir harian dan luasan tata guna lahan hutan dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 19. Dikarenakan debit puncak banjir harian masih melebihi ambang batas siaga hijau ( $563,93 \text{ m}^3/\text{s}$ ) pada tata guna lahan *existing*, maka diperlukan skenario pola tata guna lahan untuk menurunkan puncak debit banjir harian.

Tabel 8 Puncak debit banjir tahun tata guna lahan

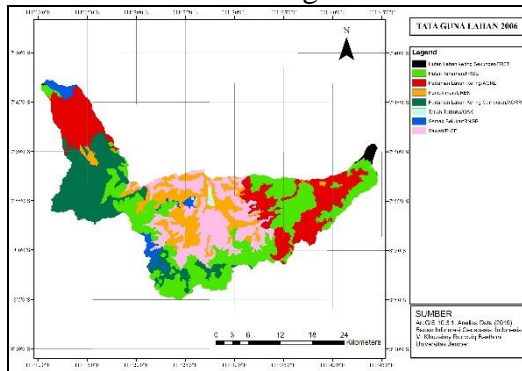
Tata Guna Lahan	Keterangan	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Luas Hutan %
1990	Puncak Debit (Q) Model	572.50	31.07
2000	Puncak Debit (Q) Model	573.10	29.77
2006	Puncak Debit (Q) Model	573.50	29.70
2015	Puncak Debit (Q) Model	573.70	29.55



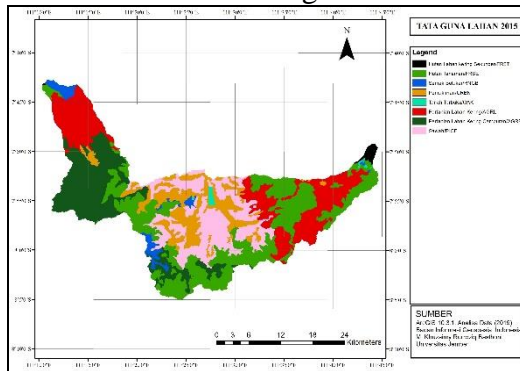
Gambar 15 Peta tata guna lahan 1990



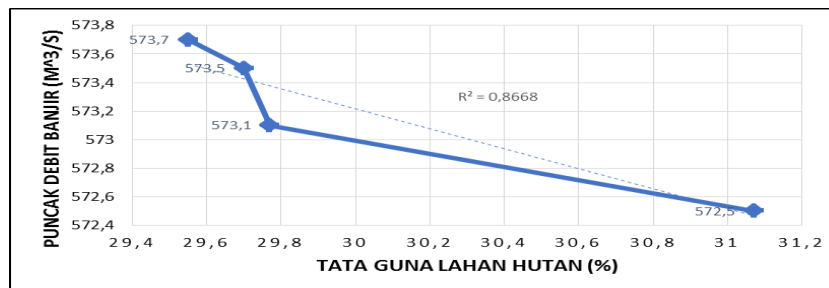
Gambar 16 Peta tata guna lahan 2000



Gambar 17 Peta tata guna lahan 2006



Gambar 18 Peta tata guna lahan 2015



Gambar 19 Perbandingan puncak debit banjir dengan luasan tata guna lahan hutan

### 3.7 Analisis Pola Tata Guna Lahan Skenario Terhadap Puncak Debit Banjir

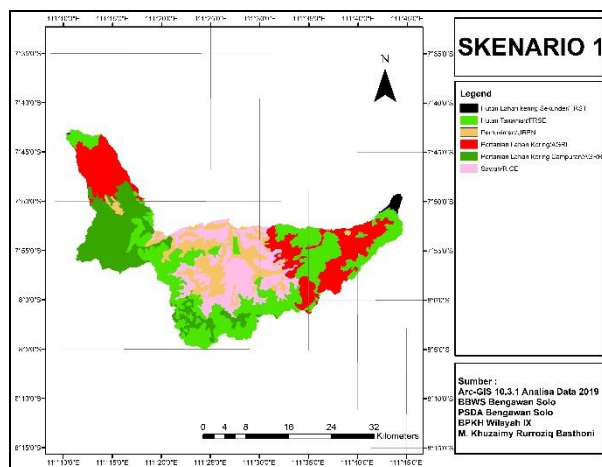
Analisis pola tata guna lahan skenario dimaksudkan untuk mensimulasikan pola tata guna lahan agar tidak terjadi banjir. Hasil simulasi pola tata guna lahan skenario agar tidak terjadi banjir dapat dilihat dari nilai puncak debit banjir berada dibawah ambang batas siaga hijau (563,93 m<sup>3</sup>/s) atau siaga normal. Pola tata guna lahan skenario dibuat dengan meningkatkan luasan hutan (FRST dan FRSE) di beberapa skenario dengan asumsi mengalihfungsikan beberapa jenis tata guna lahan untuk dirubah ke jenis tata guna lahan hutan (FRST dan FRSE). Terdapat tiga skenario yang dibuat, yaitu: skenario 1 (Gambar 20 dan 21), skenario 2 (Gambar 22 dan 23), dan skenario 3 (Gambar 24 dan 25). Luas hutan skenario 1, 2, dan 3 masing – masing sebesar 32,83 %, 40,61 %, dan 45,37 % (Tabel 9). Puncak debit banjir hasil simulasi dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 10.

Tabel 9 Perubahan tata guna lahan skenario

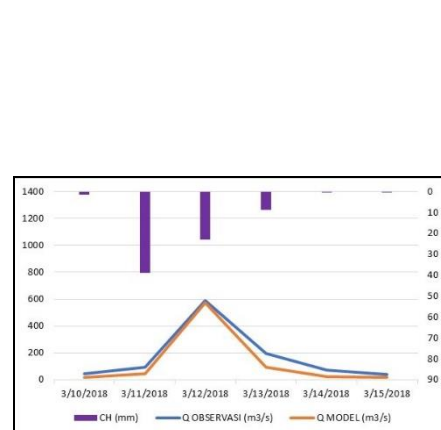
Klasifikasi Tata Guna Lahan	Tata Guna Lahan %		
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Semak Belukar/RNGB	0	0	0
Tanah Terbuka/OAK	0	0	0
Pertanian Lahan Kering/AGRL	20.51	12.74	7.98
Hutan Tanaman/FRSE	32.12	39.90	44.66
Pertanian Lahan Kering Campuran/AGRR	17.69	17.68	17.66
Hutan Lahan kering Sekunder/FRST	0.71	0.71	0.71
Pemukiman/URBN	12.11	12.10	12.04
Sawah/RICE	16.85	16.87	16.95
Jumlah	100	100	100

Tabel 10 Puncak debit banjir tata guna lahan skenario

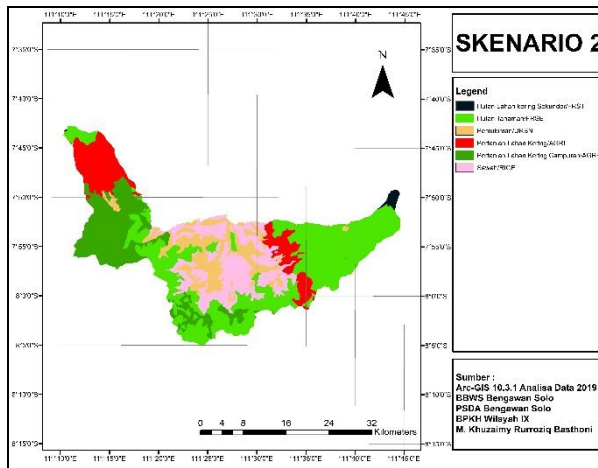
Pola Tata Guna Lahan	Keterangan	Q (m <sup>3</sup> /s)	Luas Hutan %
Skenario 1	Puncak Debit (Q) Model	572.70	32.83
Skenario 2	Puncak Debit (Q) Model	564.60	40.61
Skenario 3	Puncak Debit (Q) Model	563.50	45.37



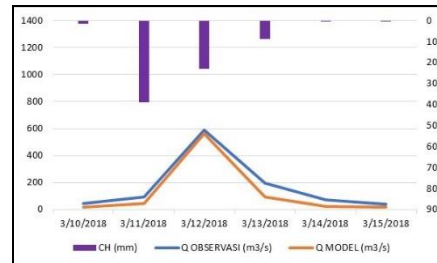
Gambar 20 Peta tata guna lahan skenario 1



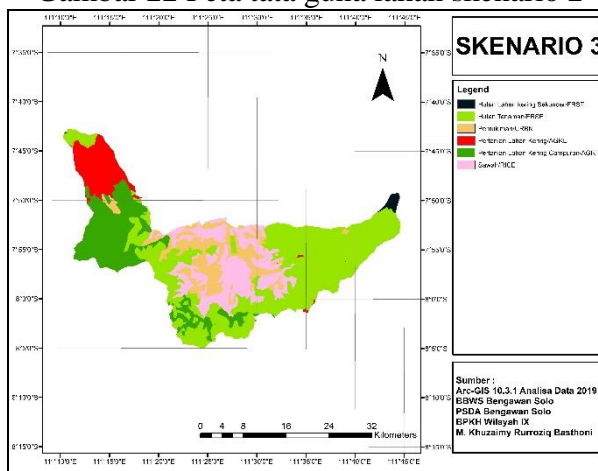
Gambar 21 Grafik puncak debit banjir skenario 1



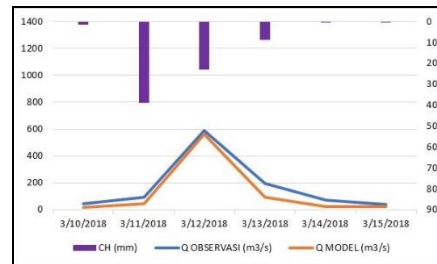
Gambar 22 Peta tata guna lahan skenario 2



Gambar 23 Grafik puncak debit banjir skenario 2

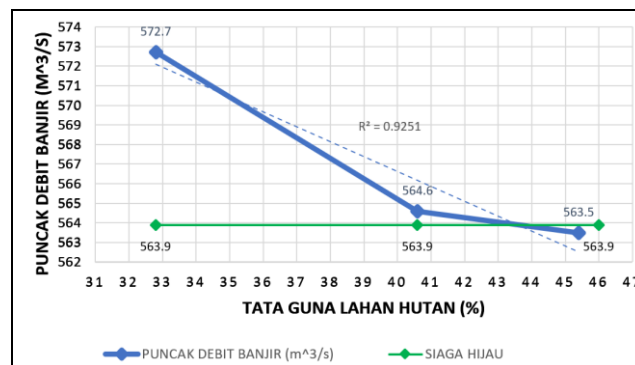


Gambar 24 Peta tata guna lahan skenario 3



Gambar 25 Grafik puncak debit banjir skenario 3

Skenario tiga merupakan pola tata guna lahan yang optimal agar puncak debit banjir berada di bawah ambang siaga hijau. Skenario tiga memiliki luasan hutan 45.37% dari total luas DAS dan menghasilkan nilai titik puncak debit banjir yaitu  $563.50 \text{ m}^3/\text{s}$ , yang berarti lebih kecil dari ambang bawah siaga hijau yaitu  $563.93 \text{ m}^3/\text{s}$ . Perbandingan puncak debit banjir dan luasan tata guna lahan hutan skenario dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26 Perbandingan puncak debit banjir dengan luasan tata guna lahan hutan skenario

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal:

1. Pemodelan hujan aliran menggunakan *Arc-SWAT* di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran menghasilkan nilai keandalan model sangat baik. Pada tahap kalibrasi (2016) memiliki nilai *NSE* sebesar 0.751. Pada tahap validasi tahun 2009, 2010, 2015, 2017, dan 2018 menghasilkan nilai *NSE* masing-masing sebesar 0.812, 0.916, 0.666, 0.765, 0.922.
2. Hasil *running* model tata guna lahan tahun 1990, 2000, 2006, dan 2015, secara berurutan menghasilkan puncak debit banjir yaitu  $572.50 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $573.10 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $573.50 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $573.70 \text{ m}^3/\text{s}$ . Peningkatan nilai puncak debit banjir berbanding terbalik dengan penurunan luasan hutan.
3. Skenario tiga merupakan kondisi optimal pola tata guna lahan sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran supaya tidak terjadi banjir.

### 4.2 Saran

Untuk meningkatkan akurasi data hasil pemodelan dengan data di lapangan maka sebaiknya dibangun pos pencatat TMA otomatis (*AWLR*) disetiap *outlet* sub-sub DAS.

## Daftar Kepustakaan

- Abbas, T., Nabi, G., Boota, M. W., Hussain, F., Faisal, M., Ahsan, H. Lahore, T., 2015. Impacts of Landuse Changes on Runoff Generation in Simly. Lahore 27(4), 3185–3191.
- Armon R.H., Hanninen O., 2016. Environmental indicators. Springer. ISBN 9402403825 pp. 1068.
- Arnold, J.G., R. Srinivasan., Muttiah R. S., dan Williams, J.R., 1998. Large-area hydrologic modeling and assessment: Part I. Model development. J. American Water Resour. Assoc. 34(1): 73-89.
- Arnold, J.G., D.N. Moriasi, P.W. Gassman, K.C. Abbaspour, M.J. White, R. Srinivasan, C. Santhi, R.D. Harmel, A.V. Griensven, M.W.V. Liew, N. Kannan, and M.K. Jha. 2012. SWAT: model use, calibration, and validation. J. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 55: 1491-1508.
- Cecilo, R. A., Pimentel, S. M., & Zanetti, S. S., 2019. Catena Modeling the influence of forest cover on stream flows by different approaches. CATENA, 178(October 2018), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.03.006>
- Chu, H. J., Liu, C. Y., & Wang, C. K., 2013. Identifying the relationships between water quality and land cover changes in the tseng-wen reservoir watershed of Taiwan. International Journal of Environmental Research and Public Health, 10(2), 478–489.
- Harifa, A. C., Sholichin, M., & Prayogo, T. B., 2017. Analisa Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Debit Sungai Sub DAS Metro dengan Menggunakan Program ARCSWAT. Jurnal Teknik Pengairan, 8(1), 1–14.

- Kartodihardjo, H., 2008. Analisis kelembagaan pengelolaan daerah aliran sungai : konsep, Paradox dan Masalah, serta Upaya Peningkatan Kinerja. Makalah Lokakarya.
- Lyu, L., Wang, X., Sun, C., Ren, T., & Zheng, D., 2019. Quantifying the Effect of Land Use Change and Climate Variability on Green Water Resources in the Xihe River Basin , Northeast China. *Sustainability*, 11(2), 338. <https://doi.org/10.3390/su11020338>
- Mahmoud, S. H., & Alazba, A. A., 2015. Hydrological response to land cover changes and human activities in arid regions using a geographic information system and remote sensing. *PLoS ONE*, 10(4), 1–20.
- Mubarok, Z., K. Murtiaksosno, dan E. D. Wahjunie., 2015. Study of land use change response to the hidrological characteristics of Way Betung - Lampung watershed. *Journal of Wallacea Forestry Research*. 4(1). pp. 1 – 10.
- Silva, G.M., A.A.O. Netto, J.J.R. Neves, N.A. Vasco, C. Ahmeida and G.G. Faccioli. 2015. Sensitivity analysis and calibration of hydrological modeling of the watershed Northeast Brazil. *Journal of Environmental Protection*. Campus São Cristóvão, Brazil.
- Thakur, J. K., 2015. Optimizing groundwater monitoring networks using integrated statistical and geostatistical approaches. *Hydrology* 2 (3), 148–175.
- Thakur, J. K., Khanal, K., & Poudyal, K., 2017. Land cover changes for enhancing water availability in watersheds of Tanahun and Kaski, Nepal. *Journal of Water and Climate Change*, 10(2)(October), 431–448. <https://doi.org/10.2166/wcc.2017.001>
- WWF., 2012. Water Poverty of Indravati Basin, Analysis and Mapping. WWF, Nepal.
- Zomorodian, S. M. A., & Dowlatabadi, S. 2019. Modeling of river discharge in the Firoozabad watershed using soil and water assessment tool model. *International Journal of Energy and Water Resources*, 3(0123456789), 13–21. <https://doi.org/10.1007/s42108-018-0007-y>.