

## Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Hidrograf Aliran di Sub-Sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran Menggunakan Model SWAT

M. Khuzaimy Rurroziq Basthoni<sup>1\*</sup>, Mahendra Andiek Maulana<sup>1</sup>, A.A.Ngr. Satria Damarnegara<sup>1</sup>

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya<sup>1</sup>

Koresponden\*, Email: [khuzaimybasthoni@gmail.com](mailto:khuzaimybasthoni@gmail.com)

Info Artikel		Abstract
Diajukan	30 Agustus 2022	<i>Area development leads to land use changes that may cause surface runoff increases. These alterations are responsible for flood and inundation in certain areas. Soil and Water Assessment Tool (SWAT) can be used to perform a rainfall-runoff model. Hence, the flow change can be estimated comprehensively. To ensure the reliability of the model, calibration and validation are required. The calibration and validation stages were conducted using SUFI-2 (Sequential Uncertainty Fitting Version 2) method to determine the most influential or sensitive parameter. Meanwhile, the reliability test was assessed using the <math>R^2</math>, NSE, and PBIAS methods. The reliability test for the calibration and validation provides a good result. In advance, this research shows that the increase in forest area may decrease the peak flow during flood occurrence.</i>
Diperbaiki	13 Januari 2023	
Disetujui	18 Januari 2023	

*Keywords: SWAT, SUFI-2, rainfall-runoff, calibration, validation.*

**Abstrak**  
Berkembangnya suatu kawasan menyebabkan terjadinya perubahan tata guna lahan sehingga mengakibatkan peningkatan limpasan permukaan. Perubahan ini bertanggung jawab atas terjadinya banjir dan genangan di daerah tertentu. *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* dapat digunakan untuk memodelkan hujan-aliran. Oleh karena itu, perubahan aliran dapat diperkirakan secara komprehensif. Untuk memastikan keandalan model, diperlukan kalibrasi dan validasi. Tahapan kalibrasi dan validasi dilakukan dengan menggunakan metode *SUFI-2 (Sequential Uncertainty Fitting Version 2)* untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh atau sensitif, sedangkan uji keandalan dinilai menggunakan  $R^2$ , *NSE*, dan *PBIAS*. Nilai uji keandalan tahap kalibrasi dan validasi memberikan hasil kategori yang baik. Selanjutnya, penelitian ini menunjukkan dengan meningkatkan luasan kawasan hutan mampu menurunkan debit puncak saat terjadi banjir.

Kata kunci: *SWAT, SUFI-2, hujan-aliran, kalibrasi, validasi*

### 1. Pendahuluan

Perubahan tata guna lahan terjadi diakibatkan salah satunya adalah berkembangnya suatu kawasan tersebut. Tata guna lahan sangat berperan penting dalam keseimbangan ekosistem dan ketersediaan air termasuk juga Daerah Aliran Sungai (DAS) [1]. Masing-masing tata guna lahan mempunyai karakteristik limpasan permukaan yang berbeda dalam mengendalikan air hujan yang turun. Suatu kawasan hutan mampu menahan dan menyimpan sebagian air hujan untuk tidak melimpas langsung ke *outlet* sehingga air tidak mudah untuk meluap yang mengakibatkan banjir di musim penghujan ataupun air tidak mudah hilang yang menyebabkan kekeringan di saat musim kemarau.

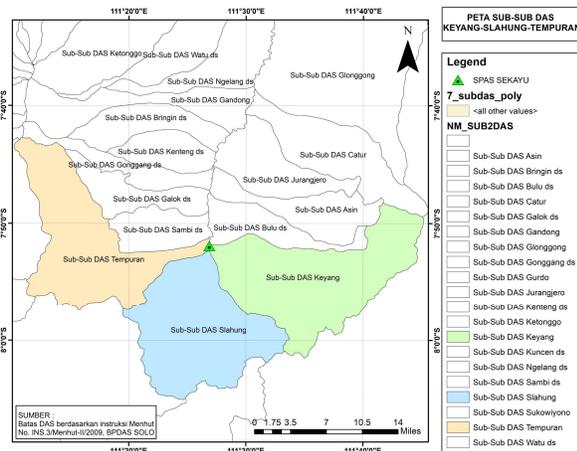
Sub-sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Keyang-Slahung-Tempuran (KST) merupakan kawasan sub-sub DAS yang terletak di Kabupaten Ponorogo. Berkembangnya kawasan sub-sub DAS KST ini menyebabkan perubahan luasan tata guna lahan dari tahun ke tahun sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya

terhadap debit aliran yang di akibatkan oleh perubahan tata guna lahan. Pemodelan hujan aliran merupakan salah satu cara pendekatan yang paling mudah untuk mendapatkan debit aliran. Sebagian besar pemodelan hujan aliran menggunakan berbagai program bantu perangkat lunak salah satunya seperti *SWAT. SWAT (Soil and Water Assessment Tool)* merupakan salah satu program bantu pemodelan hujan aliran berbasis *semi-distributed* serta merupakan model hidrologi skala DAS berbasis fisik, deterministik, dan kontinyu, yang dikembangkan oleh *USDA Agricultural Research Service* [2]. Dalam menganalisis pemodelan hidrologi maka peneliti harus memilih model hidrologi dan menunjukkan validitas kinerjanya untuk penilaian yang diinginkan [3]. Pemodelan-pemodelan yang membahas perubahan tata guna lahan di suatu DAS dengan menggunakan program bantu *ArcSWAT* telah banyak dilakukan seperti DAS Tanggul Jember, Indonesia [4]; DAS Pagsanjan-Lumban, Filipina [5]; DAS Kaptagat, Kenya [6], DAS Cisadane, Indonesia [7] dan Sub-DAS Metro, Indonesia [8].

Oleh karena itu, untuk mengetahui seberapa pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit aliran harian di sub-sub DAS KST maka penelitian ini melakukan analisis pengaruh tata guna lahan terhadap hidrograf aliran di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran menggunakan model SWAT

## 2. Metode

Lokasi penelitian berada di sub-sub DAS Keyang, sub-sub DAS Slahung, dan sub-sub DAS Tempuran. Ketiga sub-sub DAS ini termasuk kedalam DAS Bengawan Solo, Sub DAS Kali Madiun Hulu. Secara letak geografis, ketiga sub-sub DAS ini berada pada rentang  $7^{\circ} 48' 14,1'' - 8^{\circ} 05' 04,3''$  LS dan  $111^{\circ} 10' 12,6'' - 111^{\circ} 45' 11,3''$  BT sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran [9]

Dua jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu data meteorologi dan data non-meteorologi. Data meteorologi meliputi data curah hujan, data iklim, dan data debit. Data spasial meliputi data DEMNAS, data peta tata guna lahan, dan peta jenis tanah. Kedua jenis data ini termasuk kedalam bentuk data sekunder, yaitu data yang tidak diambil secara langsung dilapangan oleh peneliti ataupun data yang diperoleh dari sumber lain.

Data non-meteorologi yang meliputi peta DEMNAS dapat di unduh pada laman website [www.big.go.id](http://www.big.go.id), dan data peta jenis tanah di unduh pada laman website [FAO](http://www.fao.org/home/en/) yaitu [www.fao.org/home/en/](http://www.fao.org/home/en/), serta data peta tata guna lahan di dapatkan pada instansi instansi terkait. Sedangkan data non spasial seperti data curah hujan di dapatkan pada instansi terkait dan data iklim dapat diunduh pada laman <https://swat.tamu.edu/>.

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka tahapan selanjutnya adalah pengolahan data sebelum dimasukkan

kedalam pemodelan (*Pre-processing*). Tahapan ini meliputi pengolahan data hidrologi dan pengolahan data spasial.

Tahapan *Pre-processing* sudah dilakukan, tahapan selanjutnya adalah masuk ke dalam tahap pemodelan/pemrosesan. Data yang telah di olah pada tahapan pre-processing lalu dimasukan kedalam program bantu ArcSWAT untuk diolah menjadi debit-aliran. Tahapan-tahapan dalam program bantu Arc-SWAT yaitu deliniasi DAS, pembentukan *HRU (Hydrologic Response Unit)*, memasukan data non spasial, dan dilakukan simulasi model. Keluaran dari simulasi model ini adalah debit simulasi, sehingga perlu dilakukan tahapan kalibrasi dan validasi untuk meminimalkan perbedaan antara debit di lapangan dengan debit simulasi di pemodelan.

### 2.1 Pengolahan Data Meteorologi

Pengolahan data meteorologi pada penelitian ini adalah data hidrologi. Data hidrologi yang terkumpul dilakukan untuk menjamin keakuratan pemodelan yang akan dilakukan. Pengolahan data hidrologi yang di lakukan meliputi analisis curah hujan hilang, uji konsistensi curah hujan, dan perhitungan hujan rerata wilayah.

### 2.2 Pengolahan Data Non-meteorologi

Pengolahan data spasial dilakukan dengan menggunakan program bantu *Arc-GIS* dan *SWAT (Soil and Water Assessment Tool)*. *SWAT* merupakan model berbasis fisik (*semi-distributed model*) yang mampu memodelkan secara harian dengan periode yang panjang. Data yang diperlukan untuk memodelkan menggunakan *SWAT* adalah data meteorologi dan data non-meteorologi. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah penggambaran batas DAS/deliniasi DAS dan pembentukan *HRU (Hydrologic Responses Unit)*.

Penggambaran DAS dilakukan dengan mengolah data peta *DEM (Digital Elevation Model)* menjadi data raster. Pada proses ini data peta *DEM (Digital Elevation Model)* diproyeksikan ke dalam koordinat sesuai dengan lokasi penelitian yaitu UTM Indonesia 49S Datum WGS 1984. Penentuan lokasi *outlet* yang akan diamati di tentukan pada tahapan ini dan juga pembentukan *basin* dan banyaknya jumlah *sub-basin*.

Pembentukan *HRU (Hydrologic Responses Unit)* merupakan tahapan dengan menggabungkan beberapa atribut spasial lainnya seperti data peta tata guna laha, data peta jenis tanah, dan data peta kemiringan lereng.

### 2.3 Pemodelan Hujan Aliran Menggunakan *ArcSWAT*

Tahapan ini menggabungkan data meteorologi dan data non-meteorologi untuk menghasilkan debit simulasi harian. Tahapan-tahapan pemodelan hujan aliran menggunakan

*ArcSWAT* yaitu pembentukan *stream generation*, pembentukan *HRU (Hydrolic Responses Unit)*, simulasi hujan aliran, keluaran *TXTINOUT File*.

2.4 Kalibrasi dan Validasi Model Menggunakan *SWATCUP*

Tahapan kalibrasi dan validasi dilakukan menggunakan program bantu *SWAT-CUP* dengan metode *SUFI-2 (Sequential Uncertainty Fitting Version 2)*. Kalibrasi adalah suatu prosedur yang dilakukan untuk memperkecil perbedaan antara keadaan lapangan dengan keadaan simulasi. Sedangkan validasi adalah suatu prosedur dengan memperkecil perbedaan keadaan di lapangan dengan keadaan simulasi di dalam rentang waktu berbeda namun dengan keadaan yang sama di tahap kalibrasi tanpa merubah parameter-parameter yang ada pada proses kalibrasi.

Parameter-parameter yang akan digunakan pada tahap kalibrasi dan validasi ditentukan berdasarkan tingkat sensitifitas parameter tersebut terhadap debit keluaran simulasi. Untuk menentukan bagaimana tahapan kalibrasi dan validasi dapat digunakan untuk memodelkan hujan aliran adalah dengan menguji keandalan model. Uji keandalan model dilakukan dengan menggunakan  $R^2$  (Koefisien Determinasi), *NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency)*, dan *PBIAS (Percentage of Bias)*. Masing-masing uji keandalan ini memiliki rentang nilai masing-masing yang dapat dijadikan analisis apakah suatu model dapat digunakan pada karakteristik yang sama dengan kondisi dilapangan. Persamaan masing-masing uji keandalan dapat dilihat sebagai berikut ini pada persamaan 1-3.

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

dengan :

- $NSE$  = nash-sutcliffe efficiency
- $Q_m^t$  = rebit hasil simulasi ( $m^3/s$ )
- $Q_o^t$  = rebit aktual terukur ( $m^3/s$ )
- $\bar{Q}_o$  = rata-rata debit aktual terukur ( $m^3/s$ )

$$R^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m) \cdot (Q_{s,i} - \bar{Q}_s)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2 \cdot (Q_{s,i} - \bar{Q}_s)^2}} \right)^2 \tag{2}$$

dengan :

- $R^2$  = koefisien determinasi
- $\bar{Q}_m$  = rata-rata debit aktual terukur ( $m^3/s$ )
- $\bar{Q}_s$  = rata-rata debit hasil simulasi ( $m^3/s$ )

- $Q_{m,i}$  = debit aktual terukur ( $m^3/s$ )
- $Q_{s,i}$  = debit hasil simulasi ( $m^3/s$ )

$$PBIAS = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i^{sim} - Q_i^{obs}) \times (100)}{\sum_{i=1}^n Q_i^{obs}} \right) \tag{3}$$

dengan :

- $PBIAS$  = percentage of bias
- $Q_i^{obs}$  = debit aktual terukur ( $m^3/s$ )
- $Q_i^{sim}$  = debit hasil simulasi ( $m^3/s$ )

Adapun rentang kriteria nilai  $NSE$ ,  $R^2$ , dan  $PBIAS$  [10-12] dapat dilihat pada **Tabel 1**.

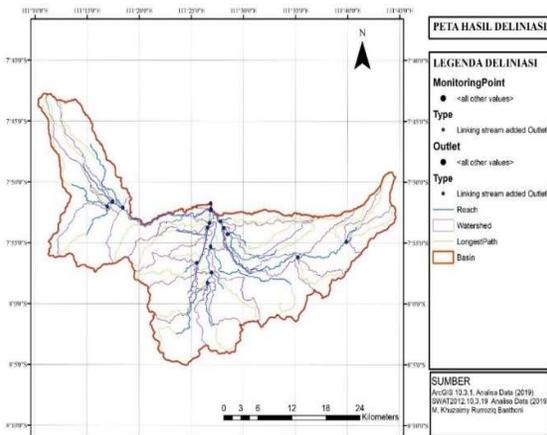
**Tabel 1.** Kriteria Uji Keandalan [10-12]

$NSE$	$R^2$	$PBIAS$	Kategori
$0,75 < NSE \leq 1,00$	$0,75 < R^2 \leq 1,00$	$PBIAS \leq \pm 10$	Sangat Baik
$0,60 < NSE \leq 0,75$	$0,60 < R^2 \leq 0,75$	$10 \pm \geq PBIAS \leq \pm 15$	Baik
$0,36 < NSE \leq 0,60$	$0,50 < R^2 \leq 0,60$	$15 \pm \geq PBIAS \leq \pm 25$	Memuaskan
$0,00 < NSE \leq 0,36$	$0,25 < R^2 \leq 0,50$	$25 \pm \geq PBIAS \leq \pm 50$	Buruk
$NSE \leq 0,00$	$R^2 \leq 0,25$	$50 \pm \leq PBIAS$	Tidak Memenuhi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembentukan *Stream Generation Delineation*

Pembentukan *stream generation delineation* merupakan salah satu tahapan dalam pengolahan data *non-meteorological*. Tahapan ini menghasilkan batasan ukuran sub-sub DAS (Daerah Aliran Sungai), panjang sungai utama, panjang anak sungai, dan jumlah *sub-basin* yang terbentuk dari peta *DEM (Digital Elevation Model)*. Pada tahapan ini juga dilakukan penentuan titik outlet aliran yang akan ditinjau yaitu pada SPAS Sungai Sekayu dengan koordinat 070 37'20.69" LU - 1110 28'47.02" BT. Hasil dari proses ini dapat terlihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta Stream Delineation [9]

### 3.2 Pembentukan HRU

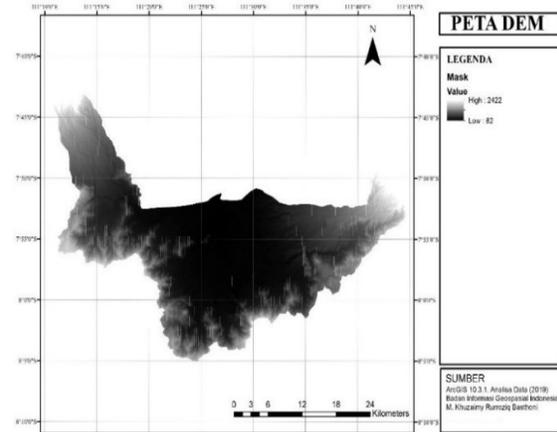
Pada tahapan ini atribut-atribut yang ada di lakukan pengolahan bersama dan menjadi satu atribut. Beberapa atribut yang digunakan adalah data peta DEM, data peta tata guna lahan, dan data peta jenis tanah, secara berurutan gambar atribut dapat dilihat pada **Gambar 3** sampai dengan **Gambar 5**.

Berdasarkan contoh peta tata guna lahan pada **Gambar 4** terdapat delapan klasifikasi tata guna lahan yaitu semak belukar (RNGB) seluas 2500,1 ha (2,6%), tanah terbuka (OAK) seluas 346,5 ha (0,5%), pertanian lahan kering (AGRL) seluas 19692,8 ha (20,5%), hutan tanaman (FRSE) seluas 27717,8 ha (28,8%), pertanian lahan kering campuran (AGRR) seluas 16910,2 ha (17,7%), hutan lahan kering sekunder (FRST) seluas 703,1 ha (0,7%), permukiman (URBN) seluas 11764,1 ha (12,2%), dan sawah (RICE) seluas 16350,5 ha (16,9%), luasan masing – masing jenis tata guna lahan setiap tahunnya dapat dilihat lebih jelas pada **Tabel 4**.

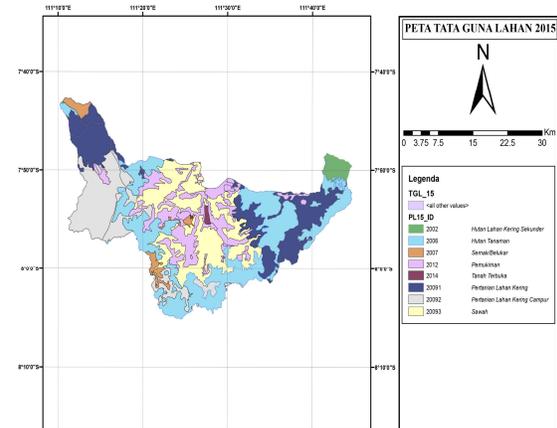
Sedangkan untuk jenis tanah berdasarkan peta jenis tanah pada **Gambar 5** sub-sub DAS Keyang – Slahung-Tempuran diklasifikasikan menjadi lima jenis tanah antara lain Tm23-2c-4573 (*Mollic Andosol*) seluas 4701,04 ha (4,93391 %), Lv5-3b-4538 (*Vertic Luvisols*) seluas 4,93391 ha (18,0651 %), To25-2b-4576 (*Orthric Andosols*) seluas 18,0651 ha (14,6245 %), I-Lc-3b-4510 (*Lithosols*) seluas 35145,8 ha (36,8867 %), Je62-2-3a-4518 (*Eutric Fluvisols*) seluas 24286,7 ha (25,4897 %). Hasil dari pembentukan HRU adalah lanjutan dari pembentukan *stream generation* dimana data informasi yang terkandung semakin lengkap sebagaimana terlihat pada **Gambar 6**.

Selama tahapan pembentukan HRU (*Hydrolic Responses Unit*), sub-basin telah diklasifikasikan berdasarkan luas dan elevasi maksimum dan elevasi

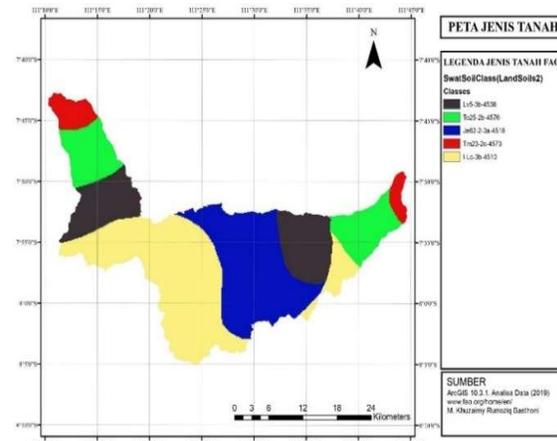
minimum. Terdapat 33 sub-basin dengan luasan yang bervariasi dengan luasan total 952,802 Km<sup>2</sup>. Tinggi elevasi minimum 82 m dan elevasi maksimum 2412 m.



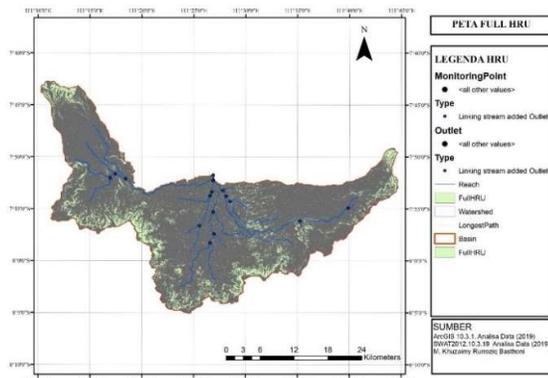
Gambar 3. Peta DEM [9]



Gambar 4. Peta Tata Guna Lahan



Gambar 5. Peta Jenis Tanah [9]



**Gambar 6.** Peta HRU

### 3.3 Simulasi Hujan Aliran

Setelah dilakukan pembentukan *stream generation* dan HRU, tahapan selanjutnya adalah dengan memasukkan data meteorologi yaitu data hujan dan data iklim. Data hujan yang disiapkan dalam bentuk format .txt sedangkan data iklim berbentuk format database .mdb. Dalam proses melakukan simulasi ditentukan hasil keluaran simulasi hujan aliran secara harian. Proses pemodelan hujan aliran dilakukan dengan beberapa simulasi. Simulasi pertama adalah dengan menggunakan periode curah hujan tahun 2015 – 2018 dan data peta tata guna lahan tahun 2015 (**Gambar 7**) untuk digunakan dalam proses kalibrasi. Simulasi kedua adalah menggunakan periode curah hujan tahun 2011-2014 dan data tata guna lahan tahun 2009 (**Gambar 10**) untuk digunakan pada tahapan validasi. Sedangkan simulasi ketiga adalah dengan menggunakan periode curah hujan 2011 – 2018 dan data tata guna lahan skenario (**Gambar 13**). Setelah dilakukan beberapa pengaturan parameter maka proses simulasi dilakukan.

### 3.4 TXTINOUT File

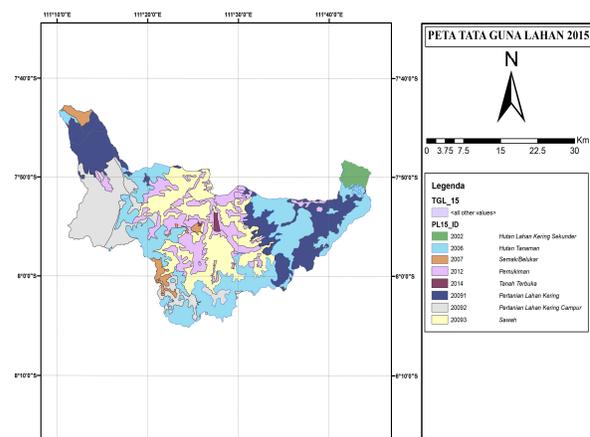
Hasil dari simulasi pemodelan adalah *TextinOut File*, yang berisikan data debit hujan aliran. Bentuk keluaran file ini nantinya diperlukan untuk dilakukan ke tahap selanjutnya yaitu tahapan kalibrasi dan validasi menggunakan program bantu *SWATCUP*. Hal ini diperlukan karena hasil dari pemodelan ArcSWAT masih sangat dimungkinkan terjadi ketidakcocokan hasil pemodelan *SWAT* dengan data di lapangan.

### 3.5 Pembahasan

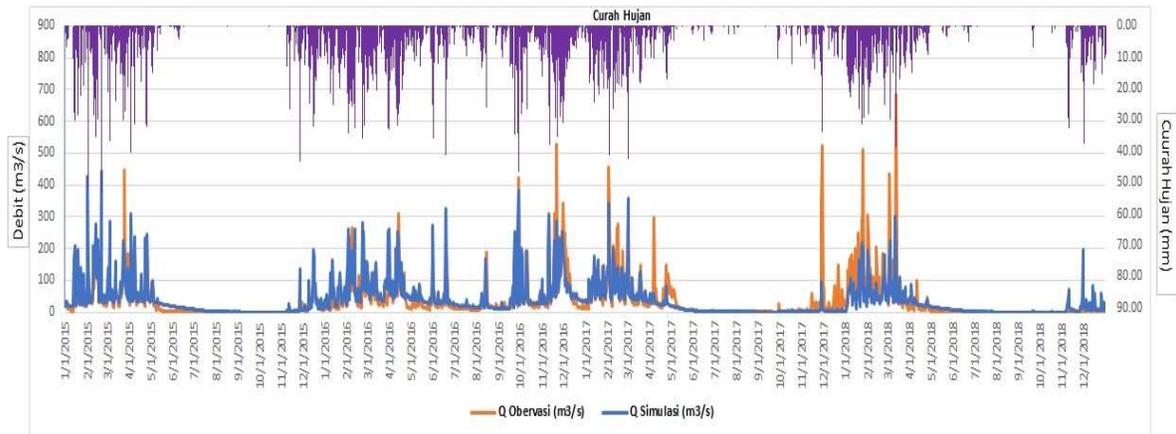
Hasil pemodelan hujan aliran dilakukan sebanyak tiga kali simulasi yang menghasilkan keluaran debit secara

harian. Simulasi yang pertama merupakan simulasi yang digunakan untuk tahapan kalibrasi. Pada tahapan kalibrasi periode curah hujan yang digunakan sepanjang tahun 2015-2018 dengan menggunakan data peta tata guna lahan tahun 2015 seperti terlihat pada **Gambar 7**. Nilai uji keandalan sebelum dilakukan uji kalibrasi yaitu  $R^2 = 0,52$ ,  $NSE = 0,49$ , dan  $PBIAS = -5,8$  sebagaimana hidrograf aliran sebelum terkalibrasi dapat dilihat pada **Gambar 8**. Kategori nilai uji keandalan tersebut termasuk dalam kategori memuaskan terutama pada nilai uji keandalan  $R^2$  dan  $NSE$  yang mengindikasikan bahwa pemodelan berjalan dengan baik, namun masih perlu dilakukan peningkatan nilai uji keandalan untuk memperkecil perbedaan antara hasil simulasi dengan data di lapangan. Nilai  $PBIAS$  yang bernilai negatif menunjukkan model yang dihasilkan termasuk kedalam kategori *under-estimated* / rata-rata hasil debit simulasi masih lebih rendah dari debit di lapangan terutama pada aliran rendah, sehingga masih perlu dilakukan kalibrasi.

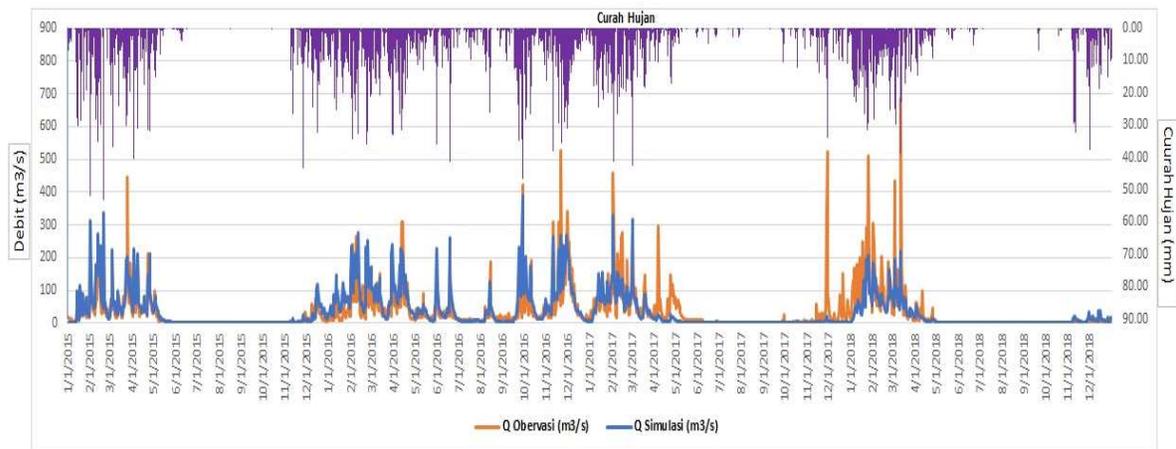
Hasil model terkalibrasi menghasilkan nilai uji keandalan  $R^2 = 0,58$ ,  $NSE = 0,57$ , dan  $PBIAS = 0,3$  sebagaimana hidrograf aliran terkalibrasi dapat dilihat pada **Gambar 9**. Perubahan nilai uji keandalan  $PBIAS$  yang awalnya bernilai negatif dan berubah menjadi positif menunjukkan bahwa sebagian besar debit pemodelan lebih tinggi dari debit di lapangan terutama pada aliran rendah serta nilai  $PBIAS$  mengalami kenaikan dari -5,8 menjadi 0,3 yang mengindikasikan bahwa hasil simulasi setelah dilakukan kalibrasi lebih mendekati dengan data di lapangan. Semua nilai uji keandalan setelah dilakukan kalibrasi mengalami peningkatan dari sebelumnya dan termasuk kedalam kategori memuaskan.



**Gambar 7.** Peta Tata Guna Lahan Tahun 2015



**Gambar 8.** Hidrograf 2015-2018 Sebelum Kalibrasi



**Gambar 9.** Hidrograf 2015-2018 Terkalibrasi

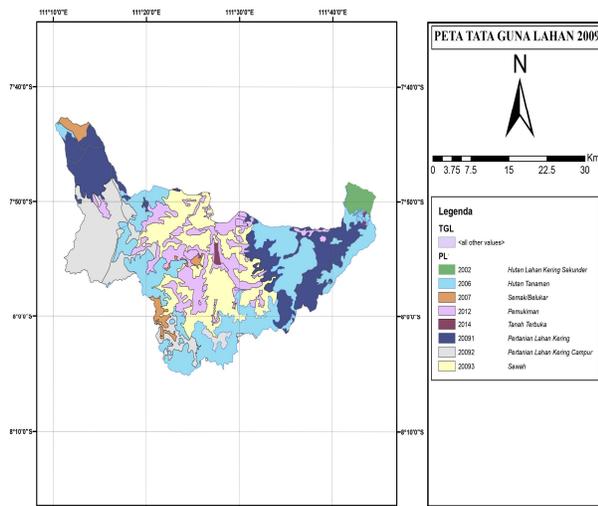
Simulasi kedua adalah proses pemodelan yang digunakan untuk me-validasi parameter-parameter yang telah digunakan pada tahapan kalibrasi. Proses ini menggunakan rentang tahun 2011 – 2014 untuk periode curah hujan serta menggunakan peta tata guna lahan tahun 2009 seperti terlihat pada **Gambar 10**. Jenis dan nilai parameter yang digunakan proses kalibrasi dan validasi dapat dilihat pada **Tabel 2**. Nilai parameter ini didapatkan dari proses iterasi sebanyak 500 kali iterasi dengan menggunakan program bantu *SwatCUP* sehingga didapatkan nilai parameter serta jenis parameter yang paling berpengaruh (sensitif) terhadap pemodelan di sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran.

Tingkatan sensitivitas dari kelima jenis parameter yang digunakan yaitu berdasarkan hasil uji *P-Factor* dan *T-Stat*. Jenis parameter dari yang paling sensitif sampai kurang sensitif secara berurutan yaitu *CN2*, *SOL\_AWC*, *GW\_DELAY*, *CH\_N2*, dan *REVPMPN*. Nilai masing-masing uji sensitivitas dapat dilihat pada **Tabel 3**, setelah

memasukan jenis dan nilai parameter pada tahapan validasi yang sama dengan tahapan kalibrasi didapatkan nilai uji keandalan  $R^2 = 0,67$ ,  $NSE = 0,66$ , dan  $PBIAS = 5,3$  sebagaimana hidrograf ter-validasi dapat dilihat pada **Gambar 11**. Nilai uji keandalan pada tahapan validasi ini termasuk dalam kategori memuaskan.

Simulasi ketiga adalah uji keandalan dengan menggunakan tata guna lahan skenario. Pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan periode curah hujan dari tahun 2011 – 2018 dengan menggunakan peta tata guna lahan skenario. Besaran perubahan tata guna lahan dapat dilihat pada **Tabel 4**. Pada tahapan ini didapatkan nilai uji keandalan  $R^2 = 0,58$ ,  $NSE = 0,57$ , dan  $PBIAS = 6,6$  sebagaimana hidrograf tata guna lahan skenario dapat dilihat pada **Gambar 12**.

Pada tahapan ini juga dapat terlihat bahwa dengan merubah besar luasan tata guna lahan mampu merubah debit keluaran pemodelan.



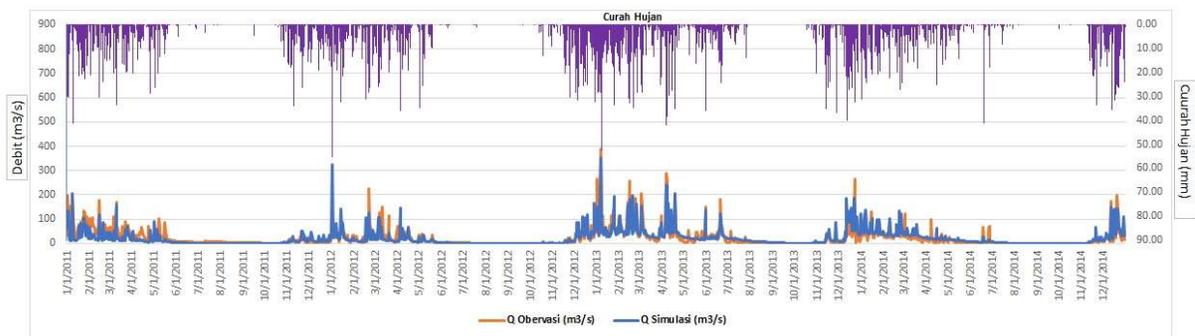
Gambar 10. Peta Tata Guna Lahan Tahun 2009

Tabel 2. Nilai dan Jenis Parameter Kalibrasi

No	Parameter	Range	Fitted Value
1	<i>CN2.mgt_R</i>	25 - 98	-0,17
2	<i>GW_DELAY.gw_V</i>	0 - 500	1,5
3	<i>SOL_AWC.sol_V</i>	0 - 1	0,721
4	<i>CH_N2.rte_R</i>	-0,01 - 0,3	0,078
5	<i>REVAPPM.gw_V</i>	0 - 500	410,5

Tabel 3. Nilai Uji Sensitivitas Parameter

Parameter Name	t-Stat	P-Value
1:R_CN2.mgt	-38,59	0,00
4:R_SOL_AWC(..).sol	3,19	0,00
2:V_GW_DELAY.gw	-1,49	0,14
5:R_CH_N2.rte	1,26	0,21
3:R_REVAPMN.gw	-0,61	0,55



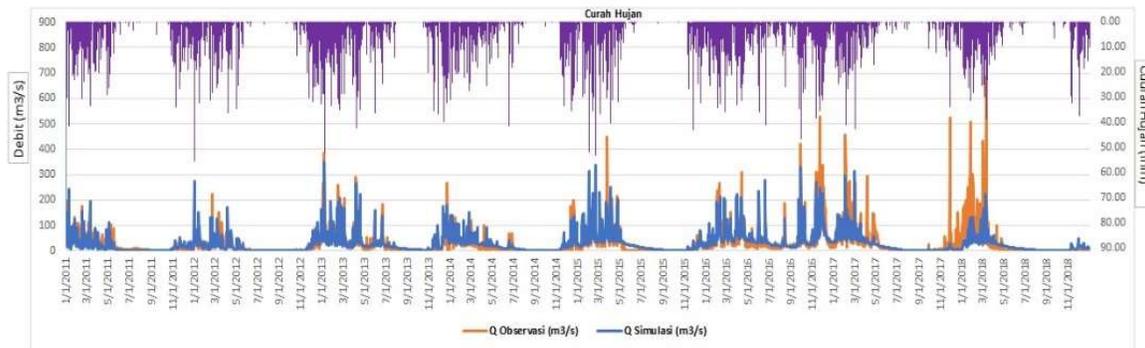
Gambar 11. Hidrograf 2011-2014 Tervalidasi

Tabel 4. Luasan Tata Guna Lahan

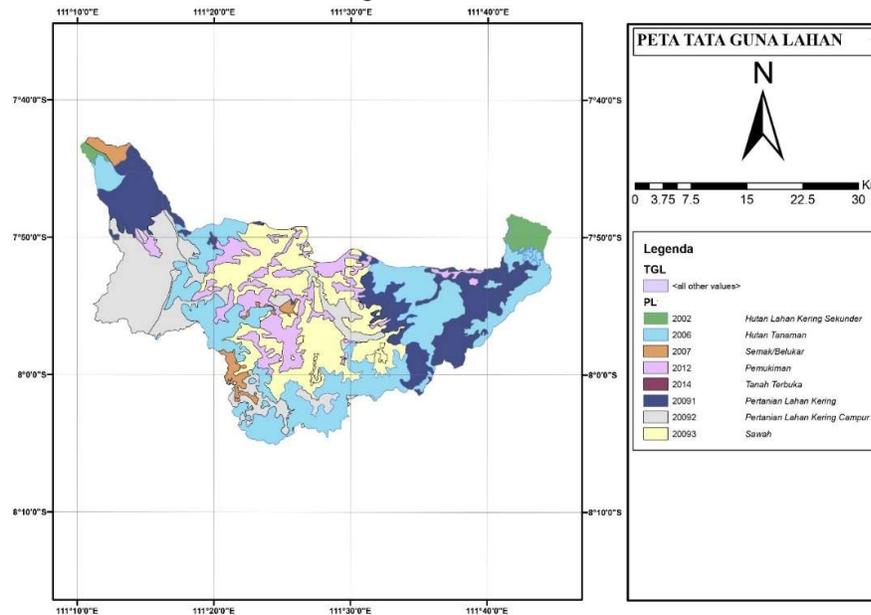
Klasifikasi Tata Guna Lahan	Tahun 2009		Tahun 2015		Skenario	
	%	Ha	%	Ha	%	Ha
Semak Belukar/RNGB	2,6	2500,1	2,7	2500,1	2,6	2500,1
Tanah Terbuka/OAK	0,4	428,3	0,5	346,5	0,0	0,0
Pertanian Lahan Kering/AGRL	20,5	19692,8	20,5	19692,8	19,3	18469,0
Hutan Tanaman/FRSE	29,0	27635,9	28,8	27717,8	29,9	28563,3
Pertanian Lahan Kering Campuran/AGRR	17,7	16910,2	17,6	16910,2	20,2	19387,4
Hutan Lahan kering Sekunder/FRST	0,7	703,1	0,7	703,1	1,2	1119,2
Pemukiman/URBN	12,2	11764,1	12,2	11764,1	8,9	8614,7
Sawah/RICE	17,0	16350,5	16,9	16350,5	17,9	17331,4
Jumlah	100,0	95985,0	100,0	95985,0	100,0	95985,0

Besaran perubahan dapat terlihat pada puncak debit banjir yang terjadi pada tanggal 7 Januari 2013 debit puncak banjir yang dihasilkan pemodelan menggunakan tata guna lahan eksisting sebesar 349,6 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan debit puncak

banjir yang dimodelkan dengan menggunakan peta tata guna lahan skenario menghasilkan debit sebesar 353,5 m<sup>3</sup>/s. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan berpengaruh terhadap debit keluaran pemodelan.



Gambar 12. Hidrograf Tata Guna Lahan Skenario



Gambar 13. Peta Tata Guna Lahan Tahun Skenario

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Parameter *ArcSWAT* yang sangat berpengaruh di dalam pemodelan hujan aliran Sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran adalah jenis parameter *CN2* dengan nilai T-stat sebesar -38,59 dan P-Value 0. Setelah parameter *CN2*, urutan jenis parameter dari yang paling sensitif hingga kurang sensitif adalah *GW\_DELAY*, *SOL\_AWC*, *CH\_N2*, dan *REVAPMN*.
2. Hasil uji keandalan dalam memodelkan hujan aliran harian menggunakan *ArcSWAT* termasuk dalam kategori memuaskan untuk tahapan kalibrasi dan validasi. Nilai uji keandalan  $R^2 = 0,57$ ,  $NSE = 0,52$ , dan  $PBIAS = 0,3$  pada tahap kalibrasi. Sedangkan pada tahap validasi memiliki nilai keandalan  $R^2 = 0,67$ ,  $NSE = 0,66$ , dan  $PBIAS = 5,3$ .

3. Dengan merubah persentase luasan tata guna lahan eksisting terutama dengan memperbesar luasan hutan sebesar 1,5% mampu menurunkan puncak debit yang terjadi pada rentang tahun 2011 - 2018. Puncak debit tertinggi pada awalnya adalah  $353,5 \text{ m}^3/\text{s}$  menjadi  $349,6 \text{ m}^3/\text{s}$  yang terjadi pada tanggal 7 Januari 2013.

#### Daftar Pustaka

- [1] J. K. Thakur, K. Khanal, and P. Kabita, "Land cover changes for enhancing water availability in watersheds of Tanahun and Kaski, Nepal," *Journal of Water and Climate Change*, 10(2), 431-448. 2019.
- [2] J. G. Arnold, R. Srinivasan, R. S. Muttiah, dan J. R. Williams, "Large-area hydrologic modeling and assessment: Part I. Model development," *J. American Water Resour. Assoc.* 34(1): 73-89. 1998.
- [3] Tasdighi, Ali, Mazdak Arabi, and Daren Harmel, "A

- probabilistic appraisal of rainfall-runoff modeling approaches within SWAT in mixed land use watersheds,” *Journal of hydrology* : 476-489. 2018.
- [4] D. Ainunisa, G. Halik, W. Y. Widiarti, “Pemodelan Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Debit Banjir DAS Tanggul, Jember Menggunakan Model SWAT (Soil and Water Assessment Tool),” *Rekayasa Sipil 14.2* : 154-161. 2020.
- [5] M. G. A. S. Arceo, R. V. O. Cruz, C. L. Tiburan Jr, J. B. Balatibat, and N. R. Alibuyog, “Modeling the hydrologic responses to land cover and climate changes of selected watersheds in the Philippines using soil and water assessment tool (SWAT) model,” *DLSU Bus. Econ. Rev*, 28, 84-101. 2018.
- [6] J. K. Kibii, E. C. Kipkorir, and J. R. Kosgei, “Application of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to evaluate the impact of land use and climate variability on the Kaptagat catchment river discharge,” *Sustainability*, 13(4), 1802. 2021.
- [7] E. Junaidi and S. D. Tarigan, “Application SWAT Hydrology Model in Cisadane Watershed Management,” *J. Penelit. Hutan dan Konserv. Alam*, vol. 9, no. 3, pp. 221–237, 2012.
- [8] A. C. Cindy Harifa, M. Sholichin, and T. B. Prayogo, “Analisa Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Debit Sungai Sub Das Metro Dengan Menggunakan Program Arcswat,” *J. Teknik Pengair.*, vol. 008, no. 01, pp. 1–14, 2017.
- [9] M. K. R. Basthoni, “Basthoni, M. K. R. (2020). Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Sub-Sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran (KST),” *TERAS JURNAL*, 10(2), 189-202. 2020.
- [10] D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Binger, R. D. Harmel, T. L. Veith, “Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations,” *Transactions of the ASABE* 50(1):885-900. 2007.
- [11] M. W. Van Liew, J. G. Arnold, J. D. Garbrecht, “Hydrologic simulation on agricultural watershed : Choosing between two models,” *Transactions of the ASAE* 46(6):1539-1551. 2003.
- [12] G. P. Fernandez, G. M. Chescheir, R. W. Skaggs, D. M. Amatya, “Development and testing of watershed-scale models for poorly drained soils,” *Transactions of the ASAE* 48(2):639-652. 2005.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**