

Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kerentanan Banjir Wilayah Yogyakarta (Studi Kasus : Daerah Aliran Sungai Gajah Wong)

Impact of Land Use Change on Flood Vulnerability in Yogyakarta (Study Case : Gajah Wong Watershed)

Ardi Harbiansyah, Nur Setiawan

Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Tata guna lahan merupakan suatu wujud dalam ruang di alam tentang bagaimana tata guna lahan tertata, baik secara alami maupun direncanakan terlebih dahulu. Perubahan fungsi lahan di wilayah Yogyakarta selama kurun waktu 4 tahun mulai dari 2012 sampai 2016 didominasi oleh penyusutan fungsi lahan sawah yang dialih fungsikan menjadi area pemukiman. Penelitian ini melakukan pemodelan daerah aliran sungai menggunakan aplikasi Soil and Water Assessment Tool (SWAT) menggunakan dua kondisi tata guna lahan yang berbeda. Setelah itu hasil dari debit simulasi kedua tata guna lahan dibandingkan untuk melihat seberapa besar perubahan debit yang terjadi akibat perubahan tata guna lahan. Debit simulasi menunjukkan peningkatan yang tidak terlalu besar, debit simulasi menggunakan data tata guna lahan tahun 2016 menghasilkan debit sebesar 215,86 m³/detik dan debit simulasi menggunakan data tata guna lahan hasil skenario menghasilkan debit sebesar 218,64 m³/detik, menunjukkan bahwa penyusutan area peresapan seperti sawah dan kebun berpengaruh terhadap debit sungai yang dihasilkan.

Kata-kata kunci : tata guna lahan, banjir, dan SWAT.

Abstract. Land use is a manifestation of space in nature about how land use is organized, both naturally and in advance. Changes in the function of land in the Yogyakarta region over a period of 4 years from 2012 to 2016 are dominated by shrinking the function of paddy fields that are converted into residential areas. This sresearch conducted watershed modeling using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) using two different land use conditions. After that, the results of the simulation of the two land use are compared to see how much the change in debit that occurs due to changes in land use. Simulation discharge shows a not too large increase, Simulation discharge using land use data in 2016 resulted in a discharge of 215.86 cms and simulation discharge using land use data resulting from the scenario resulting in a discharge of 218.64 cms, shows that the depreciation of recharge areas such as rice fields and gardens influences the river discharge produced.

Keywords : land use , flood, and SWAT.

1. Pendahuluan

Tata guna lahan merupakan suatu wujud dalam ruang di alam tentang bagaimana tata guna lahan tertata, baik secara alami maupun direncanakan terlebih dahulu. Secara alami lahan akan terus berkembang tanpa harus ada penataan melalui suatu intervensi, sedangkan pada situasi dimana tata guna lahan direncanakan, lahan akan berkembang mengikuti pola dan struktur yang telah ditetapkan pada jangka waktu yang ditetapkan. Perubahan fungsi lahan di wilayah Yogyakarta selama kurun waktu 4 tahun mulai dari 2012 sampai 2016 didominasi oleh penyusutan fungsi lahan sawah yang dialih fungsikan menjadi area pemukiman.

(Lipu, 2012) mengkaji mengenai perubahan lahan yang terjadi di Desa Bulili, kebutuhan lahan untuk perluasan area perkebunan kakao atau untuk tujuan kepemilikan pribadi masyarakat Desa Bulili menjadi penyebab terjadinya perubahan lahan. Perubahan tata guna lahan dan konservasi hutan menyebabkan degradasi lahan yang mengakibatkan hilangnya kemampuan tanah menahan air hujan dan debit banjir maksimum pada sub-DAS hutan terkonversi menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan sub-DAS hutan asli. Halim, (2014) melakukan penelitian mengenai hubungan tata guna lahan dengan debit banjir DAS Malalayang, berdasarkan analisis nilai koefisien korelasi menunjukkan

bahwa perubahan tata guna lahan pada DAS Malalayang mempunyai hubungan dengan debit banjir yang terjadi dan apabila terjadi hujan dengan intensitas besar air akan meluap dengan cepat dan mengakibatkan banjir. Zope et al, (2016) melakukan penelitian tentang dampak dari perubahan tata guna lahan dan urbanisasi terhadap banjir di Sungai Oshiwara di Mumbai,

India. Berdasarkan hasil penelitian migrasi yang dilakukan masyarakat menyebabkan berubahnya tata guna lahan dan berdasarkan analisis bahaya banjir wilayah dengan zona bahaya tinggi meningkat hingga 64% dan Zona bahaya rendah berkurang hingga 32% antara tahun 1996 dan 2009.

(Irsyad & Ekaputra, 2015) menganalisis wilayah konservasi DAS Kuranji menggunakan SWAT. Metode yang dilakukan adalah dengan mensimulasikan konservasi wilayah DAS Kuranji terhadap perubahan debit DAS Kuranji menggunakan aplikasi SWAT dan analisis data GIS menggunakan aplikasi *opensource software MapWindow Interface for Soil and Water Assessment Tool* (MWSWAT) yang memungkinkan untuk menganalisis perubahan iklim terhadap debit, sedimentasi transport bahan kimia, dan kegunaan lainnya dalam pengelolaan DAS dengan periode waktu tertentu. Hasil simulasi dari penelitian ini menemukan bahwa lokasi dengan sebaran limpasan yang tinggi dan tingkat erosi cukup tinggi tersebar di beberapa lokasi pada DAS Kuranji. Tan et al, (2015) meneliti tentang dampak tata guna lahan dan variasi iklim terhadap komponen hidrologi pada DAS Johor, Malaysia., dampak dari perubahan lahan dan variasi iklim menunjukkan adanya peningkatan limpasan permukaan, hasil air, kadar air tanah dan evaporasi, sedangkan penurunan terjadi pada aliran air tanah. Baker & Miller, (2013) menggunakan *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) untuk menilai dampak tata guna lahan pada sumber daya air di DAS Afrika Timur. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa mayoritas DAS menunjukkan peningkatan limpasan permukaan karena perubahan penutupan lahan, yang ditafsirkan memiliki aliran yang

lebih cepat dan perubahan curah hujan menyebabkan limpasan ke Danau Nakaru. Pola tersebut konsisten dengan bukti yang dikumpulkan dari pertemuan dengan masyarakat setempat dimana masyarakat melaporkan bahwa aliran sungai berubah cukup besar.

Li et al, (1997) (dalam Her et al, 2015) menyatakan bahwa *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) merupakan model skala DAS yang mampu mensimulasikan proses-proses hidrologi dan kualitas air pada suatu daerah aliran sungai dengan informasi rinci tentang praktek manajemen pertanian. Haql tersebut dapat menyeimbangkan kebutuhan akan perhitungan yang efisien dengan representasi variabilitas DAS dengan menggunakan *Hidrologic Response Units* (HRU) sebagai unit dasar dari semua model perhitungan. Menurut e.g.Nielsen et al (2013) (dalam Me et al., 2015) SWAT berfungsi untuk memprediksi debit, sedimen, dan kandungan nutrisi berdasarkan penyelesaian sementara dan untuk mengukur material fluks dari tangkapan ke daerah penerima air seperti danau.

Transformasi tata guna lahan dan tutupan lahan yang dilakukan secara sembarangan oleh manusia dapat mempengaruhi integritas sumber daya alam dan ekosistem sedangkan transformasi tata guna lahan dan tutupan lahan yang dilakukan sesuai perencanaan dapat meningkatkan kesejahteraan manusia, *Millenium Ecosystem Assessment* (2015) (dalam Memarian et al., 2014). Perubahan iklim dan tata guna lahan menjadi dua faktor utama yang mempengaruhi proses hidrologi pada DAS, tata guna lahan yang berubah berdampak pada perubahan sistem hidrologi dan sumber daya air (Li et al., 2015).

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis seberapa besar perubahan debit simulasi yang dihasilkan karena perubahan tata guna lahan yang terjadi menggunakan simulasi aplikasi SWAT.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan melakukan pemodelan dengan langkah daerah aliran sungai Gajah Wong secara otomatis menggunakan SWAT melalui proses *watershed delineation*,

pemodelan DAS didasarkan pada *date elevation model (DEM)* dengan resolusi 8×8 meter. Melakukan proses *HRU analysis* dengan input data *land use*, jenis tanah yang diperoleh dari *Food and Agriculture of the United States*, dan *Slope*. Melakukan proses *weather data definition* dengan input data-data parameter iklim diantaranya curah hujan, suhu maksimum dan minimum, kecepatan angin, radiasi sinar matahari, dan kelembapan relatif. Melakukan *running SWAT* dengan rentang waktu satu tahun selama tahun 2018. Pada tahap akhir peneliti melakukan pengolahan data yang diperoleh dari *output running SWAT* untuk mengetahui perubahan debit simulasi.

Watershed Delineation

Watersheed Delineation berguna untuk menggambarkan DAS dan aliran sungai yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan data *Digital Elevation Model (DEM)*.

HRU Analysis

HRU analysis berguna untuk memuat tata guna lahan dan lapisan tanah kedalam proyek SWAT, evaluasi karakteristik lereng, dan menentukan kombinasi tata guna lahan, tanah, lereng, dan distribusi untuk daerah aliran sungai yang digambarkan dari masing-masing sub DAS. Satu atau lebih kombinasi tata guna lahan, tanah, dan lereng yang unik dapat dibuat untuk setiap sub DAS.

Weather Data Definition

Data iklim dimasukkan untuk simulasi DAS setelah distribusi HRU ditentukan. Perintah yang digunakan untuk memuat data iklim adalah *Write Input Tables* yang berfungsi untuk memuat lokasi stasiun iklim berdasarkan koordinat serta parameter-parameter iklim diantaranya curah hujan, temperatur (*temperature*), kelembapan relatif (*relative humadity*), radiasi sinar matahari (*solar*), dan kecepatan angin (*wind*).

3. Hasil dan Pembahasan

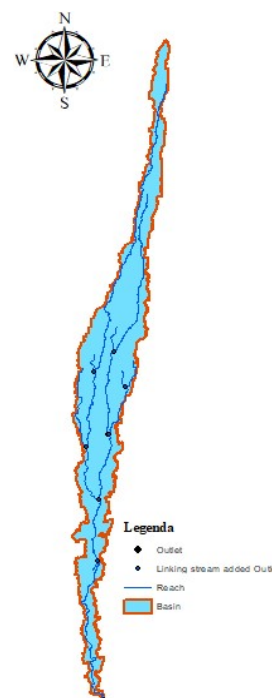
Watershed Delineation

DAS Gajah Wong yang telah digambarkan memiliki luas area sebesar 3215.1905 Ha. Aliran sungai pada DAS

Gajah Wong melewati tiga daerah dimana hulu sungai berada pada daerah Sleman, area tengah melewati Kota Yogyakarta, dan area hilir terletak pada daerah Bantul. DAS yang diperoleh melalui penggambaran otomatis memiliki 8 titik *outlet* yang berada pada cabang-cabang aliran sungai. Proses penggambaran otomatis DAS juga akan membagi DAS kedalam beberapa subdas secara otomatis berdasarkan cabang-cabang aliran sungai, pada penelitian ini DAS Gajah Wong terbagi kedalam 15 subdas dengan luas area masing-masing subdas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Luas masing-masing subdas Gajah Wong.

Subdas	Luas Area (Ha)	Subdas	Luas Area (Ha)
1	119.0236	9	215.3012
2	475.9773	10	212.0519
3	98.5013	11	166.4706
4	556.6893	12	232.9184
5	123.1473	13	299.8555
6	118.9341	14	79.3353
7	159.5035	15	282.8642
8	75.6176		

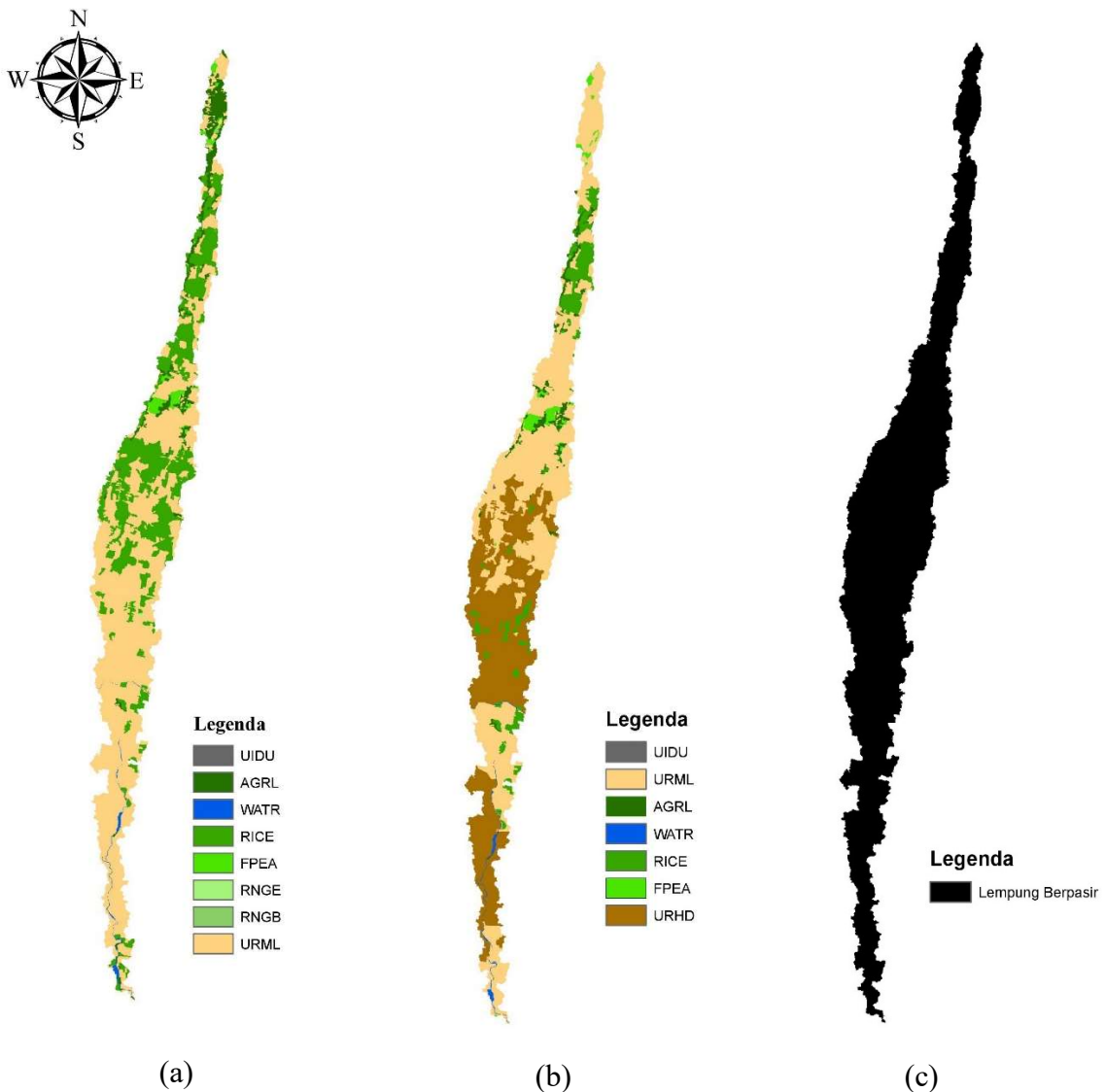


Gambar 1 Daerah Aliran Sungai Gajah Wong hasil *watershed delineation*.

HRU Analysis

Hasil yang diperoleh dari proses analisis HRU berupa pembagian luasan area tata guna lahan dan jenis tanah yang terdapat pada masing-masing subdas. Penelitian ini menggunakan data tata guna lahan tahun 2016 yang diperoleh melalui penelitian sebelumnya dan data tata guna lahan hasil skenario berdasarkan data tata guna lahan tahun 2016, masing-masing data sebaran tata guna lahan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3 (a) dan Gambar 3 (b), jenis tanah yang digunakan berasal dari *Food and*

Agriculture of the United States, jenis tanah yang terdapat pada DAS Gajah Wong merupakan jenis lempung berpasir (lihat Gambar 3 (c)), dan luasan area untuk masing-masing perubahan luasan area tata guna lahan dapat dilihat pada Tabel 2 dan persen tingkat kenaikan tata guna lahan dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 2 (a) Sebaran Tata guna lahan Tahun 2016, (b) Sebaran Tata guna lahan Tahun 2016 Hasil Skenario, (c) Sebaran Jenis Tanah.

Tabel 2 Luas area tata guna lahan.

Tata guna lahan Ekisting	Tata guna lahan SWAT	Luas tata guna lahan 2016 (Ha)	Luas tat guna lahan Skenario (Ha)
Kebun	AGRL	196.1283	91.7752
Pemukiman	URML	2070.2005	1661.1324
Pemukiman Padat	URHD	0	1134.2521
Semak Belukar	RNGB	4.0824	0
Rumput/Tanah Kosong	RNGE	0.9225	0
Tegalan/Ladang	FPEA	57.1058	57.1058
Industri/Perdagangan	UIDU	1.8863	1.8863
Sawah	RICE	863.9862	248.1602
Empang	WATR	21.8791	21.8791
Total		3216.19	3216.19

Tabel 3 Persen peningkatan tata guna lahan.

Tata guna lahan Ekisting	Tata guna lahan SWAT	% Luas tat guna lahan 2016 (%)	% Luas tata guna lahan Skenario (%)	Kenaikan (%)
Kebun	AGRL	6.1	2.85	-3.25
Pemukiman	URML	64.37	51.65	-12.72
Pemukiman Padat	URHD	0	35.27	35.27
Semak Belukar	RNGB	0.13	0	-0.13
Rumput/Tanah Kosong	RNGE	0.03	0	-0.03
Tegalan/Ladang	FPEA	1.78	1.78	0
Industri/Perdagangan	UIDU	0.06	0.06	0
Sawah	RICE	26.86	7.72	-19.14
Empang	WATR	0.67	0.67	0
Total		100	100	

Secara keseluruhan pada Daerah Aliran Sungai Gajah Wong didominasi oleh area pemukiman dengan luas area 2070.2005 Ha atau sebesar 64.37% dari luas area DAS Gajah Wong. Skenario perubahan tata guna lahan yang diberlakukan pada penelitian ini adalah dengan mengurangi area resapan air seperti area perkebunan dan sawah, menghilangkan semak belukar dan rumput/tanah kosong, serta merubah area pemukiman di Kota Yogyakarta menjadi area pemukiman padat. Peningkatan terbesar terdapat pada area pemukiman padat sebesar 35.27 % yang pada awalnya tidak terdapat pemukiman padat sama sekali, hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh yang akan

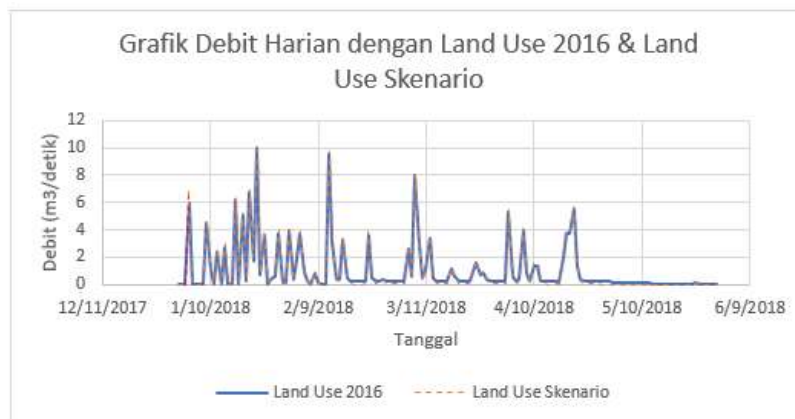
terjadi jika wilayah Kota Yogyakarta menjadi area pemukiman padat pada tahun-tahun kedepan. Penjelasan lebih lanjut mengenai tata guna lahan pada masing-masing subdas adalah sebagai berikut.

Simulasi Debit

a. Flow Out

Flow Out merupakan debit aliran harian rata-rata yang keluar sungai selama jangka waktu proses simulasi dilakukan, debit aliran harian rata-rata terbesar dengan menggunakan tata guna lahan 2016 ada pada tanggal 13 Januari 2018 sebesar 9,99 m³/detik dan dengan menggunakan tata guna

lahan hasil skenario ada pada tanggal 23 Januari 2018 sebesar 10.2 m³/detik,



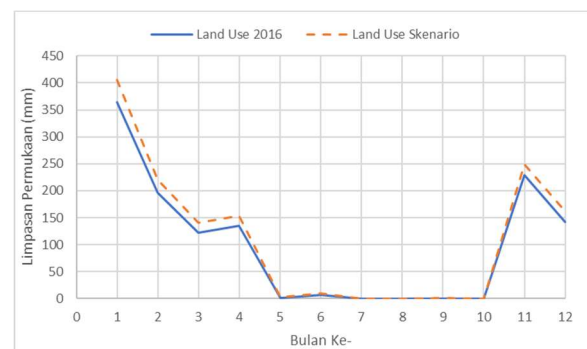
Gambar 5 Grafik Debit Harian Menggunakan *Land Use* 2016 dan *Land Use* Skenario.

Tabel 4 Rekap Bulanan Hasil Debit Aliran Harian Rata-rata

Bulan	Debit Aliran Harian Rata-rata					
	Land Use 2016			Land Use Skenario		
	Max	Rata	Min	Max	Rata	Min
Januari	9.99	1.80	0.00	10.20	1.93	0.00
Februari	9.52	1.28	0.01	9.71	1.27	0.00
Maret	8.03	0.97	0.25	8.18	0.90	0.07
April	5.51	1.15	0.20	5.71	1.10	0.03
Mei	0.20	0.08	0.00	0.24	0.01	0.00
Juni	0.52	0.02	0.00	0.75	0.04	0.00
Juli	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agustus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
September	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oktober	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
November	9.26	1.15	0.00	9.47	1.21	0.00
Desember	8.14	0.74	0.00	8.32	0.80	0.00

b. Surface Runoff

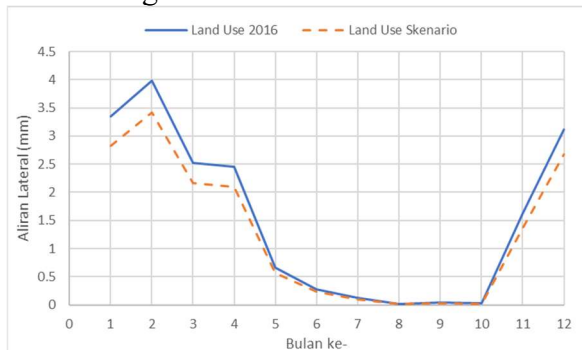
Lateral flow merupakan aliran air yang masuk kedalam tanah dan mengalir secara lateral menuju aliran utama dan memberi kontribusi kepada debit aliran selama proses simulasi berlangsung. Aliran lateral terbesar untuk tata guna lahan 2016 dan tata guna lahan skenario ada pada bulan Februari dengan nilai sebesar 3,99 mm dengan nilai max 0.19 mm dan min 0.08 mm untuk tata guna lahan 2016 dan sebesar 3.42 mm dengan nilai max 0.16 mm dan min 0.07 untuk tata guna lahan skenario.



Gambar 6 Grafik Hasil Simulasi Limpasan Permukaan.

c. Lateral Flow

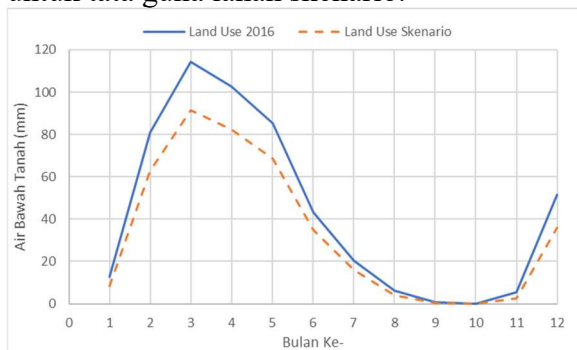
Lateral flow merupakan aliran air yang masuk kedalam tanah dan mengalir secara lateral menuju aliran utama dan memberi kontribusi kepada debit aliran selama proses simulasi berlangsung. Aliran lateral terbesar untuk tata guna lahan 2016 dan tata guna lahan skenario ada pada bulan Februari dengan nilai sebesar 3,99 mm dengan nilai max 0.19 mm dan min 0.08 mm untuk tata guna lahan 2016 dan sebesar 3.42 mm dengan nilai max 0.16 mm dan min 0.07 untuk tata guna lahan skenario.



Gambar 7 Grafik Hasil Simulasi Aliran Lateral.

d. Grounwater

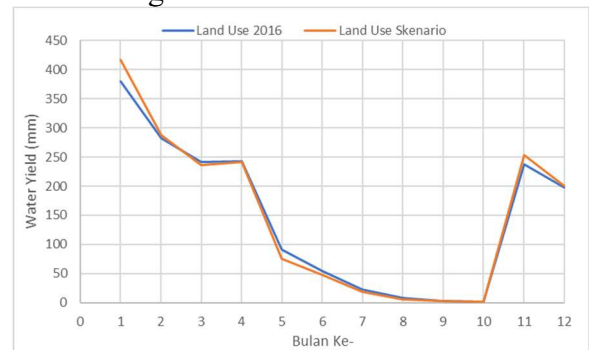
Groundwater merupakan air yang berada pada lapisan bawah tanah yang kemudian menuju kesaluran utama dan memberi kontribusi kepada debit aliran selama proses simulasi berlangsung. Air bawah tanah terbesar untuk tata guna lahan 2016 dan tata guna lahan skenario ada pada bulan Maret dengan nilai sebesar 114,19 mm dengan nilai max 3.75 mm dan min 3.59 mm untuk tata guna lahan 2016 dan sebesar 91.31 mm dengan nilai max 3 mm dan min 2.88 untuk tata guna lahan skenario.



Gambar 8 Grafik Hasil Simulasi Air Bawah Tanah.

e. Water Yield

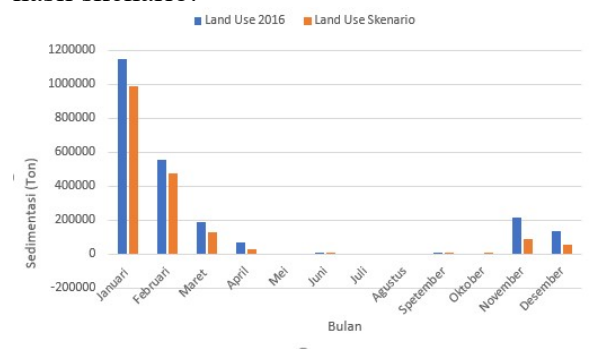
Water Yield merupakan jumlah total air dari proses HRU yang menuju kesaluran utama selama proses simulasi berlangsung. Air bawah tanah terbesar untuk tata guna lahan 2016 dan tata guna lahan skenario ada pada bulan Januari dengan nilai sebesar 379,88 mm dengan nilai max 81,29 mm untuk tata guna lahan 2016 dan sebesar 416.95 mm dengan nilai max 84.68 mm untuk tata guna lahan skenario.



Gambar 9 Grafik Hasil Simulasi *Water Yield*.

Simulasi Angkutan Sedimen

Hasil simulasi angkutan sedimen berdasarkan simulasi SWAT dengan rentang waktu satu tahun menunjukkan bahwa angkutan sedimen terbesar terjadi pada bulan januari baik menggunakan tata guna lahan 2016 maupun menggunakan tata guna lahan hasil skenario dengan nilai sebesar 1148778,12 Ton untuk tata guna lahan 2016 dan 989164,37 Ton untuk tata guna lahan hasil skenario.



Gambar 6 Diagram Batang Angkutan Sedimen dengan *Land Use* 2016 dan *Land Use* Skenario.

Tabel 5 Angkutan Sedimen Bulanan dengan Tata guna lahan 2016.

Bulan	Sedimentasi (Ton)	Bulan	Sedimentasi (Ton)
Januari	1148778.1	Juli	-43.15
Februari	556062.7	Agustus	-9.79
Maret	187724.49	Spetember	58.83
April	70142.17	Oktober	0.31
Mei	-189.42	November	211664.79
Juni	529.86	Desember	132768.15

Tabel 6 Angkutan Sedimen Bulanan dengan Tata guna lahan Skenario.

Bulan	Sedimentasi (Ton)	Bulan	Sedimentasi (Ton)
Januari	989164	Juli	-30.34
Februari	477241	Agustus	-5.29
Maret	125101	Spetember	37.6
April	29466.8	Oktober	2.03
Mei	-138.56	November	87408.6
Juni	330.78	Desember	54155.9

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian mengenai pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit simulasi dan sedimentasi dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Percobaan simulasi selama periode satu tahun dimulai pada 1 Januari 2018 dan berakhir pada 31 Desember 2018 menggunakan data tata guna lahan tahun 2016 menghasilkan debit sebesar 216,86 m³/detik dan debit simulasi menggunakan data tata guna lahan hasil skenario menghasilkan debit simulasi sebesar 218,64 m³/detik.

2. Akibat perubahan tata guna lahan terjadi peningkatan pada nilai *Surface runoff*, sedangkan pada nilai *lateral flow* dan *return flow (groundwater)* mengalami penurunan akibat berkurangnya area resapan yang berganti menjadi area pemukiman

3. Percobaan simulasi selama periode satu tahun dimulai pada 1 Januari 2018 dan berakhir pada 31 Desember 2018 menggunakan data tata guna lahan tahun 2016 menghasilkan angkutan sedimen sebesar 2307487,07 Ton dan menggunakan

data tata guna lahan hasil skenario menghasilkan sedimentasi sebesar 1762733.53 Ton.

4. Perubahan tata guna lahan dengan skenario menurunkan area resapan air seperti sawah dan kebun dan meningkatkan area pemukiman berdampak pada naiknya debit simulasi dan berkurangnya sedimentasi yang ada di sungai.

5. Daftar Pustaka

- Baker, T. J., & Miller, S. N. (2013). Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to assess land use impact on water resources in an East African watershed. *Journal of Hydrology*, 486, 100–111.
- Halim, F. (2014). Pengaruh hubungan tata guna lahan dengan debit banjir pada Daerah Aliran Sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1) 45-54.
- Her, Y., Frankenberger, J., Chaubey, I., & Srinivasan, R. (2015). Threshold effects in HRU definition of the soil and water assessment tool. *Transactions of the ASABE*, 58(2), 367–378.
- Irsyad, F., & Ekaputra, E. G. (2015). Analisis Wilayah Konservasi Daerah Aliran Sungai (Das) Kuranji Dengan Aplikasi SWAT. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 19(1), 39–45.
- Li, Z., Deng, X., Wu, F., & Hasan, S. (2015). Scenario analysis for water resources in response to land use change in the middle and upper reaches of the Heihe River Basin. *Sustainability*, 7(3), 3086–3108.
- Lipu, S. (2012). Analisis Pengaruh Konversi Hutan terhadap Larian Permukaan dan Debit Sungai Bulili, Kabupaten Sigi. *Media Litbang Sulawesi Tengah*, 3(1) 39-45.
- Me, W., Abell, J. M., & Hamilton, D. P. (2015). Effects of hydrologic conditions on SWAT model performance and parameter sensitivity for a small, mixed land use catchment in New Zealand. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(10), 4127–4147.
- Memarian, H., Balasundram, S. K., Abbaspour, K. C., Talib, J. B., Boon Sung, C. T., & Sood, A. M. (2014). SWAT-based hydrological modelling of tropical land-use scenarios. *Hydrological Sciences Journal*, 59(10), 1808–1829.

- Tan, M. L., Ibrahim, A. L., Yusop, Z., Duan, Z., & Ling, L. (2015). Impacts of land-use and climate variability on hydrological components in the Johor River basin, Malaysia. *Hydrological Sciences Journal*, 60(5), 873–889.
- Zope, P. E., Eldho, T. I., & Jothiprakash, V. (2016). Impacts of land use–land cover change and urbanization on flooding: A case study of Oshiwara River Basin in Mumbai, India. *Catena*, 145, 142–154.